

Sommaire

Introduction générale.....1

Chapitre 1 : Généralités sur les boîtes de vitesses خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة. معرفة.

- I.1. Introduction..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I. 2. But de la boîte de vitesses..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I. 3. Nécessité du changement de vitesse خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I.4. Les boîtes de vitesses classiques (Les boîtes de vitesses manuelles). خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - I.4.1. Principe de la boîte de vitesses à engrenages..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - I.4.2. Démultiplication / vitesses خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I.5. Fonctionnement des boîtes de vitesses manuelles..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I.6. Changement de vitesses..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I.7. les boîtes de vitesses automatiques..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- I.8. Comparaison des différentes boîtes de vitesses خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.

Chapitre II. Problèmes et Pannes de boîte de vitesses

- II.1 plaintes communes de boîte de vitesses خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - II. 1.1.Vibration خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - II.1.2. Désembrayage ou décrochage des vitesses..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - II.1.3. Section auxiliaire خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - II.1.4. Changements de vitesse difficiles خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - II.1.5. Chaleur خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
 - II.1.6 Bruit خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.

II.1.7. Bruits de boîte de vitesses.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.2. ENGRENAGES ET ARBRES	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.2.1. Entrechoquement.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.2.2. Défaillances d'engrenages.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.2.3. Marques de fabrication	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.2.4. Cliquetis des engrenages au ralenti	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.2.5. Déformation et fracture d'arbre	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3. ROULEMENTS	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.1. Fatigue	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.2. Lubrification.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.3. Brinellage.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.4. Usure de contact	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.5. Contamination.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.6. Désalignement.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.3.7. Production d'arcs.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4. ALIGNEMENT DE LA BOÎTE DE VITESSES	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.1. Alignement concentrique de la boîte de vitesses avec le moteur .	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.2. Carters usés	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.3. Guide de carter de volant moteur.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.4. Face de carter de volant moteur	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.5. Face du volant moteur	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.6. Alésage du guide de volant moteur	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.4.7. Carter d'embrayage de boîte de vitesses.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.5. OBLIQUITÉ DE L'ARBRE DE TRANSMISSION	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.5.1. Vibration de torsion.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.5.2. Prise de mesures	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.6. ENTRETIEN PRÉVENTIF	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.

II.6.1. Quotidien.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.6.2. Tous les 16 000 km (10 000 milles)	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.6.3. Tous les 32 000 km (20 000 milles)	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.6.4. Tous les 64 000 km (40 000 milles)	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.6.5. Tous les *80 000 km (50 000 milles)	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.6.6. Recommandations d'entretien préventif Fuller ^{MD}	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
II.7. LUBRIFICATION	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.

Chapitre III. Modélisation de la perte par barbotage et lubrification خطأ! الإشارة

المرجعية غير معرفة.

III.1. Introduction.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.2. Les pertes et la lubrification dans une boîte de vitesses automobile ..	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.3. Les lubrifiants de boîtes de vitesses	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.4 Principales sources de pertes dans une boîte de vitesses	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.5. Les propriétés du lubrifiant dans les modèles de pertes dépendantes de la charge.....	خطأ! الإشارة
المرجعية غير معرفة.	
III.6. Les propriétés du lubrifiant dans les modèles de pertes indépendantes de la charge...	خطأ! الإشارة
المرجعية غير معرفة.	
III.7. Pertes par barbotage.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.1. Modèle de Terekhov	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.2. Modèle de Boness	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.3 Modèle de Lauster.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.4 Modèle de Changenet	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.5 Modèle de Höhn.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.6. Modèle analytique de Seetharaman et Kahraman	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.7.7 Analyse critique des différents modèles	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
III.8. Lubrification par barbotage.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
Références bibliographiques:.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.

Les listes des tableau

Tableau I.1 :Comparaison des différentes boites de vitesses

Tableau II.1 :Remplissage initial sur les unités neuves. Voir la section LUBRIFICATION.

RÉPÉTER CE PROGRAMME APRÈS 160 000 KM (100 000 MILLES)

Tableau III.1. Répartition des pertes obtenues par Roulet

Tableau III.2. Comparaisons entre les couples de perte mesurée et calculé avec différents modèles

Les listes des figures

Figure I.1. Boite de vitesses à baladeur unique

Figure I.2 Boite de vitesses à baladeurs multiples

Figure I.3. Boîte de vitesses à prise constante avant (4 vitesses)

Figure I.4. Boîte de vitesses à prise constante arrière (4 vitesses)

Figure I.5. Exemple de crabotage de prise directe

Figure I.6. Entrée des dents

Figure I.7. Boite de vitesses silencieuse (principe)

Figure I.8. Synchroniseur

Figure I.9. Synchroniseur Porsche

Figure I.10. Boite de vitesses en première.

Figure I.11. Boite de vitesses en deuxième vitesse

Figure I.12. Boite de vitesses en troisième vitesse

Figure I.13. Boite de vitesses en marche arrière

Figure I.14. Disposition des vitesses pour les leviers de changement de vitesse montés sur la colonne de direction ou au plancher

Figure I.15. Boite à vitesses manuelle pour conducteur intransigeant

Figure I.16. Boite automatique hydraulique récente, le levier de la boite est parfois monté près de volant

Figure I.17. Les boîtes robotisées sont presque toutes commandées du volant

Figure I.18. La boîte CVT ressemble à une boite automatique conventionnelle

Figure I.19. Plusieurs marques automobiles proposent la boîte DSG

Figure II.1. *Cannelures usées par contact*

Figure II.2. *Goupilles de synchroniseur brisées*

Figure II.3. *Usure des cannelures d'arbre d'entrée*

Figure II.4. *Dents d'embrayage broutées*

Figure II.5. Tige de commande de fourchette usée

Figure II.6. *Dents d'embrayage broutées*

Figure II.7. Arbre principal déformé

Figure II.8. Écaillage du chemin de roulement

Figure II.9. Usure de chemin de bille causée par la pression d'un faux-rond

Figure II.10. Roulement brûlé et écaillé

Figure II.11. Chemin de roulement brinellé

Figure II.12. Chemin de roulement externe usé par contact

Figure II.13. Chemin de roulement contaminé

Figure II.14. Désalignement de roulement

Figure II.15. Production d'arcs

Figure III.1. Vue en écorché d'une boîte de vitesses PSA

Figure III.2. Vue d'une rigole de récupération d'huile dans une boîte de vitesses manuelles
PSA

Figure III.3. Pertes mesurées par Iritani (Rapport de 5ème engagé, $N=4000$ tr/mn, couple de 20 Nm)

Figure III.5. Répartition des pertes calculées
(Rapport de 6ème engagé, $N=3000$ tr/mn, couple de 150 Nm) d'après Changenet

Figure III.4. Pertes mesurées par Iritani [14]
(Rapport de 5ème engagé, $N=4000$ tr/mn, couple de 20 Nm)

Figure III.6. Pertes par barbotage mesurées et calculées par différents modèles

Figure III.7. Comparaison entre le couple mesuré par Luke et Olver [40] et calculé par la formulation de Boness

Figure III.8. Comparaison entre le couple mesuré par Luke et Olver [40] et calculé par la formulation de Terekhov

Figure III.9. Représentation de la circulation globale d'huile dans une boîte de vitesses manuelle à 5 rapports

Les symboles :

$$F \times 2 \times 3,14 \times R \times N / 60 \quad \eta = f \times 2 \times 3,14 \times r' \times N' / 60$$

$$C \times 2 \times 3,14 \times N / 60 \quad \eta = R \times 2 \times 3,14 \times N' / 60$$

$$C = 1 / \eta \times R \times N' / N$$

$$k = \frac{-0,03}{400} \cdot (T - 273) + 0,14 \quad C_p = 3,5(T - 273) + 1800 \quad \rho_T = \rho_{15} - 0,00065(T - 288)$$

$$\log(\log(v + 0,6)) = A \log T + B \quad P_{engr} = H_v P_t \quad C_f = 0,0127 \log_{10} \left[\frac{3,17 \times 10^8 F}{\mu V_s U^2} \right]$$

$$C_1 = f_1 F_{eq}^a D_{moy}^b \quad C_{sl} = G_{sl} \mu_{sl} \quad C_a = \frac{4\pi^2 \rho_v L R^3 (\Delta N)}{60j}$$

$$C_0 = 10^3 f_0 (vN)^{2/3} d_m^3 \quad \text{si } vN > 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.m} \quad C_0 = 16 f_0 d_m^3 \quad \text{si } vN < 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.mn}$$

$$C_{barb} = \rho \omega^2 b R_p^4 C_m \quad C_m = 2,63 Re^{-0,6} Fr^{-0,25} \left(\frac{h}{R_p} \right)^{1,5} \left(\frac{b}{R_p} \right)^{-0,17} \left(\frac{V_p}{V_0} \right)^{-0,73}$$

$$\text{Si } Fr^{-0,25} Re^{-0,6} > 8,7 \cdot 10^{-3} : \quad C_m = 4,57 Re^{-0,6} Fr^{-0,25} \left(\frac{h}{R_p} \right)^{1,5} \left(\frac{b}{R_p} \right)^{-0,4} \left(\frac{V_p}{V_0} \right)^{-0,5}$$

$$C_m = \frac{5,10^9}{Re^2} \quad C_{barb} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 S_m R_p^3 C \quad C_{barb} = \rho \omega^2 b R_p^4 C_m \quad C_{ch} = \frac{1}{2} \rho_{huile} \omega^2 R_p^3 S_m C_1 \quad \gamma = \omega^2 (R_p b m)^{1/2}$$

- Si $\gamma = \Omega^2 (R_p b m)^{1/2} < 750 \text{ m/s}^2$ et $\frac{\Omega R_p b}{v} = Rec < 4000$

$$C_m = 1,366 \left(\frac{h}{D_p} \right)^{0,45} \left(\frac{V_0}{D_p^3} \right)^{0,1} Fr^{-0,6} Rec^{-0,21} \left(\frac{b}{R_p} \right)^{0,21}$$

- Si $\gamma < 750 \text{ m/s}^2$ et $Rec > 4000$

$$C_m = 0,239 \left(\frac{h}{D_p} \right)^{0,45} \left(\frac{V_0}{D_p^3} \right)^{0,1} Fr^{-0,6} \left(\frac{b}{R_p} \right)^{0,21}$$

- Si $\gamma > 1250 \text{ m/s}^2$ et $Rec < 4000$

$$C_m = 20,8 \left(\frac{h}{D_p} \right)^{0,85} \left(\frac{V_0}{D_p^3} \right)^{-0,35} Fr^{-0,88} Rec^{-0,21} \left(\frac{b}{R_p} \right)^{0,85}$$

- Si $\gamma > 1250 \text{ m/s}^2$ et $Rec > 4000$

$$C_m = 3,644 \left(\frac{h}{D_p} \right)^{0,85} \left(\frac{V_0}{D_p^3} \right)^{-0,35} Fr^{-0,88} \left(\frac{b}{R_p} \right)^{0,85}$$

$$C_{barb} = C_{sp}C_1e^{C_2(U_t/10)}$$

$$Pd = \frac{C_{sp}}{P_{dp} + P_{df}} \left(\frac{2R_{a2}}{3R_{a2}} \right) \left(\frac{4d_2}{3R_{a2}} \right)^{1.5}$$

$$P_{dp}=4\mu bR_a^2\omega^2\phi$$

$$\phi = cos^{-1}\left(1-\frac{h}{R_a}\right)^{0.5} + \frac{d_2}{10} \Big) + 0,0128\left(\frac{b}{10}\right)^3$$

$$Re < 10^5 \sim 10^6 \qquad C_2 = \frac{d_1 + d_2}{800} + 0,2$$

$$P_{df} = \frac{0,41\rho\mu^{0,5}\omega^{2,5}R_a^2S_{df}}{\sqrt{\sin\phi}}$$

$$\text{ou } S_{df} = R_a^2 \left[\frac{\pi}{2} - sin^{-1} \left(1 - \frac{h}{R_a} \right) - \left(1 - \frac{h}{R_a} \right) \sqrt{\frac{h}{R_a} \left(2 - \frac{h}{R_a} \right)} \right]$$

$$P_{df} = \frac{0,025\rho\mu^{0,14}\omega^{2,86}R_a^{2,72}S_{df}}{(\sin\phi)^{0,14}}$$