

A. F. S. M. TP		Transmission de l'énergie mécanique	CI 3-1
Nom : CORRIGÉ		Boîte de vitesse Automatique AL4	S.T.S. AVA

Présentation du problème

Nous étudions une boîte de vitesses de Citroën Xantia 1.9D automatique. On souhaite déterminer les différents rapports de transmission de la boîte afin de savoir pour chacun d'eux :

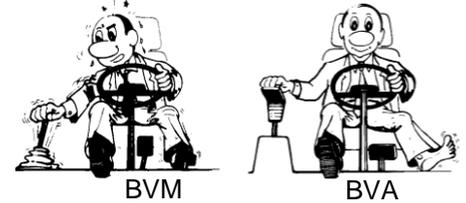
- ⇒ à quelle vitesse peut rouler la voiture sans sur régime moteur.
- ⇒ quel est l'étagement de boîte de vitesse.



Rq : La BVA AL4(PSA) ou DP0(Renault) équipe également les 206, 306, 307, 406, Vel Satis, Espace, C5, ...

1. Enoncé du besoin

La fonction principale d'une boîte de vitesses automatique est la même que celle d'une boîte manuelle : adapter le couple moteur et la vitesse moteur aux roues.

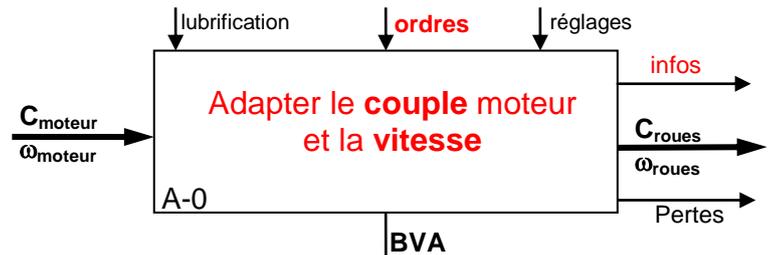


Q1) Compléter : La seule différence est que l'on souhaite...

- ⇒ **automatiser** le passage des rapports
- ⇒ **supprimer** la commande d'embrayage.

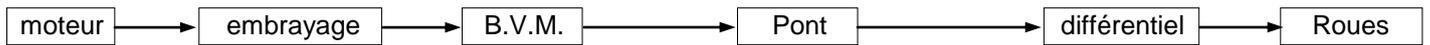
2. Fonction globale

Q2) Compléter le diagramme ci-contre :



3. Architecture d'une BVA

L'architecture d'un Groupe MotoPropulseur (GMP) doté d'une Boîte de Vitesse Manuelle (B.V.M.) est la suivante:



Celle d'un Groupe Motopropulseur doté d'une Boîte de Vitesse Automatique (B.V.A.) est le suivant :

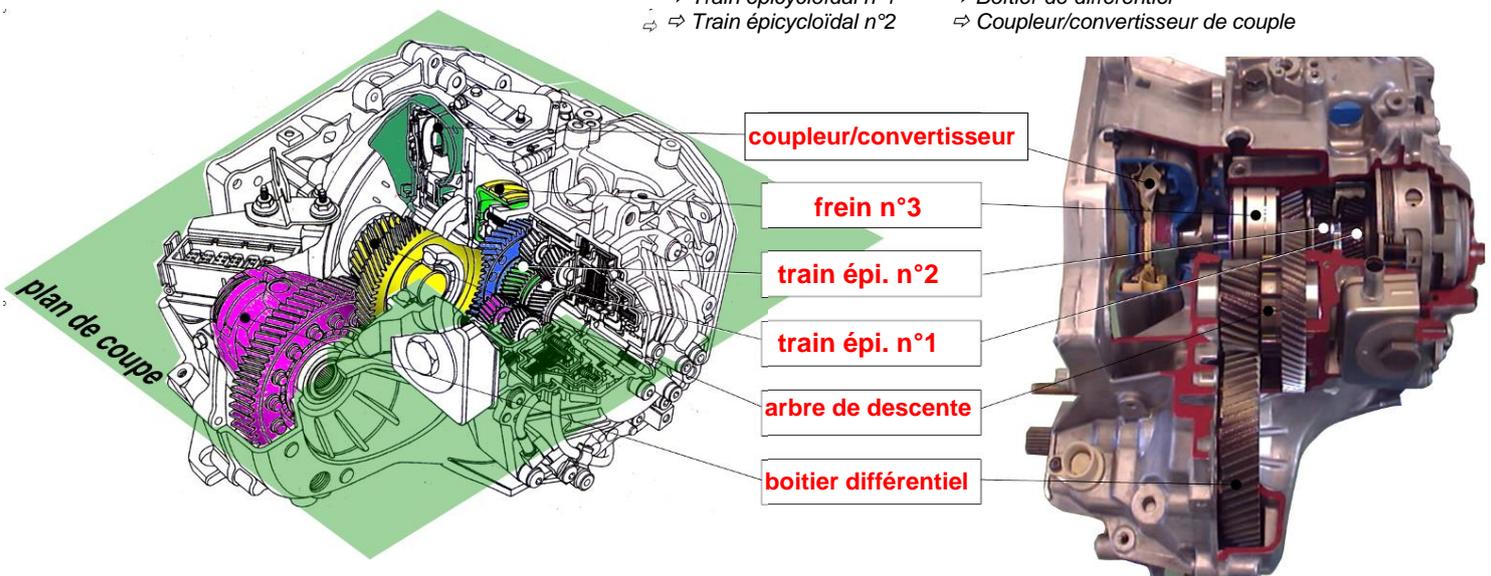


L'embrayage est remplacé par un coupleur-convertisseur qui assure hydrauliquement et en permanence l'accouplement du moteur à la boîte de vitesse. Un engrenage supplémentaire complète l'adaptation de puissance et déporte le pont-différentiel vers le bas, d'où son nom (de descente). La boîte de vitesse n'est plus constituée d'un train d'engrenage simple mais d'un ou plusieurs trains épicycloïdaux (Montage type Simpson) dont on vient contrôler alternativement l'un ou l'autre des constituants par des freins ou embrayages pour réaliser les différents rapports. C'est la structure et le fonctionnement de cette boîte que nous allons étudier.

4. Architecture de la BVA AL4

Q3) A partir du dessin d'ensemble page 6 du dossier technique, compléter la désignation des principaux éléments de la BVA parmi les propositions suivantes :

- ⇒ Frein n°3
- ⇒ Train épicycloïdal n°1
- ⇒ Train épicycloïdal n°2
- ⇒ Arbre de descente
- ⇒ Boîtier de différentiel
- ⇒ Coupleur/convertisseur de couple



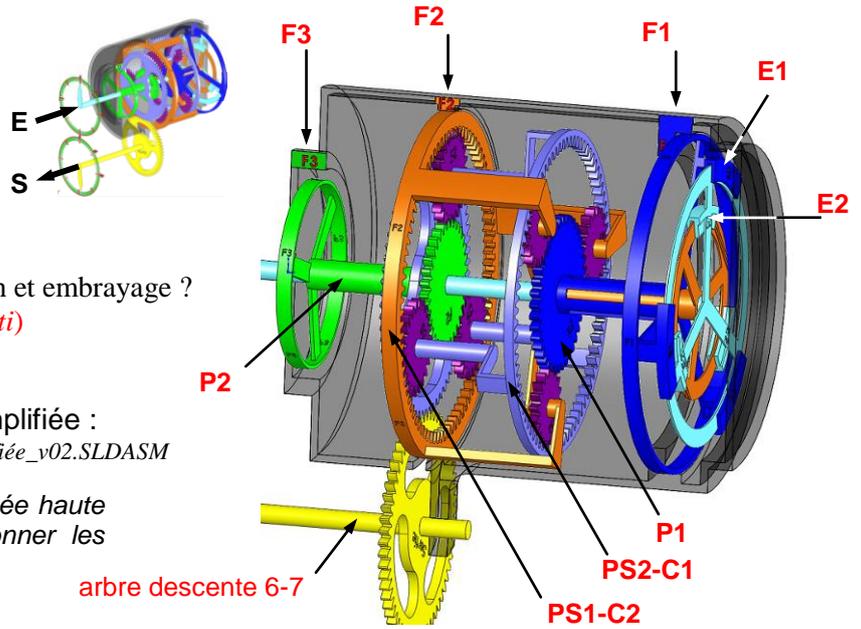
❑ Q4) Sur le dessin d'ensemble page 6, repérer visuellement les Freins F1, F2 et F3, ainsi que les embrayages E1 et E2.

Notez que le frein F1 est multidisque alors que les freins F2 et F3 sont des freins à bande (voire coupe CC et JJ)

Indiquer alors les composants que chacun d'eux solidarise parmi la liste suivante :

- ⇒ Bâti
- ⇒ Planétaire P2
- ⇒ Arbre de descente 6-7
- ⇒ Arbre d'entrée 1
- ⇒ Porte-satellite 1 PS1-C2
- ⇒ Planétaire P1
- ⇒ Couronne 1 C1-PS2

- F1 solidarise **planétaire P1** et **bâti**.
- F2 solidarise **PS1-C2** et **bâti**.
- F3 solidarise **planétaire P2** et **bâti**.
- E1 solidarise **planétaire P1** et **arbre d'entrée**.
- E2 solidarise **PS1-C2** et **arbre d'entrée**.



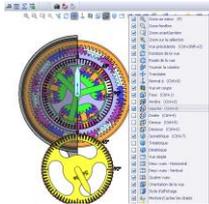
❑ Q5) Quelle distinction peut-on faire entre frein et embrayage ?

Frein : solidarise par rapport à pièce fixe (ex : bâti)

Embrayage : solidarise 2 pièces mobiles

🖥 Ouvrir la Maquette numérique simplifiée :

TP10-BVA_AL4\BVA_AL4_SW_SD_v03\BVA_AL4_Simplifiée_v02.SLDASM



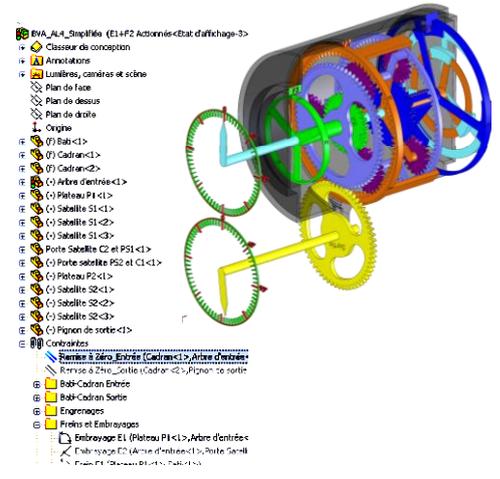
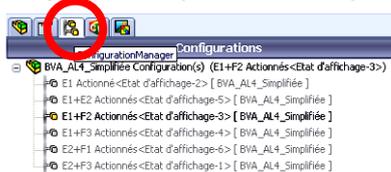
Personnaliser la barre de visée haute par un clic droit et sélectionner les vues de face et de gauche.

❑ Q6) Identifier sur la figure ci-dessus ↗ les différents éléments repérés parmi les propositions suivantes :

- ⇒ Frein F1
- ⇒ Frein F2
- ⇒ Frein F3
- ⇒ Embrayage E1
- ⇒ Embrayage E2
- ⇒ Arbre de descente 6-7
- ⇒ Porte-satellite/couronne PS1-C2
- ⇒ Porte-satellite/couronne PS2-C1
- ⇒ Planétaire P1
- ⇒ Planétaire P2

Le dossier technique décrit les différents rapports (P, R, N, 1, 2, 3, 4) qu'offre cette boîte ;

Vous allez analyser le fonctionnement simulé de la BVA AL4 en manipulant la Maquette numérique simplifiée. Cette maquette comporte 6 configurations accessibles par l'onglet « configuration manager » :



Rmq : en cas de difficultés, vous pouvez regarder la vidéo (Boite automatique 4HP20.mp4) qui explique les configurations pour les différents rapports. A noter que la BVA 4HP20 (voir fin doc. ressource) est quasiment identique à la BVA AL4; elle se distingue par l'utilisation de freins multidisques à la place de freins à bande (⇒ E = E2 ; B = E1 ; C = F1 ; D = F2 ; F = F3).

❑ Q7) Compléter le tableau :

Position du levier de vitesse	Rapport engagé	Embrayages / Freins				
		E1	E2	F1	F2	F3
P	P	X				
R	MAR	X			X	
N	N	X				
D	1	X				X
	2		X			X
	3	X	X			
	4		X	X		

❑ Q8) Appliquer Willis pour les 2 trains épicycloïdaux et exprimer les raisons basiques:

$$r_{b1} = \frac{\omega_{C1} - \omega_{PS1}}{\omega_{P1} - \omega_{PS1}} = \frac{-Z_{P1}}{Z_{C1}} = \frac{-33}{81} \approx -0,407$$

$$r_{b2} = \frac{\omega_{C2} - \omega_{PS2}}{\omega_{P2} - \omega_{PS2}} = \frac{-Z_{P2}}{Z_{C2}} = \frac{-40}{80} = -0,5$$

□ Q10) A partir des raisons basiques trouver à la question 8 et des configurations de la question 9, déterminer les rapports de réduction de la boîte (hors rapport de descente et rapport de pont) et compléter les cas suivants :

E1 seul : rien n'est bloqué. → **N** ou **P**

Il y a 3 paramètres cinématiques indépendants et deux relations. Il reste les paramètres ω_{p2} et ω_{ps2} (deux sorties de boîte dont seule ω_{ps2} est fonctionnelle) qui, bien que liés par r_{b2} ne peuvent être déterminés.

Aucun élément des deux trains n'offrant de résistance, l'énergie mécanique de transmission s'appuie sur la résistance des roues ($\omega_{c1} = \omega_{ps2} = 0$) et est ainsi canalisée vers P2 qui est entraîné sans but.

E1 + E2 : On rentre par P1 et PS1-C2

Les satellites S1 sont bloqués entre PS1 et P1 ⇒ C1 n'a aucun mouvement relatif par rapport à P1 ou PS1.

→ prise directe ⇒ $r_1 = r_2 = 1$

E1 + F1 : INTERDIT → P1 est à la fois entraîné par le moteur et bloqué !

E1 + F2 : On rentre par P1 → train n°2 inactif

$$\text{hyp : } \begin{cases} \omega_E = \omega_{P1} \\ \omega_S = \omega_{C1} \\ 0 = \omega_{PS1} \end{cases} \Rightarrow r_{b1} = \frac{\omega_{C1}}{\omega_{P1}} = r_1 = -0,407 \rightarrow \text{MAR}$$

E1 + F3 : On rentre par P1 cas le moins évident car les 2 trains sont imbriqués. On cherche $r_{BV} = \frac{\omega_{C1}}{\omega_{P1}}$

F3 est actionné et bloque P2, pignon "solaire" du train n°2. C'est le blocage de P2 qui impose le rapport du train n°2 (P2+PS2+ C2) qui lui-même impose son rapport au train n°1 (P2+PS2+ C2) qui lui est imbriqué en vertu des relations suivantes : → $\omega_{C1} = \omega_{PS2}$; $\omega_{C2} = \omega_{PS1}$ (a)

$$\text{pour le train n°2} \rightarrow \text{hyp : } \begin{cases} \omega_E = \omega_{C2} \\ \omega_S = \omega_{PS2} \\ 0 = \omega_{P2} \end{cases} \Rightarrow r_{b2} = \frac{\omega_{C2} - \omega_{PS2}}{-\omega_{PS2}} = -0,5 \Rightarrow r_2 = \frac{\omega_{PS2}}{\omega_{C2}} = \frac{1}{1,5} = 0,667 \quad (b)$$

$$\text{pour le train n°1} \rightarrow \text{hyp : } \begin{cases} \omega_E = \omega_{P1} \\ \omega_S = \omega_{C1} \end{cases} \Rightarrow r_{b1} = \frac{\omega_{C1} - \omega_{PS1}}{\omega_{P1} - \omega_{PS1}} = -0,407 \text{ soit } \omega_{C1} - \omega_{PS1} = 0,407 \times \omega_{PS1} - 0,407 \times \omega_{P1}$$

Or avec (a) et (b) on a : $r_2 \Rightarrow 1,5 \times \omega_{C1} = \omega_{PS1}$

$$\Rightarrow \omega_{C1} = 1,5 \times 1,407 \times \omega_{C1} - 0,407 \times \omega_{P1} \text{ soit } r_1 = \frac{\omega_{C1}}{\omega_{P1}} = \frac{0,407}{1,5 \times 1,407 - 1} = 0,367 \rightarrow 1^{\text{ère}}$$

E2 + F1 : On rentre par PS1-C2 → train n°2 inactif

$$\text{hyp : } \begin{cases} \omega_E = \omega_{PS1} \\ \omega_S = \omega_{C1} \\ 0 = \omega_{P1} \end{cases} \Rightarrow r_{b1} = \frac{\omega_{C1} - \omega_{PS1}}{-\omega_{PS1}} = -0,407 \Leftrightarrow \omega_{C1} - \omega_{PS1} = 0,407 \times \omega_{PS1} \text{ soit } r_1 = \frac{\omega_{C1}}{\omega_{PS1}} = 1,407 \rightarrow 4^{\text{ème}} \text{ surmultipliée}$$

E2 + F2 : INTERDIT → PS1-C2 est à la fois entraîné par le moteur et bloqué !

E2 + F3 : On rentre par PS1-C2 → train n°1 inactif

$$\text{hyp : } \begin{cases} \omega_E = \omega_{C2} \\ \omega_S = \omega_{PS2} \\ 0 = \omega_{P2} \end{cases} \Rightarrow r_{b2} = \frac{\omega_{C2} - \omega_{PS2}}{-\omega_{PS2}} = -0,5 \Leftrightarrow \omega_{C2} - \omega_{PS2} = 0,5 \times \omega_{PS2} \text{ soit } r_2 = \frac{\omega_{PS2}}{\omega_{C2}} = \frac{1}{1,5} = 0,667 \rightarrow 2^{\text{ème}}$$

□ Q11) Pour chacun des symptômes listés ci-dessous, proposer une ou des pistes de diagnostic.

Symptômes	Elément(s) défectueux
Pas de 1 ^{ère} , pas de 3 ^{ème}	E1 défectueux ou électrovanne associée : EVS2 (13) ; voie 9 calculateur
Pas de 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème}	E2 défectueux ou électrovanne associée : EVS3 (14) ; voie 7 calculateur
Pas de 1 ^{ère} et 2 ^{ème}	F3 défectueux ou électrovanne associée : EVS4 (15) ; voie 13 calculateur