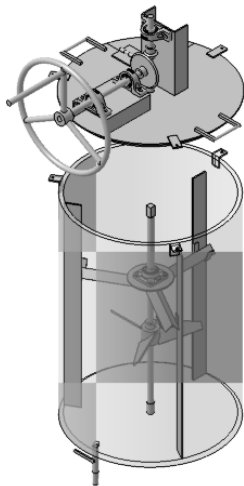


## 1. INTRODUCTION



Ce manuel décrit le matériel et la technique d'assemblage pour la confection d'un mélangeur dynamique d'Huile Végétale Pure (HVP) et d'un colorant ou du gasoil. D'une capacité de 200 litres, il permet de mélanger manuellement, sans motorisation, l'HVP à un colorant spécifique aux corps gras, ou de réaliser un mélange HVP - gasoil homogène. Il convient en effet de rappeler que les propriétés de l'HVP, sa viscosité en particulier, rendent difficile tout mélange.

La fabrication d'un tel mélangeur a été effectuée et validée par un atelier mécanique local au Bénin ainsi qu'au Mali sous la supervision du projet ALTERRE. La fabrication a duré environ 7 jours. Les coûts relatifs à sa conception correspondent à 260 000 FCFA (Koutiala - Mali) et 283 300 FCFA (Bohicon - Bénin).



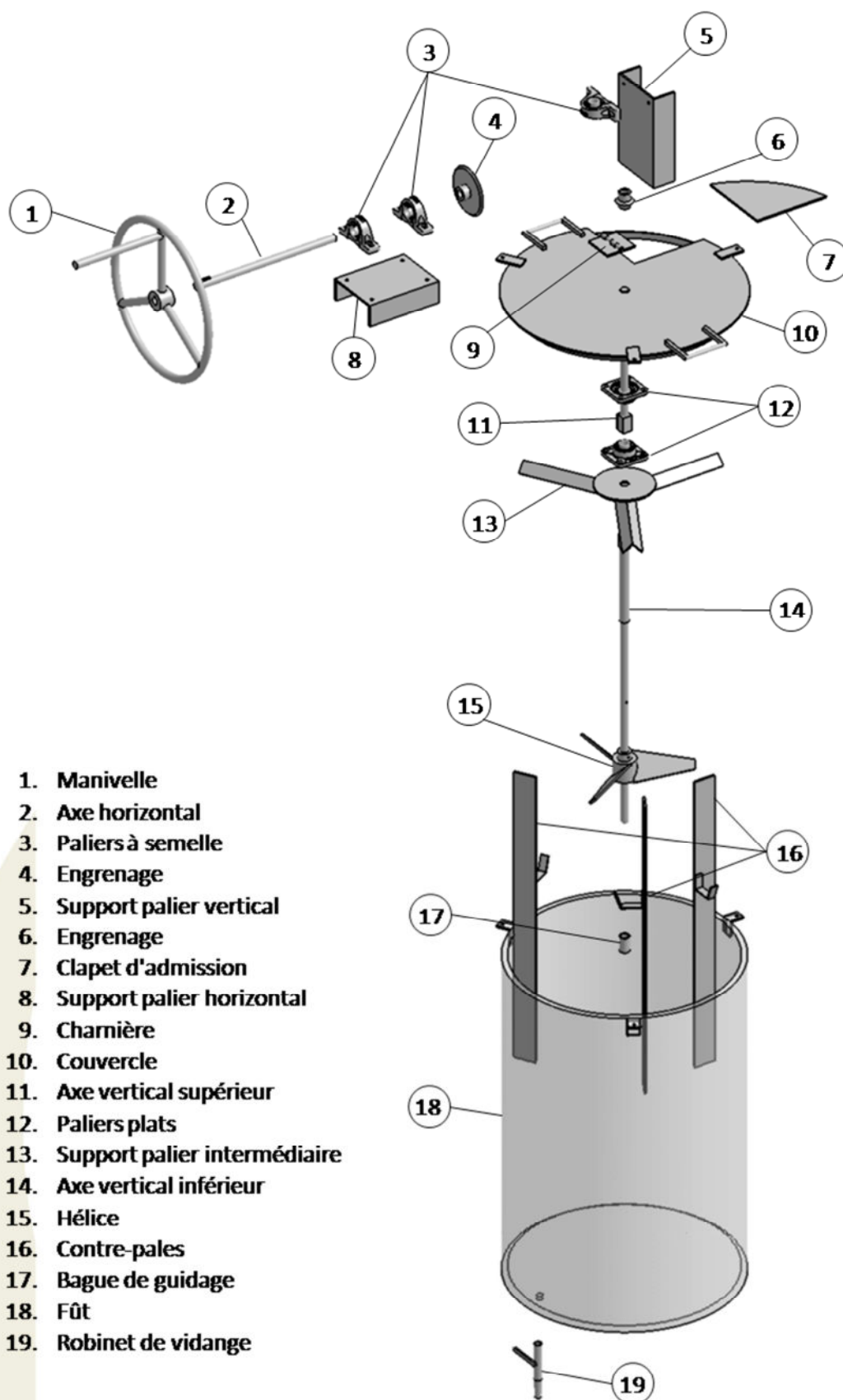
Figure 1 & 2 : Mélangeurs HVP-colorant. A gauche : au Bénin, à droite : au Mali

## 2. MATERIEL NECESSAIRE

Le matériel nécessaire à la confection du mélangeur est le suivant :

DÉSIGNATION	UTILITÉ
Cornière 40mmx5000x5mm	Support de la cuve et ailettes du fut
Fer plat 2400mmx50mmx2mm	Contre-pales
Fer plat 2300mmx20mmx2mm	Encoches palier intermédiaire et cerceau sous le couvercle
Fut industriel à bonde de 200L	Cuve
Vanne ¾ pouce	
2 Embouts filetés mâle/mâle ¾ de pouce	Raccord vanne/cuve et vanne/embout tuyau
Embout pour tuyau en plastique	
Tuyau en acier ordinaire $\phi 20 \times 3600$ mm	Manivelle et support de la cuve
Axe plein en acier ordinaire $\phi 25 \times 1600$ mm	Axes
Fer en U 4500x150x60x5mm	Supports pour paliers sur le couvercle
Cornière 750x35x3mm	Support palier intermédiaire
Plaque acier ordinaire 600x600x5mm	Couvercle et ailettes du couvercle
Plaque acier ordinaire 200x200x3mm	Patins du support de la cuve
Plaque acier ordinaire 250x150x5mm	Pales de l'hélice
Tige métallique $\phi 10 \times 700$ mm	Poignées
Charnière	Charnière du clapet d'admission
Axe en acier ordinaire $\phi 35 \times 40$ mm	Moyeu de la manivelle
Cylindre plein $\phi 60 \times 75$ mm	Moyeu de l'hélice
Tige fileté $\phi 10 \times 250$ mm	Axe de rotation de la poignée de la manivelle
18 vis M8 ou M10 (en fonction des paliers)	Vis pour paliers, ailettes du couvercle et manivelle
17 boulons M8 ou M10	
Bague $\phi$ intérieur 21 $\times$ 40 mm	Guide de fond de cuve

### 3. ILLUSTRATION DU MELANGEUR



1. Manivelle
2. Axe horizontal
3. Paliers à semelle
4. Engrenage
5. Support palier vertical
6. Engrenage
7. Clapet d'admission
8. Support palier horizontal
9. Charnière
10. Couvercle
11. Axe vertical supérieur
12. Paliers plats
13. Support palier intermédiaire
14. Axe vertical inférieur
15. Hélice
16. Contre-pales
17. Bague de guidage
18. Fût
19. Robinet de vidange

## 4. FABRICATION

Les différents éléments du mélangeur sont les suivants :

### A. CUVE (N°18)

La cuve est constituée d'un fût cylindrique en acier d'une capacité de 200 litres. Afin de faciliter les soudures, il convient de veiller au bon état du fût (Figure 3) et d'éviter un fût en acier galvanisé. Le fût doit être complètement fermé (fût dit « à bonde ») et muni de ses bouchons.



Figure 3 : Fût de parfaite qualité



Figure 4 : Fûts trop endommagés

La face du fût possédant les deux goulots est conservée pour fixer le robinet de vidange. L'autre face est découpée pour ouvrir le fût. Le fût est ensuite retourné de sorte que les deux goulots se retrouvent dans le fond de la cuve.

Le film plastique recouvrant l'intérieur du fût doit être retiré pour permettre les soudures. L'intérieur du fût est ensuite nettoyé au détergeant pour éliminer toute trace du contenu précédent.

Trois ailettes de fixation espacées de 120° sont soudées à l'extérieur du fût sur le bord supérieur. Ces ailettes permettent de visser le couvercle au fût.

### B. ROBINET DE VIDANGE (N°19)

Pour la vidange, utilisez une vanne  $\frac{1}{4}$  de tour au format  $\frac{3}{4}$  de pouce. Ce format correspond au pas de vis standard situé sur le fond du fût. Si la vanne ne dispose pas d'un pas de vis mâle, il est nécessaire d'acheter un embout mâle/mâle  $\frac{3}{4}$  de pouce pour faire la jonction entre la vanne et le fût. Un guide peut être fixé à la sortie de la vanne afin d'obtenir un écoulement régulier.

### C. SUPPORT DU PALIER INTERMEDIAIRE (N°8)

Le support intermédiaire est constitué de trois cornières disposées à 120° et supportant une plaque soudée sur l'arrête des cornières. La longueur des cornières doit permettre une insertion facile du support intermédiaire en position horizontale. Quatre trous sont percés au travers de la plaque afin de pouvoir fixer le palier plat.

## D. CONTRE-PALE OU BAFFLE (N°16)

Les baffles doivent avoir une largeur de minimum 50 mm (idéalement 56 mm) et une épaisseur de minimum 2mm. Les baffles sont réalisés, si possible, à l'aide de fers plats aux dimensions précitées. Néanmoins, trouver de telles pièces peut être difficile. L'alternative consiste à découper des bandes dans une grande plaque et de les souder entre elles pour obtenir des baffles de la longueur adéquate. Les pièces découpées sur mesure doivent toutes avoir leurs bordures meulées ou limées légèrement afin de ne pas présenter des arrêtes tranchantes qui sont susceptibles de blesser l'utilisateur lors de l'emploi ou de l'entretien régulier de cet équipement.

Les trois baffles sont positionnés dans la cuve en fonction du support du palier intermédiaire puis soudés en quatre points de soudure sur la paroi intérieure du fût. Il faut éviter de souder le baffle sur tout son long afin d'éviter de déformer la mince tôle du fût. Il convient également de veiller à limiter la profondeur des soudures pour ne pas percer la paroi du fût.

Un fer plat plié en U est soudé sur une des faces du baffle pour servir d'encoche au support du palier intermédiaire. Le côté du U non fixé au baffle est légèrement évasé afin que la cornière rentre facilement dans le U sans qu'il n'y ait aucun jeu lorsqu'elle repose au fond du U.

## E. BAGUE EN ACIER (N°17)

Une bague en acier est soudée au centre du fond de la cuve. Celle-ci permet le guidage de l'axe vertical inférieur afin d'éviter des mouvements de balancier. Cette bague ne doit pas serrer l'axe, pour limiter les frottements.

## F. AXES (N°14)

Afin de faciliter l'assemblage et le démontage du mélangeur, l'axe vertical est séparé en deux parties : une partie supérieure solidaire du couvercle et une partie inférieure immergée dans la cuve. Les deux parties de l'axe s'assemblent par un embout de forme carré. L'embout femelle est situé sur l'axe vertical supérieur et l'embout mâle sur l'axe vertical inférieur. Dans la mesure du possible, ces embouts doivent être usinés dans l'axe.

La partie de l'axe vertical inférieur située au-dessus du palier intermédiaire possède un diamètre plus large dans sa partie supérieure afin de pouvoir reposer sur ce palier. L'extrémité inférieure de l'axe vertical inférieur est arrondie pour minimiser les frottements en cas de contact avec le fond de la cuve. Un trou est percé dans l'axe vertical inférieur afin d'accueillir la goupille soutenant le moyeu de l'hélice. Ce trou doit être percé de manière à ce que l'hélice soit positionnée à 1/3 de la hauteur de la cuve.

Les deux parties de l'axe vertical doivent être parfaitement droites et alignées afin d'éviter une rotation décentrée de l'hélice.

## G. MOYEU DE L'HELICE (N°15)

Le moyeu de l'hélice est une pièce cylindrique dont le diamètre supérieur est rétréci afin d'y passer une goupille lors de la fixation sur l'axe. Trois encoches accueillant les pales sont inclinées de 45° et disposées autour du moyeu tous les 120°.

Le moyeu est fixé sur l'axe vertical inférieur à l'aide d'une goupille. Le moyeu doit être percé pour accueillir la goupille, et ceci doit être réalisé avant de souder les pales de l'hélice pour éviter que les pales ne gênent l'utilisation de la foreuse.

## H. PALES (N°15)

Veiller à la rectitude des pales et à l'état des surfaces du matériau (corrosion, irrégularités, etc.) est primordial. La soudure doit être régulière et ne pas présenter de trous. Ceux-ci accueilleraient des gouttelettes d'HVP qui vieilliraient et détérioreraient la qualité des futurs mélanges.

## I. COUVERCLE (N°10)

Le couvercle est une plaque circulaire sous laquelle est soudé un cerceau métallique centré facilitant l'alignement du couvercle et le maintien de celui-ci sur la cuve.

Le couvercle est découpé dans une tôle de 5 mm à l'aide d'une meule puis parfaitement adapté pour épouser l'ouverture supérieure du fût de 200 L. Le couvercle doit être parfaitement stable et bien arrimé car toutes les forces motrices y sont concentrées.

Pour former le clapet d'admission, un morceau du couvercle est découpé et conservé. Le clapet est obtenu en soudant une charnière au couvercle d'une part, et au morceau découpé d'autre part. La découpe doit être nette.

Trois ailettes de fixation sont installées sur le mélangeur pour solidariser le fût avec le couvercle. Celles-ci sont espacées de 120° les unes des autres et soudées au mélangeur. Les ailettes soudées au couvercle doivent être alignées avec les ailettes soudées au fût afin de pouvoir visser le couvercle au fut. Assembler tout le mélangeur avant de souder les ailettes afin de pouvoir déterminer la position idéale du couvercle sur le fût.

Deux poignées sont soudées sur le bord du couvercle pour faciliter le déplacement de celui-ci.

## J. SUPPORTS PALIERS (N°13)

Les supports peuvent être découpés dans des fers en U d'une largeur suffisante pour fixer les paliers à semelles qui maintiennent les axes. On veillera à la rectitude de la découpe du support vertical afin que celui-ci soit perpendiculaire une fois soudé au couvercle.

## K. MANIVELLE (N°1)

Il faut particulièrement veiller à centrer le moyeu de la manivelle. Pour assurer la fixation de la manivelle sur l'axe horizontal, celle-ci est fixée à l'aide d'une saignée dans le moyeu de la manivelle et d'un ergo soudé à l'axe (pour la rotation), ainsi qu'une vis en bout d'axe (pour la translation).

La poignée de la manivelle est constituée d'une barre soudée à la roue et d'un tuyau glissé sur cette barre, bloqué en translation par une vis mais libre en rotation pour faciliter l'actionnement de la manivelle.

## L. ENGRENAGES (N°4)

Les engrenages peuvent être achetés d'occasion ou usinés. Dans ce dernier cas, on veillera à la régularité et à la qualité du fraisage afin d'éviter le jeu et des à-coups entre les deux engrenages.

Pour la régularité de ces deux pièces maîtresse, il serait bon de prospecter dans les ateliers de mécanique voiture pour trouver des engrenages de récupération.

Les engrenages sont fixés à l'aide de goupilles sur les axes. La position des engrenages doit être parfaitement ajustée sur les axes avant de percer les trous des goupilles dans les axes.

## M. SUPPORT DE CUVE

Les dimensions des cornières doivent être adaptées aux dimensions de la cuve. Il convient de vérifier que le support ne soit pas en porte-à-faux pour assurer la stabilité de la cuve.

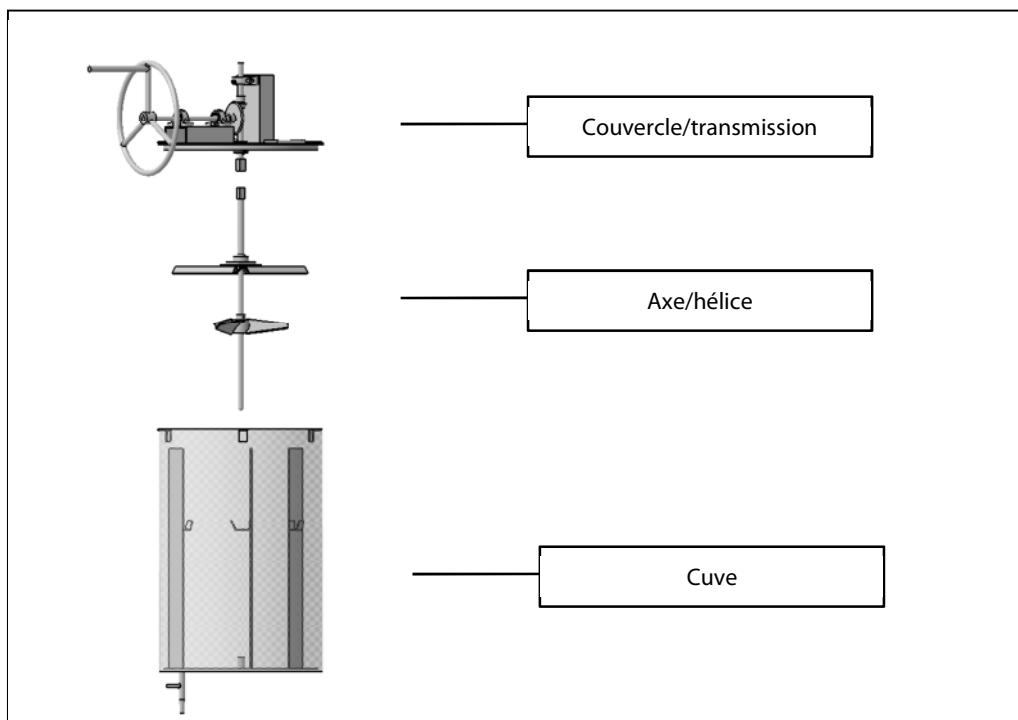
Les cornières ne peuvent pas être trop larges car le robinet de vidange est fixé près du bord de la cuve.

## 5. ASSEMBLAGE

Le mélangeur est constitué de quatre « systèmes » ou ensembles de pièces :

- Le couvercle et l'ensemble du mécanisme de transmission
- L'axe principal avec l'hélice et le palier central
- La cuve
- Le support de la cuve

Ces quatre systèmes sont simplement emboîtés et peuvent se séparer l'un de l'autre facilement afin de permettre l'entretien du mélangeur.

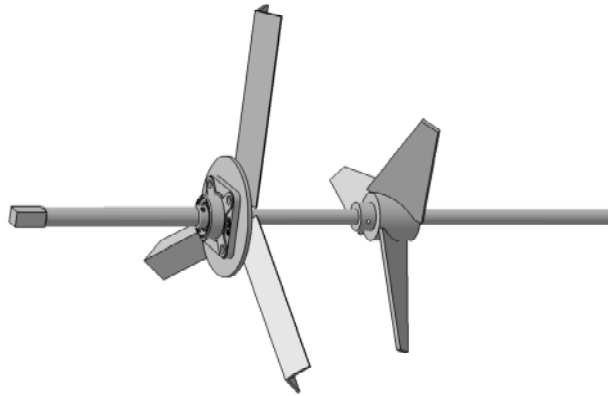


### A. CUVE

Le système « cuve » est constitué du fût, de trois baffles, de la bague de guidage, du robinet de vidange et des ailettes de fixation du couvercle. Les baffles, la bague et les ailettes sont soudés au fût. La soudure doit être d'une grande précision car il ne faut pas fragiliser la paroi du fût.

Le robinet de vidange est vissé au fond du couvercle dans le pas de vis prévu à cet effet. Afin d'assurer l'étanchéité de la jonction, il faut enrouler une bande de téflon autour du pas de vis mâle avant de fixer la vanne au fût. Réalisez une bonne dizaine de tours avec la bande de téflon pour obtenir un bon serrage et une bonne étanchéité.

## B. AXE/HELICE

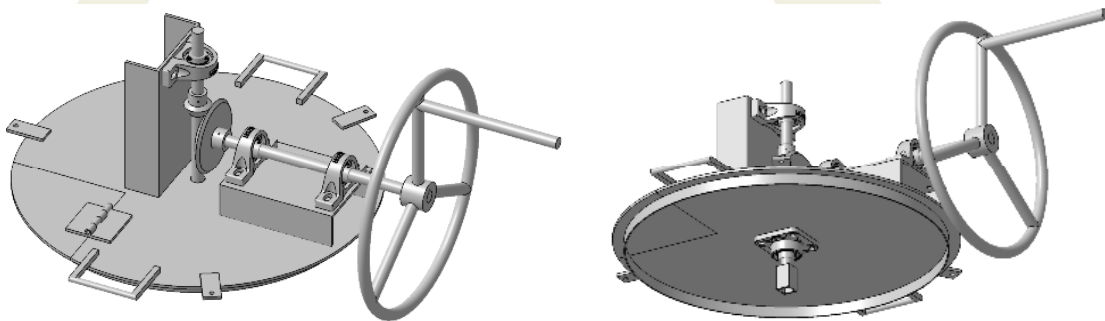


Le système axe/hélice est constitué de l'axe principal, du palier intermédiaire et de son support, et de l'hélice. Le palier intermédiaire est vissé à son support, puis l'ensemble est glissé le long de l'axe (par le bas) jusqu'au niveau où l'axe s'élargit. A ce niveau, l'axe doit être usiné de sorte que le palier serre l'axe. Utilisez les vis de serrage du palier pour le fixer parfaitement. Le renflement de l'axe doit reposer sur la partie mobile du palier pour être supporté sans frottement. Une fois le palier fixé, glissez l'hélice et fixez-la à l'axe à l'aide d'une goupille.

L'hélice doit être positionnée à un tiers de la hauteur de la cuve, et le palier environ à la moitié de la hauteur.

Le système axe/hélice doit s'emboîter facilement dans la cuve, faites attention aux soudures des baffles car elles peuvent gêner le passage du palier intermédiaire. Il est crucial qu'il n'y ait aucun jeu lorsque le système est posé dans la cuve : ce jeu peut entraîner une déformation de l'axe au fil de son utilisation.

## C. COUVERCLE/TRANSMISSION



Le système de transmission est la partie nécessitant le plus de précision. Pour l'assemblage, procédez comme suit :

Commencez par l'axe vertical, glissez le palier plat jusqu'au bout de l'axe. Il doit tenir à l'axe par serrage. Passez l'axe à travers le trou du couvercle et vissez le palier au couvercle. Glissez l'engrenage puis le palier à semelle. Ce palier est fixé à l'axe par serrage. Ajustez la position du support vertical et soudez-le au couvercle. Vissez le palier au support vertical. L'engrenage n'est pas encore fixé.

Glissez les 2 paliers sur l'axe horizontal, fixez-les par serrage, puis glissez l'engrenage et vissez les paliers au support horizontal. Ajustez la position des engrenages, marquez les positions puis démontez les deux axes et percez les engrenages et les axes pour y passer des goupilles. Il est crucial d'ajuster parfaitement les engrenages avant de les fixer, la qualité de la transmission en dépend.

Remontez le système de transmission en fixant maintenant les engrenages à l'aide de goupilles.

Les ailettes, poignées et charnières peuvent être fixées à la fin du montage. Le clapet doit être positionné de manière à être ouvert facilement, sans être gêné par le mécanisme de transmission.



## 6. TEST D'ÉTANCHEITE

Un test d'étanchéité présente deux objectifs. D'une part, il permet de s'assurer de l'absence de fuite lorsque la cuve est remplie et d'autre part de s'assurer que l'effort à fournir pour engendrer la rotation de l'hélice n'est pas trop important.

- Ouvrir le clapet d'admission.
- Remplir entièrement la cuve avec de l'eau.
- Refermer le clapet d'admission.
- Actionner la manivelle à 1 tour par seconde pendant 5 minutes.
- S'assurer de l'absence de fuites.
- Vider la cuve à l'aide du robinet de vidange.
- Enlever le couvercle et retirer l'axe central.
- Essuyer la cuve et toutes les pièces à l'aide d'un chiffon sec.
- Laisser sécher au soleil.

**Il est impératif de sécher immédiatement la cuve et l'ensemble des pièces afin d'éviter la rouille !**

### ILLUSTRATIONS



Figure 5 : Couvercle et système de transmission



Figure 6 : Contre-pale soudée au fût



Figure 7 : Support palier intermédiaire



Figure 8 : Coloration de l'HVP de jatropha

Crédits photos : © Geres / Iram / AMEDD

Avec le soutien financier de :

**POUR PLUS D'INFORMATIONS :**  
Plans et gabarits du mélangeur  
disponibles sur [www.jatroref.org](http://www.jatroref.org)  
[mali@geres.eu](mailto:mali@geres.eu)



Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité du projet ALTERRE Mali (réseau JATROREF) et ne peut aucunement être considéré comme reflétant le point de vue de l'Union Européenne ni des autres partenaires financiers.