

LA BOÎTE DE VITESSES ÉLECTROMAGNETIQUE COTAL

La boîte Cotal diffère nettement des boîtes mécaniques classiques, non seulement en raison de l'intervention d'un dispositif électromagnétique, mais encore du fait qu'elle met en oeuvre des trains d'engrenages épicycloïdaux dont les couronnes sont freinées par des électro-aimants. Au surplus, avec deux trains d'engrenages planétaires, quatre rapports effectifs peuvent être obtenus.

Pour mieux faire saisir le fonctionnement d'une telle boîte, il n'est pas inutile sans doute de rappeler le principe des engrenages épicycloïdaux. Un train épicycloïdal se compose, en principe (fig. 1) d'une couronne planétaire à denture intérieure A, d'une couronne planétaire intérieure B dentée extérieurement, d'un ensemble de pignons satellites C à denture extérieure, tournant sur leurs axes D, lesquels sont fixés sur un plateau E. Le plateau E peut tourner, soit sur l'arbre portant le planétaire B, soit sur un prolongement de l'arbre portant le planétaire A. Suivant que les pièces A, B ou E sont motrices ou réceptrices, immobilisées ou libres, suivant le sens de rotation et les vitesses relatives, différentes combinaisons peuvent être obtenues.

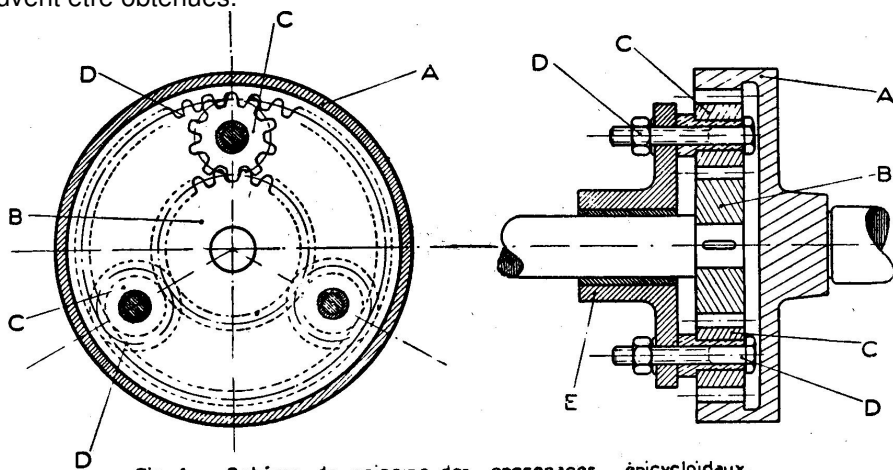


Fig. 1. Schéma de principe des engrenages épicycloïdaux.

Dans le cas de la boîte Cotal, on trouve deux trains montés en série sur un même arbre et dont les éléments sont soit immobilisés, soit solidarisés deux à deux au moyen d'accouplements électromagnétiques. Cette disposition permet d'obtenir, pour chacun des trains, deux vitesses, la « marche arrière » étant réalisée au moyen d'un dispositif « inverseur de marche » qui donne les mêmes vitesses que pour la « marche avant ».

Avant d'entreprendre la description détaillée de la boîte Cotal, examinons brièvement sa conduite et ses avantages.

Pour l'utilisateur, la commande des vitesses comporte, indépendamment de la commande classique de l'embrayage un levier d'inversion de marche à trois positions : AV, PM, AR. Ce levier est placé sur le tableau de bord de la voiture.

En second lieu, un commutateur ou « contrôleur », placé sous le volant de direction, au moyen duquel on commande électriquement la mise en oeuvre de la combinaison de vitesses exigée par les conditions de circulation.

La manette du contrôleur se substitue au levier classique et se manoeuvre comme lui. Les positions sont repérées sur une grille au moyen de chiffres : 1, 2, 3, 4. Dans certains types de boîtes Cotal, le «4» est remplacé par la lettre «S», la «prise directe», dans ce cas, se situant en 3^o vitesse, et la 4^o étant «surmultipliée». A noter que la position de la manette, entre deux vitesses, correspond au point mort «électrique».

MISE EN MARCHÉ ET CONDUITE

Le levier d'inversion étant au point mort, on lance le moteur, on débraye au moyen de la pédale normale, on place le levier d'inversion sur la position de marche désirée – avant ou arrière – on place ensuite la manette du commutateur sous volant sur le plot de la première vitesse et, enfin, on lâche la pédale d'embrayage en accélérant le moteur.

Pour les combinaisons suivantes, on peut manoeuvrer suivant le processus traditionnel en observant que les opérations sont plus aisées à exécuter du fait que le déplacement de la manette du commutateur n'exige aucun effort. On peut, aussi bien, se dispenser de toucher à la pédale en passant les vitesses sans débrayer. Dans ce cas, pour « monter » les vitesses, on doit lâcher la pédale d'accélération, par contre, pour « descendre », continuer à accélérer.

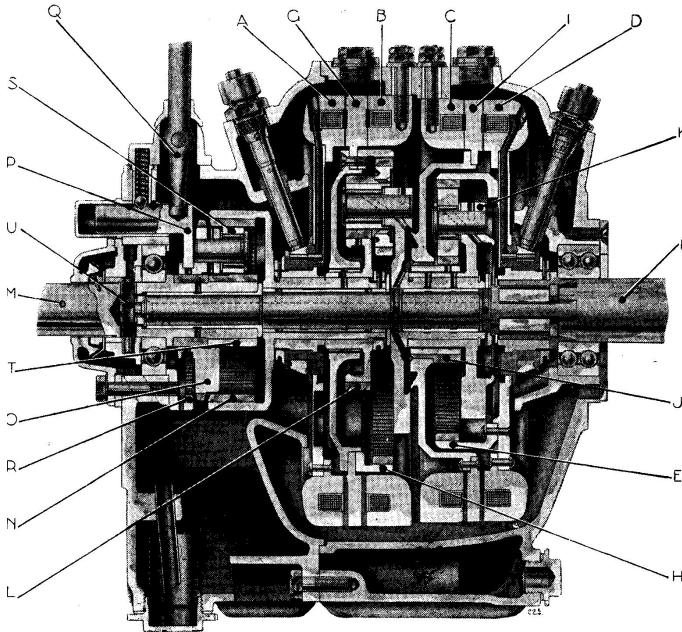
Pour l'arrêt, après freiné et débrayé au pied, on place le commutateur sous volant au point mort. Pour les arrêts prolongés, et pour éviter toute fausse manoeuvre, il convient de placer également le levier d'inversion à la position « point mort ».

En ce qui concerne la marche arrière, on ne doit utiliser que la 1^o ou la 2^o vitesse. Dans les boîtes « sur- multipliées », la 4^o combinaison n'est à mettre en oeuvre qu'au delà de 80 km/h. Enfin, dernières prescriptions, ne pas effectuer de descentes au point mort moteur calé, ni de remorquage sur une distance de plus de 100 km à une vitesse de 50 km/h. En effet, dans ces conditions le graissage de la boîte ne serait pas assuré.

La boîte Cotal a généralement donné entière satisfaction à tous ceux qui ont eu le loisir de l'expérimenter. Elle simplifie sensiblement les manoeuvres de changement de vitesses, en permettant cette opération à une cadence plus élevée que dans les boîtes ordinaires. Il peut en résulter un accroissement de la vitesse moyenne sur parcours accidenté.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA BOÎTE COTAL

Indépendamment des organes extérieurs de commande, la boîte électromagnétique se compose d'un carter en deux pièces, l'une côté embrayage, l'autre côté arbre de transmission aux roues, et renfermant les organes mécaniques et électriques. (Voir fig. 2.)



LÉGENDE

PARTIE ÉLECTRIQUE

- A Electro tournant.
- B Electro fixe.
- C Electro fixe.
- D Electro tournant.
- G Armature 1^{er} train.
- I Armature 2^{ème} train.

PARTIE MÉCANIQUE.

- M Arbre moteur
- F Arbre récepteur
- H Couronne sur armeture 1^{er} train.
- E Couronne sur arbre récepteur (electro tournant D)
- J Planétaire sur armature 2^{ème} train.
- L Planétaire sur arbre moteur (electro tournant A)
- K Porte satellite de liaison entre 1^{er} et 2^{ème} train.
- N Couronne d'inverseur.
- O Pignon porte-satellite de l'inverseur
- P Fourchette de baladeur sur inverseur.
- Q Doigt de commande de l'inverseur.
- R Denture fixe pour marche AR.
- S Satellite d'inverseur
- T Denture d'arbre moteur
- U Palette de pompe.

Ceux-ci comportent, d'une part, un arbre moteur M, correspondant à l'arbre primaire des boîtes classiques, et, d'autre part, un arbre récepteur F qui tourne, d'un côté, dans une bague située à l'extrémité de l'arbre moteur, et de l'autre dans un roulement porté par le carter.

Les mouvements de l'arbre récepteur sont commandés par un dispositif électromécanique comportant, en premier lieu le système de changement de marche (AV, AR et point mort), 2 trains épicycloïdaux, 4 électro-aimants circulaires dont 2 mobiles et 2 fixes, les premiers étant alimentés par l'intermédiaire de frotteurs agissant sur bagues en cuivre.

Il y a lieu de remarquer que dans le fonctionnement de la boîte Cotal, il n'y a aucun déplacement latéral de pièces, à l'exception du plateau d'inverseur de marche. Tous les autres organes, armatures, électroaimants, pignons et roues dentées n'ont qu'un seul mouvement possible de rotation sur leurs axes respectifs.

ORGANISATION MÉCANIQUE ET ÉLECTRIQUE

Pour cette partie et les suivantes, relatives au détail de la boîte Cotal et aux conditions de fonctionnement, nous nous empressons de mentionner que nous avons eu recours à l'étude très circonstanciée ainsi qu'à la documentation graphique établies par M. Delmas, directeur du bureau technique des pièces détachées de la Société des automobiles Peugeot.

On sait, en effet, que cette firme a le plus contribué à la diffusion de la boîte Cotal, qu'elle construit sous licence pour en munir un grand nombre de ses voitures des types 402 et 402 B légère.

PARTIE MÉCANIQUE

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, ce changement de vitesses comporte en premier lieu le dispositif d'inversion de marche (fig. 2) comprenant un pignon O porte-satellite d'inverseur pouvant tourner sur l'arbre M et présentant une denture extérieure ayant même nombre de dents que la denture de la couronne N. Il supporte également les satellites S de l'inverseur. Une fourchette P permet le coulissement d'avant en arrière du plateau O sur l'arbre M. Elle est verrouillée, pour chacune de ses positions (AV, AR, PM), par un dispositif à bille et ressort. Le levier d'inversion Q assure le déplacement de la fourchette, il est commandé par flexible depuis le tableau de bord. Les schémas de la fig. 3 illustrent le fonctionnement de l'inverseur pour les différentes positions du levier.

Quant au changement de vitesses proprement dit, il se compose de 2 trains planétaires comme l'indiquent schématiquement les fig. 4 et 4 bis où l'on voit, à gauche le premier train

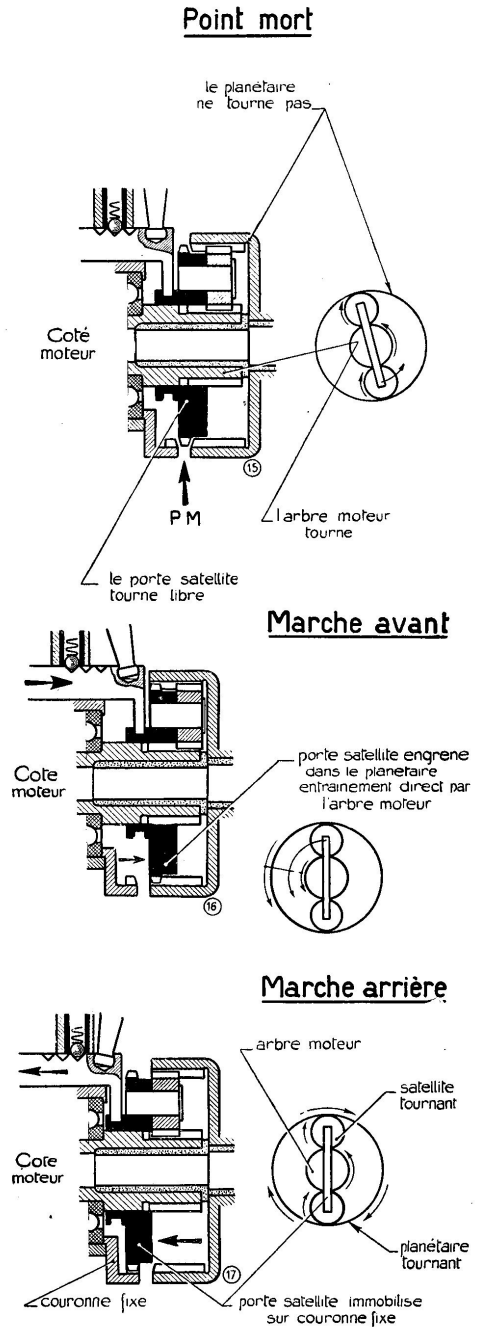


Fig. 3.

comprenant le planétaire L, ses satellites, la couronne H prolongée par l'armature G. Si l'armature G est fixe, ce premier train est démultiplicateur ; et il est, au contraire, entraîné directement, sans démultiplication si l'armature G est tournante. Le deuxième train (à droite de chaque fig.) comprend le planétaire J prolongé par l'armature I, les satellites, et enfin la couronne E. Ce train est « multiplicateur » si l'armature I est fixe, et il est, par contre, entraîné directement, sans multiplication, si l'armature I est bloquée sur la couronne tournante E.

Un porte-satellites double (partie hachurée de la fig. 4 et indiqué en K sur la fig. 2) est commun aux premier et deuxième train ; toujours en rotation, il assure la liaison constante entre ces derniers.

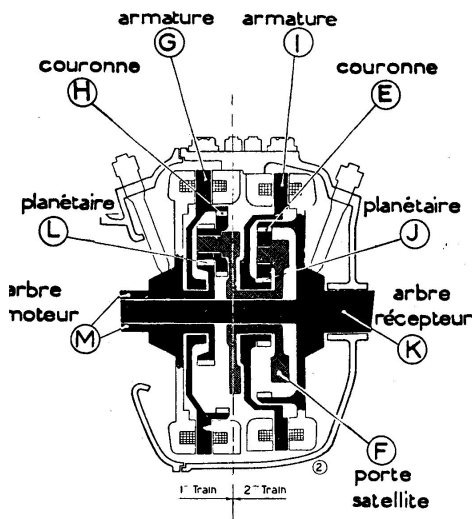


Fig. 4 . Boîte surmultipliée.

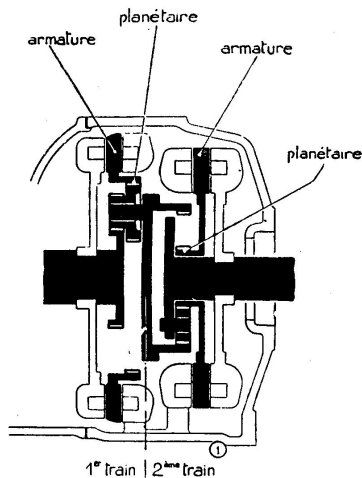


Fig. 4 bis Boîte normale.

Le blocage et l'entraînement des couronnes ou planétaires, qui, dans les trains, donnent les démultiplications, les multiplications ou les entraînements directs, sont assurés par le système électromagnétique suivant.

PARTIE ELECTRO-MAGNETIQUE

Sous l'action du courant reçu du contrôleur (sous volant de direction) les combinaisons de vitesses choisies sont assurées par immobilisation ou entraînement des armatures G et I (fig. 5 et 5 bis) qui constituent le dispositif électromagnétique de la boîte, et qui comprend 4 électro-aimants circulaires A, B, C et D placés en face des armatures G et I.

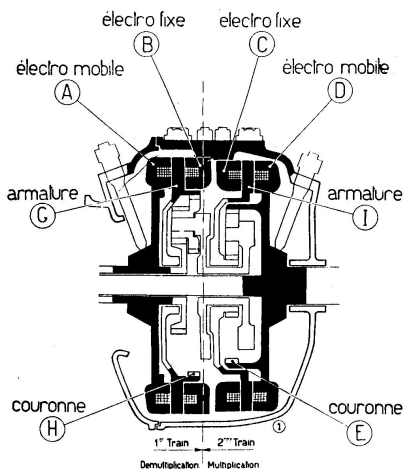


Fig. 5. Boite surmultipliée.

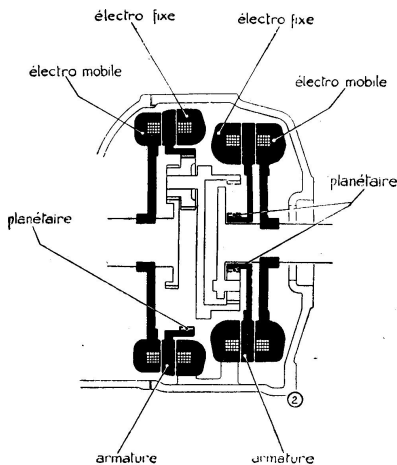


Fig. 5bis. Boite normale.

Quand un électro est mis sous courant, les lignes de force se ferment dans l'armature placée en regard et qui vient, par suite, s'immobiliser contre lui. S'il s'agit d'un électro fixe, B ou C, l'armature sera fixe. Si l'électro est tournant, A ou D, l'armature sera également tournante par entraînement.

En fonctionnement les électro-aimants sont alimentés par paires différemment combinées suivant qu'on se trouve en présence d'une boîte «normale» à 4 vitesses, avec prise directe en 4^e position, ou d'une boîte «surmultipliée» (type SM 3 ou SM 4).

COMPARAISON DES BOITES «NORMALE» ET «SURMULTIPLIÉE»

Comme on peut le remarquer sur le tableau I, bien qu'offrant toujours 4 combinaisons, il existe plusieurs versions de la boîte Cotal qui ont cependant comme points communs :

- même principe électromagnétique, soit 2 électros fixes et 2 mobiles et disposés de façon identique ;
- deux trains d'engrenages successifs à la suite de l'inverseur de marche ;
- premier train identique entre normale et sur- multipliée, mais c'est la combinaison avec le 2^e train qui donne des vitesses différentes en surmultipliées ;
- changement de vitesses sans trains baladeurs ;
- même principe de commande électrique à distance ;
- même consommation de courant (2 ampères par électro, soit 4 ampères) ;
- même dispositif de graissage.

Les différences consistent dans le fait que, par rapport à la boîte normale, la boîte «surmultipliée» présente :

- le 2^e train multiplicateur ;
- un étagement différent des vitesses ;
- une combinaison différente des électros fixes et mobiles.

Dans la suite de cette étude, nous nous attacherons plus particulièrement à décrire la boîte surmultipliée, qui est la plus intéressante à considérer. Notre description, toujours valable pour le principe, dans les deux cas, ne s'applique donc qu'aux boîtes SM 3 ou SM 4. Notons toutefois que du point de vue descriptif les différences essentielles portent sur la forme et la disposition du porte-satellites K de liaison entre le 1° et le 2° train, lié à l'arbre par un manchon au lieu d'être porté par un roulement à billes (boîte normale), d'autre part la couronne dentée E est solidaire de l'électro D (au lieu d'être solidaire de K).

Dans une boîte normale, la «prise directe» donne, à la sortie de la boîte, sur l'arbre récepteur, au 2° train, la vitesse du moteur. En surmultiplication, le 1° train donne déjà la vitesse du moteur, le 2° train multiplie cette vitesse au moyen de la disposition suivante (fig. 9)

- par l'effet du contacteur, l'armature I est collée sur l'électro fixe C, le planétaire J est immobile ;
- le porte-satellites K, par sa partie gauche, a reçu la vitesse du moteur, par suite, sa partie droite est animée de cette même vitesse, les satellites du 2° train, qui lui sont solidaires, roulent sur J tout en entraînant la couronne dentée E qui, elle, solidaire de l'arbre récepteur, transmet à ce dernier une vitesse multiple de celle qui anime le porte satellites. A titre indicatif, on a, pour une vitesse I à l'entrée du 2° train, une vitesse de 1,39 à la sortie.

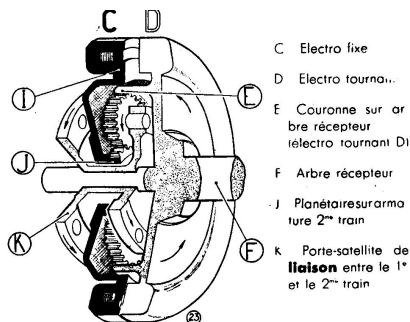


Fig. 9. Boîte surmultipliée -
2ème train multiplicateur -

FONCTIONNEMENT DE LA BOITE SURMULTIPLIÉE

Bien que le tableau II figurant la position des différents organes, pour les différentes combinaisons de la boîte, soit déjà suffisamment explicite, nous pensons devoir apporter les précisions suivantes afin de faire saisir plus rapidement le fonctionnement.

Avant toutes choses, rappelons que dans le cas de marche AV, l'inverseur entraîne directement le 1° train à la vitesse et dans le sens de rotation du moteur.

1° vitesse. On a sous tension l'électro fixe B et l'électro tournant D. L'électro B attire l'armature G en position fixe. L'électro D attire l'armature I en position tournante d'entraînement direct. L'armature du 1° train formant couronne étant immobilisée, on a ainsi une démultiplication. Les satellites tournant sens inverse du moteur, le planétaire tourne, lui, dans le sens du moteur, ainsi que le porte satellites K qui transmet la réduction de vitesse au 2° train. Quant au 2° train, l'armature I portant le planétaire J est bloqué électriquement sur l'électro tournant D portant la couronne E ; par suite, l'ensemble du 2° train tourne, tous engrenages bloqués, à la vitesse réduite du 1° train et dans le même sens que le moteur.

2° vitesse. Les électros fixes B et C sont sous tension. Dans ces conditions, le 1° train fonctionne comme dans le cas de la 1° vitesse. On a donc une démultiplication sur le 1° train, transmise – à cette vitesse réduite et dans le même sens de rotation que le moteur – par le porte-satellites K. Pour le 2° train, l'électro fixe C a attiré l'armature I en position fixe ; par suite, le planétaire J, qui, lui, est solidaire, est fixe également. Mais les satellites du 2° train, solidaires de K, sont amenés à rouler sur J en entraînant à une vitesse supérieure la couronne E de l'arbre récepteur. Il y a donc multiplication de la vitesse réduite du 1° train.

3° vitesse. Cette fois, on a sous tension, pour le 1° train, l'électro tournant A, et pour le 2° train l'électro, également tournant, D. Ainsi, les armatures G et I, respectivement attirées par A et D, sont tournantes. Dans ce dispositif, l'électro A portant le planétaire, et l'armature G portant la couronne H, tournent ensemble, engrenages bloqués, c'est-à-dire à la vitesse et dans le sens du moteur. Il y a entraînement direct, sans démultiplication. En ce qui concerne le 2° train, on a l'électro tournant D, portant la couronne E, qui entraîne avec lui l'armature I portant le planétaire du 2° train. I étant solidaire de D, le porte-satellites K assure une liaison entre deux entraînements directs, sans variation de vitesse ou de sens. On réalise ainsi la « prise directe » sans transformation de couple.

4° vitesse surmultipliée. On a sous tension, d'une part, comme ci-dessus, l'électro tournant A qui attire l'armature G, mais, d'autre part, l'électro fixe C qui attire l'armature I. Autrement dit, le 1° train fonctionne en direct, sans variation de vitesse ou de sens, comme dans le cas de la 3° vitesse. Cet entraînement est, comme habituellement, transmis au 2° train par le porte-satellites K. Par contre, C étant sous tension et fixe, l'armature I est fixe de même que le planétaire solidaire J. Les satellites de 2° train, portés par K, roulent sur J, en entraînant la couronne E (portée par l'électro D) à une vitesse supérieure qui multiplie la vitesse d'entraînement direct pris au 1° train par K.

GRAISSAGE – ENTRETIEN

Du fait de son organisation, la boîte Cotal exige une lubrification soignée et une vérification périodique du circuit électrique.

Pour le graissage, celui-ci est assuré par une pompe à palette U, chargée d'aspirer l'huile dans le carter et de la refouler dans l'arbre creux qui la distribue aux bagues, roulements et engrenages.

La qualité de l'huile est variable avec l'origine de la boîte. Pour les boîtes fabriquées par Peugeot on recommande la Mobiloil CW (ou l'équivalence). Cotal indique que la nature de l'huile à employer est en principe la même que celle du moteur : fluide en hiver, demi-fluide ou demi-épaisse en été.

IRRÉGULARITÉS DE FONCTIONNEMENT

Les irrégularités de fonctionnement peuvent être, soit d'ordre électrique, soit d'ordre mécanique. Dans ce dernier cas il est conseillé de retourner la boîte au constructeur ou à un de ses agents spécialisés pour ce genre de réparation.

Mais les anomalies se manifestent le plus souvent par un «patinage» de la boîte. Avant tout, s'assurer que ce phénomène n'a pas pour origine l'embrayage, ce que révélera assez facilement l'odeur caractéristique. Autrement, la boîte est à incriminer.

Les indications suivantes sont valables, quel que soit le type de boîte (N ou SM), sous réserve de tenir compte du tableau de concordance des électros avec les différentes vitesses. Voir tableau III.

Dans la majorité des cas, le patinage est provoqué par un contact défectueux des charbons ou des poussoirs des bornes fixes (encrassement, mauvaise portée, etc...). Le nettoyage ou le remplacement apportera le remède.

Si le patinage a lieu sur toutes les vitesses, la cause vient vraisemblablement d'un défaut d'alimentation. IJ on vérifiera alors toutes les connexions, et notamment celles du contrôleur.

Si la boîte patine sur une ou plusieurs vitesses, on procédera à une recherche systématique de l'origine. A cet effet, il convient, en premier lieu, de bien tenir compte des indications précieuses de l'ampèremètre.

En effet, il faut avoir à l'esprit la consommation nominale – par différence – de la boîte seule. Pour cela, on retiendra le débit marqué à l'ampèremètre, contact mis, mais boîte au point mort. Ensuite on placera la manette du contrôleur de vitesses successive- ment sur les quatre positions. En principe, on doit noter une augmentation de même ordre pour toutes les vitesses, la consommation de chaque électro étant de l'ordre de 2 ampères, soit, puisqu'il y a toujours 2 électros en service, 4 ampères que doit marquer l'ampère- mètre, en supplément de la consommation des autres services électriques du véhicule (bobine, jauge, montre, etc...).

Si, pour une vitesse, l'indication lue à l'ampèremètre est différente de celle qu'on doit lire normalement, c'est qu'il y a une anomalie sur les circuits correspondants.

Pour rechercher la ou les vitesses fautives, on pourra procéder en tenant compte du tableau de correspondance des électros. Voir tableau III.

COMBINAISON DES ELECTRO-AIMANT ET DES VITESSES

BOITE COTAL NORMALE

Vitesse	1er Train	2ème Train	Electro excités	Rapport des vitesses	
				Cotal SM3	Cotal SM4
1ère	Démultiplication	Démultiplication	Fixe B et fixe C	0,331	
2ème	Démultiplication	Prise directe	Fixe B et tournant D	0,46	
3ème	Prise directe	Démultiplication	Tournant A et fixe C	0,72	
4ème	Prise directe	Prise directe	Tournant A et tournant D	1,-	

TABLEAU N° 1

COMBINAISON DES ELECTRO-AIMANT ET DES VITESSES

BOITE COTAL SURMULTIPLIEE

Vitesse	1er Train	2ème Train	Electro-excités	Rapport des vitesses	
				Cotal SM3	Cotal SM4
1ère	Démultiplication	Prise directe	Fixe B et tournant D	0,46	0,43
2ème	Démultiplication	Multiplication	Fixe B et Fixe C	0,64	0,60
3ème	Prise directe	Prise directe	Tournant A et tournant D	1,-	1,-
4ème	Prise directe	Multiplication	Tournant A et fixe C	1,39	1,39

TABLEAU N° 2

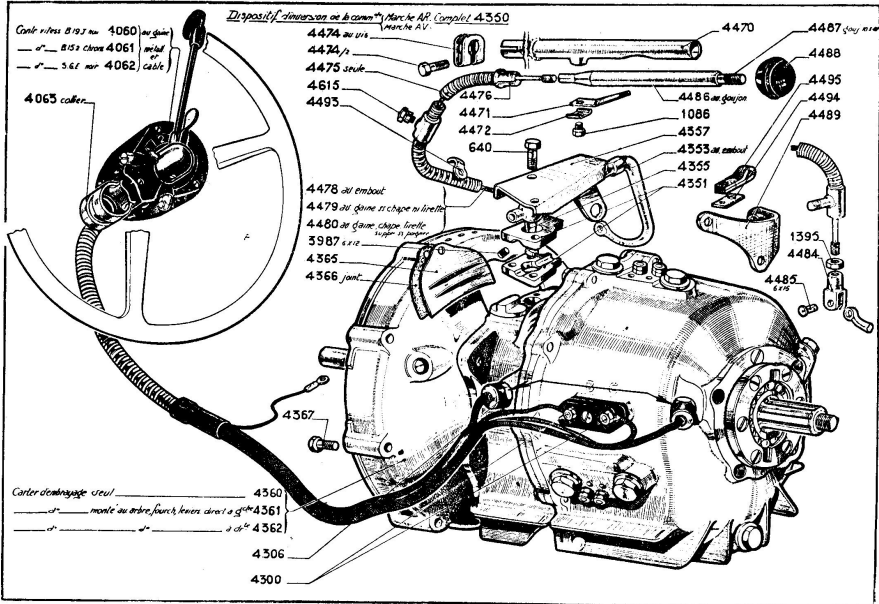
Tableau d'investigation pour recherches des causes
d'IRREGULARITES de FONCTIONNEMENT.

Vitesse	Electros à vérifier		
	Normale	SM	
1ère	B et C	B et D	1° une seule vitesse en panne
2ème	B et D	B et C	
3ème	A et C	A et D	
4ème ou S M	A et D	A et C	
1e et 2e	B	B	2° deux vitesses en panne
1e et 3e	C	D	
2e et 4e	D	C	
3e et 4e	A	A	
ou SM			

TABLEAU N° 3

PEUGEOT 402 B

BOITE NORMALE



BOITE "S M"

