

Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION 2010	
Spécialité : APRES-VENTE AUTOMOBILE	Code : AVE4SCP	
Épreuve : E4 ANALYSE DES SYSTEMES ET CONTROLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	Coef : 4

BOÎTE DE VITESSES A VARIATION CONTINUE C.V.T.

Composition du sujet :

- Documents Ressource, pages A1/14 à A14/14
- Dossier Travail, pages B1/10 à B10/10
- Documents Réponses, pages C1/7 à C7/7

Il est recommandé de lire la totalité du dossier technique.

Les questions posées sont souvent indépendantes, mais il est préférable de suivre la progression proposée pour bien répondre à la problématique posée.

Le Dossier Réponses est à compléter et à joindre à la feuille de copie.

Barème : sur 200 points

Question	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6								Total
Points	3	3	3	3	5	5								22
Question	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.1.5	2.1.6	2.1.7	2.1.8	2.1.9	2.1.10	2.1.11	2.1.12		
Points	3	3	3	8	6	6	3	3	3	3	4	3		48
Question	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	2.2.5	2.2.6	2.2.7							
Points	3	3	3	3	3	5	3							23
Question	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5									
Points	3	9	6	3	3									24
Question	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8						
Points	3	3	3	3	3	6	3	3						27
Question	5.1	5.2	5.3.1	5.3.2	5.4	5.5	5.6							
Points	3	3	3	6	12	3	3							33
Question	6.1	6.2	6.3	6.4										
Points	2	3	3	3										11
Question	7.1	7.2												
Points	6	6												12
TOTAL													200	

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

BOÎTE DE VITESSES A VARIATION CONTINUE C.V.T.



1. Introduction

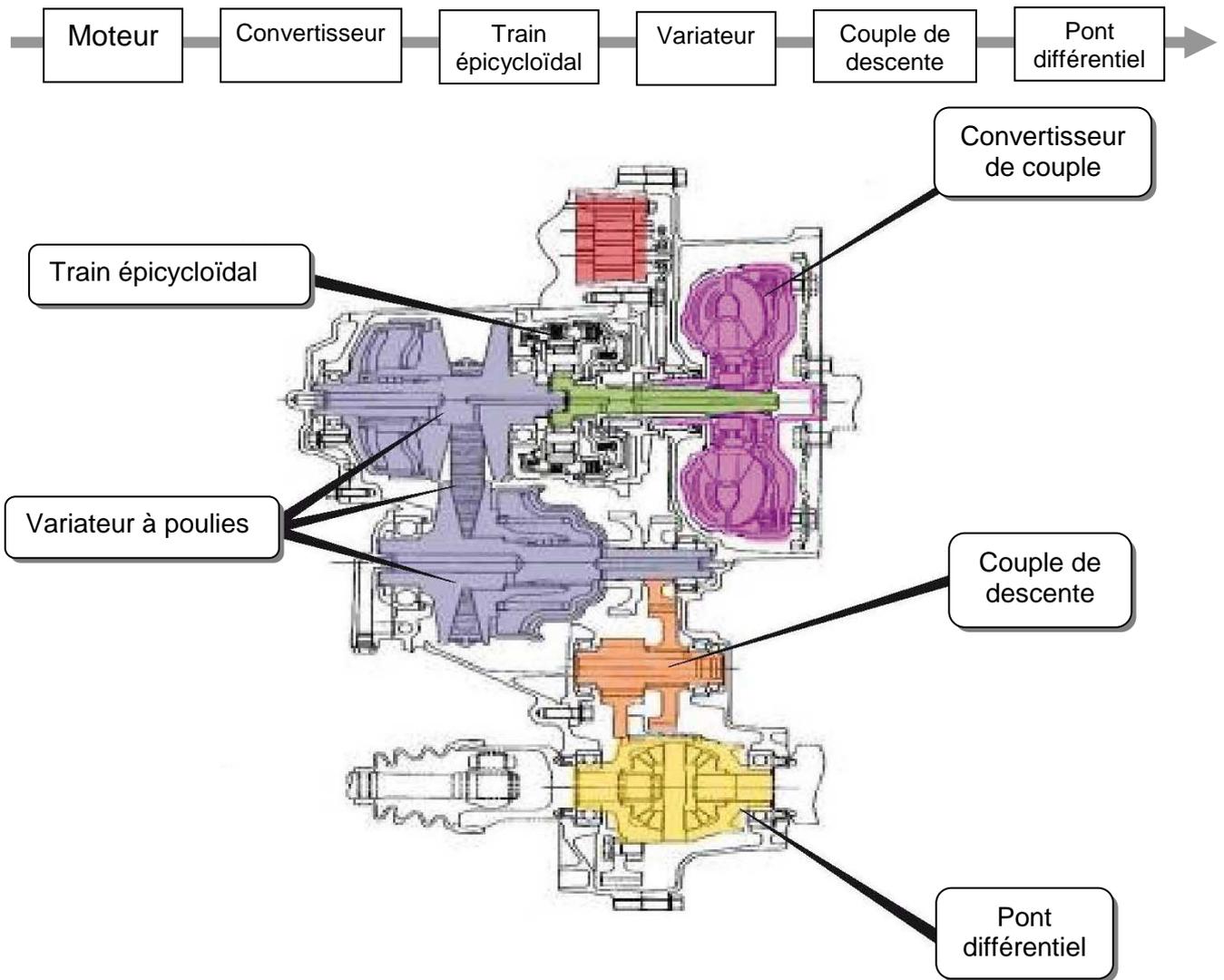
La boîte de vitesses à variation continue (ou CVT) est un organe de transmission dont la conception est proche d'une boîte de vitesses automatique. La principale particularité du CVT est d'intégrer un ensemble de deux poulies variables reliées par une courroie métallique, le tout générant les rapports de vitesses.

Gérée par un calculateur électronique, elle permet au conducteur de disposer d'un mode automatique ou séquentiel.



Masse	93 Kg
Couple maxi admissible	250 Nm
Rapport de transmission	$2.349 < k < 0.394$
Système de commande manuel	P-R-N-D-1-2-3-4-5-6
Réchauffage et refroidissement	Echangeur eau / huile Echangeur air / huile

2. Description structurelle

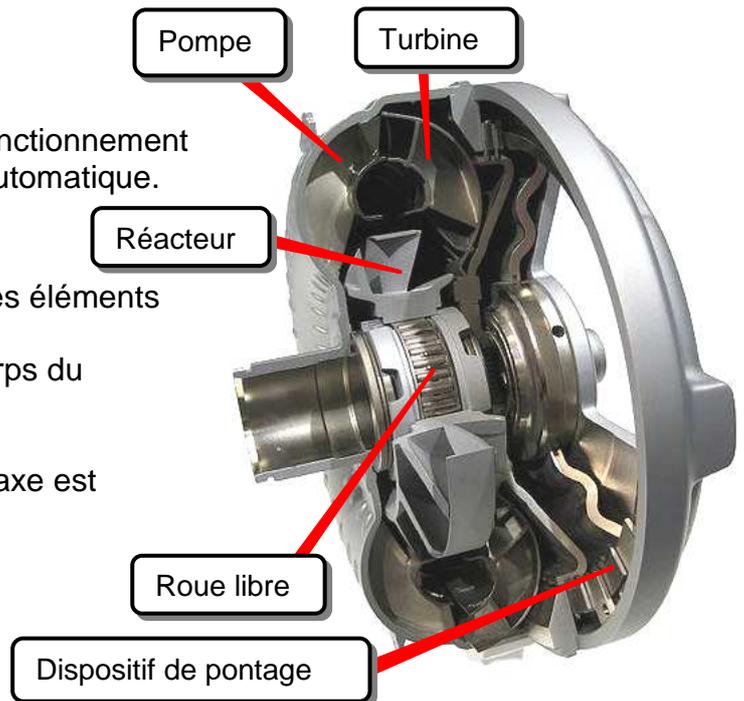


2.1 Convertisseur de couple

Le convertisseur de couple du CVT a un fonctionnement identique à celui d'une boîte de vitesses automatique.

Le convertisseur de couple est constitué des éléments suivants :

- un impulseur ou pompe, solidaire du corps du convertisseur (donc du moteur),
- une turbine, liée au train épicycloïdal,
- un réacteur, monté sur roue libre dont l'axe est solidaire du carter du CVT,
- un dispositif de pontage, commandé par une électrovanne située sur le bloc hydraulique et piloté par le calculateur CVT.



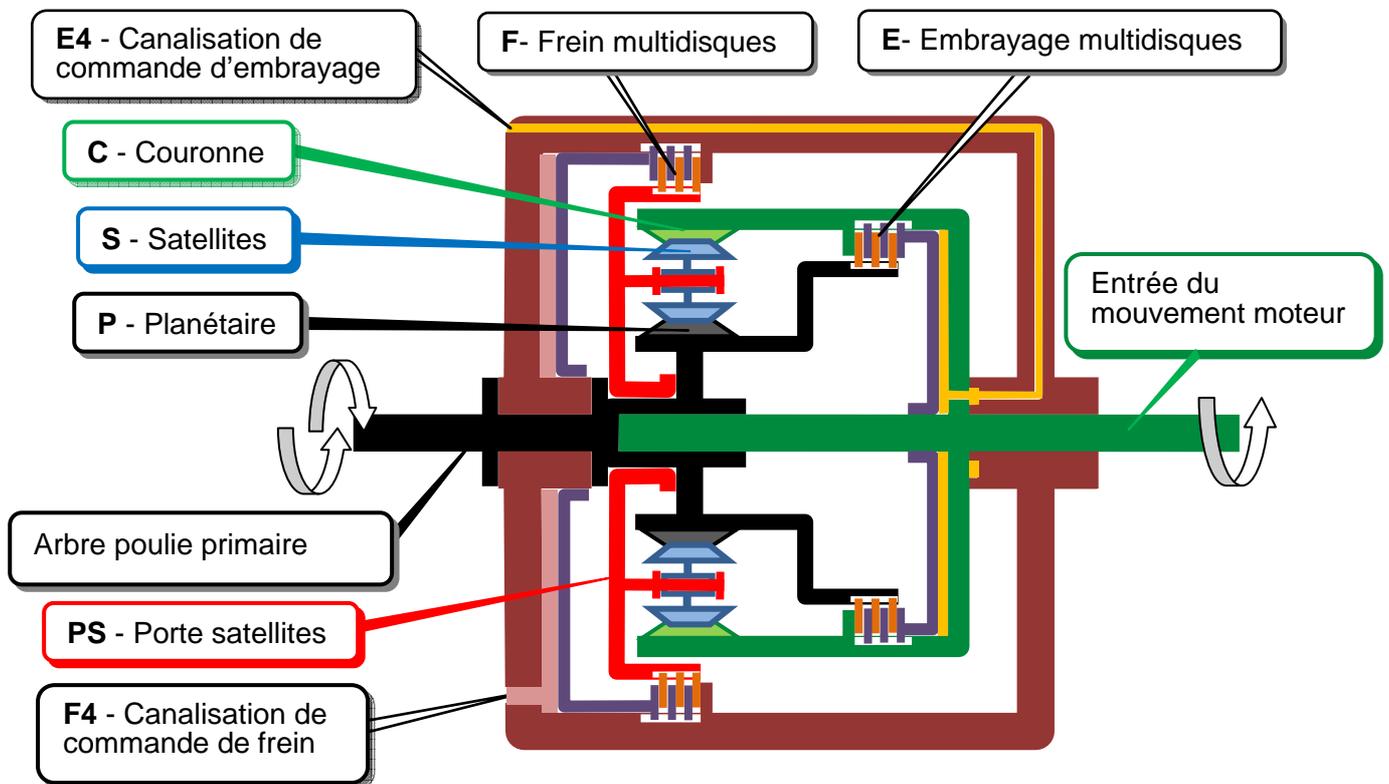
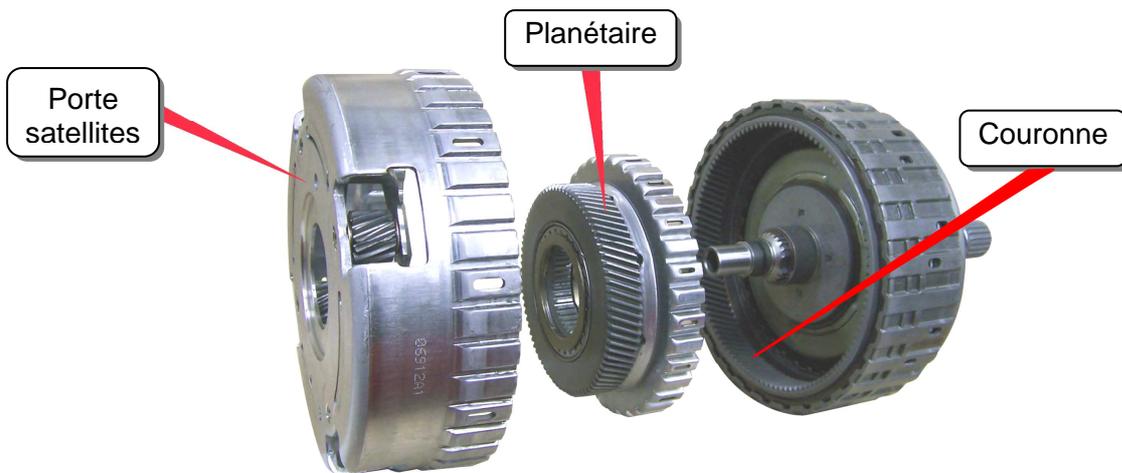
2.2 Le train épicycloïdal

Il permet :

- la position neutre
- la marche avant
- la marche arrière

Il est composé :

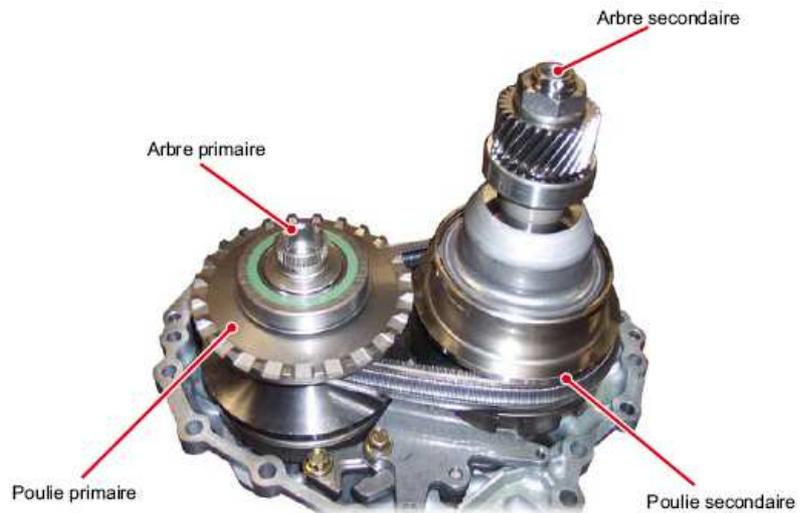
- d'un porte satellites et de ses satellites ($Z_{sat} = 14$),
- d'un planétaire et de son support ($Z_{pl} = 82$),
- d'un support de couronne avec couronne ($Z_c = 110$) et d'un dispositif d'embrayage multidisques,
- d'un frein multidisques.



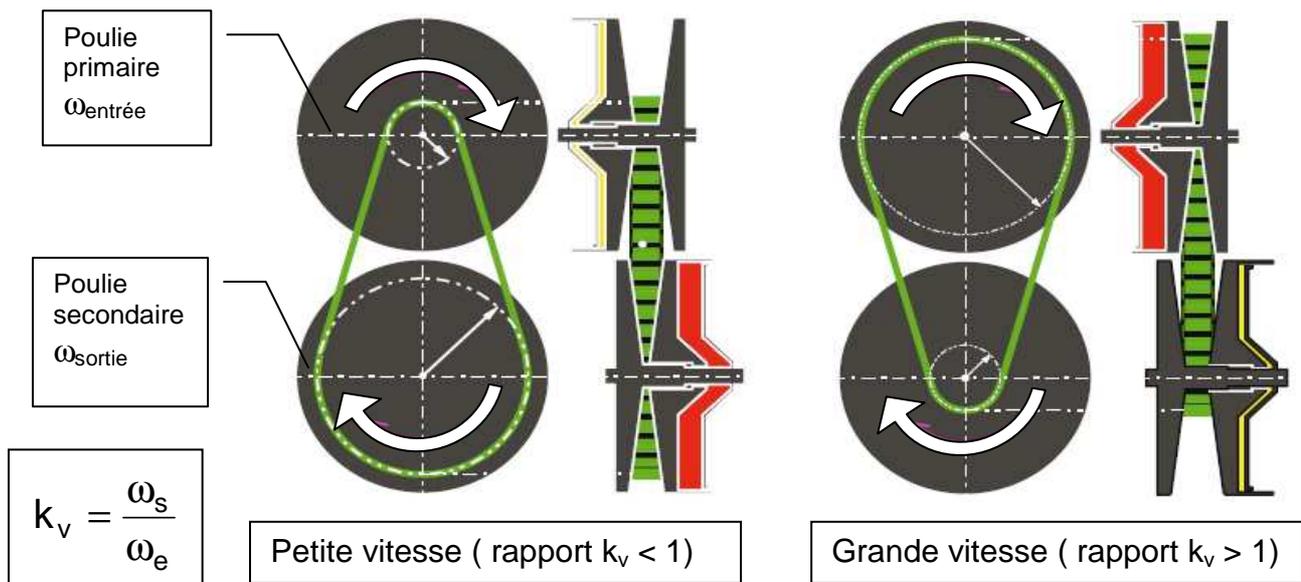
2.3 Variateur à poulies et courroie

Les poulies primaire et secondaire sont constituées d'un flasque fixe et d'un flasque mobile ; un piston hydraulique se situe derrière chaque flasque mobile.

Les flasques mobiles peuvent s'écarter axialement; la largeur de la forme en " V " dans laquelle passe la courroie est variable ce qui modifie également le diamètre d'enroulement de la courroie et donc le rapport poulie primaire / poulie secondaire. Le diamètre des poulies est modifié par la pression d'huile exercée sur les pistons hydrauliques. Un ressort de rappel exerce un effort inverse pour ramener les poulies dans leur position initiale.

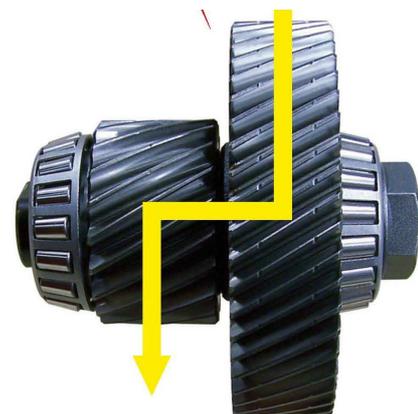


Principe de variation :



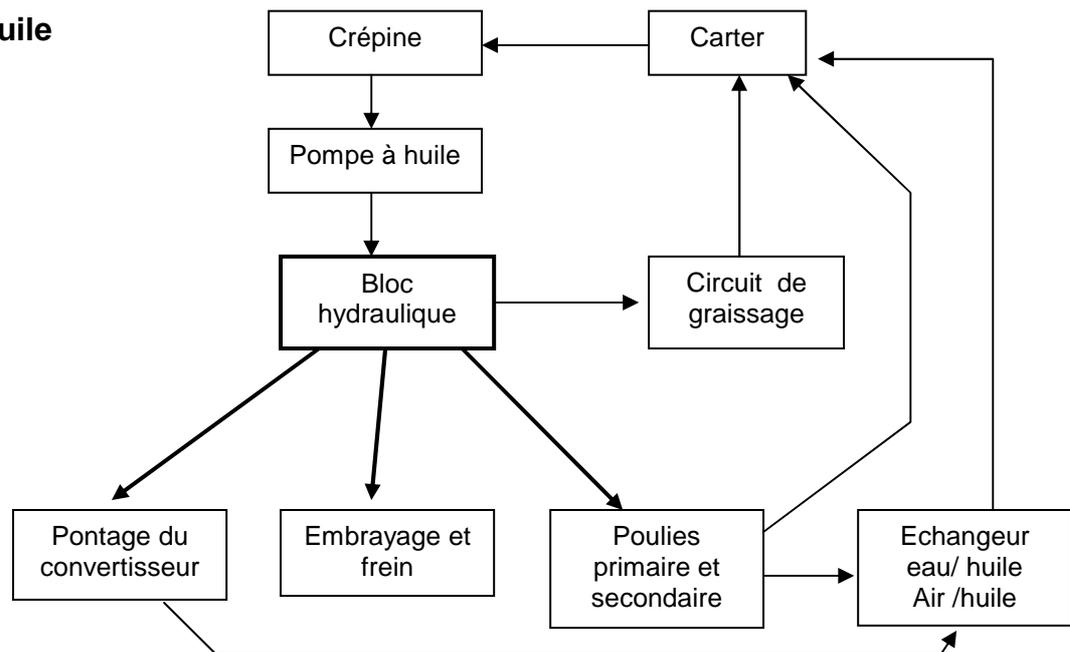
2.4 Couple de descente

Le couple de descente permet la transmission du mouvement entre l'arbre de poulie secondaire et la couronne du différentiel.



3. Partie hydraulique

3.1 Circuit d'huile



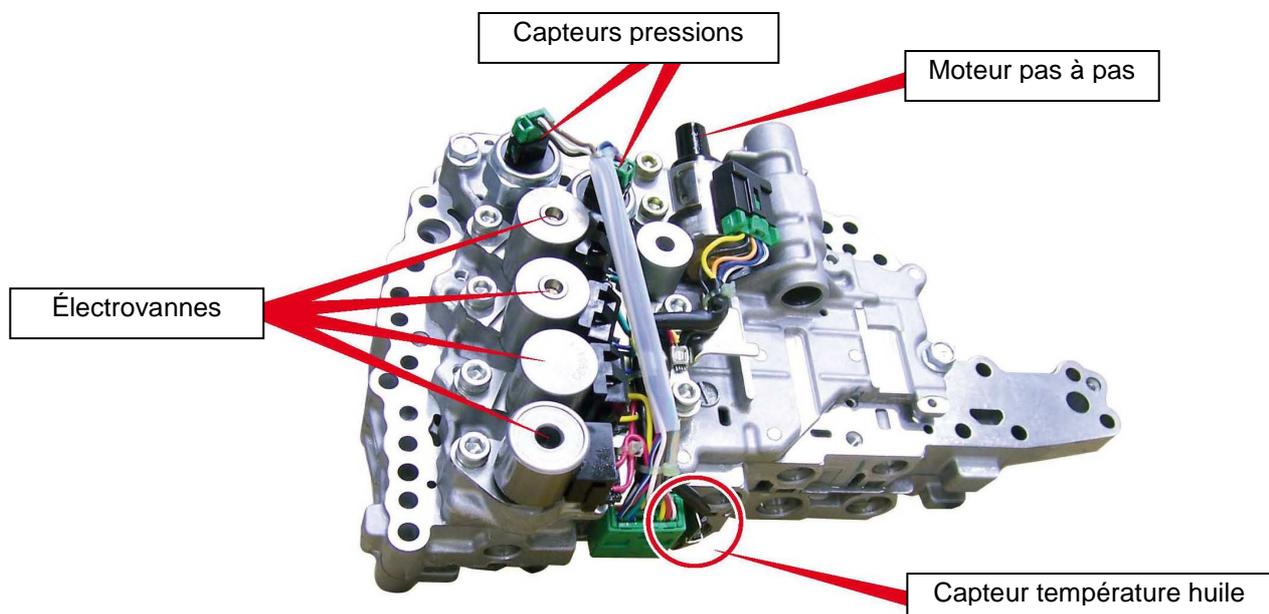
3.2 Le bloc hydraulique

Le rôle du bloc hydraulique est de piloter :

- l'embrayage du train épicycloïdal,
- le frein du train épicycloïdal,
- le pontage du convertisseur,
- les circuits hydrauliques des poulies primaire et secondaire,
- d'assurer la lubrification du CVT.

Il est composé :

- d'un moteur pas à pas agissant sur la vanne de changement de rapport,
- de 4 électrovannes : pression ligne, pression secondaire, pontage de convertisseur et commande du train épicycloïdal,
- d'un capteur de température d'huile,
- de 2 capteurs de pression : pressions circuit primaire et circuit secondaire



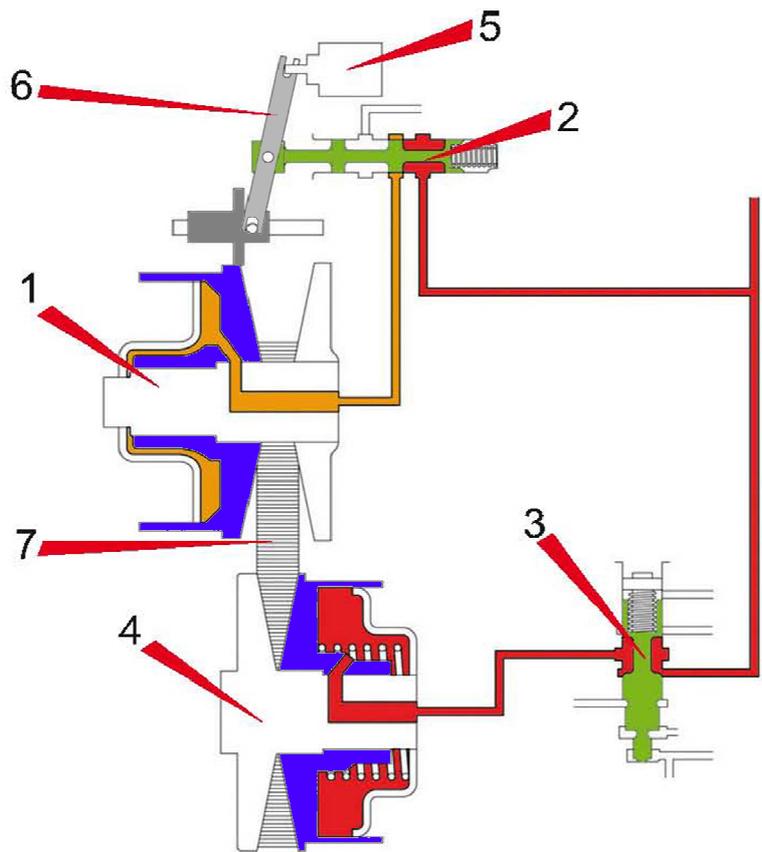
4. Génération d'un rapport de vitesse

- 1) Poulie primaire.
- 2) Vanne de changement de rapport.
- 3) Vanne de poulie secondaire.
- 4) Poulie secondaire.
- 5) Moteur pas à pas.
- 6) Tringlerie.
- 7) Courroie.

Phase 1 : rapport montant.

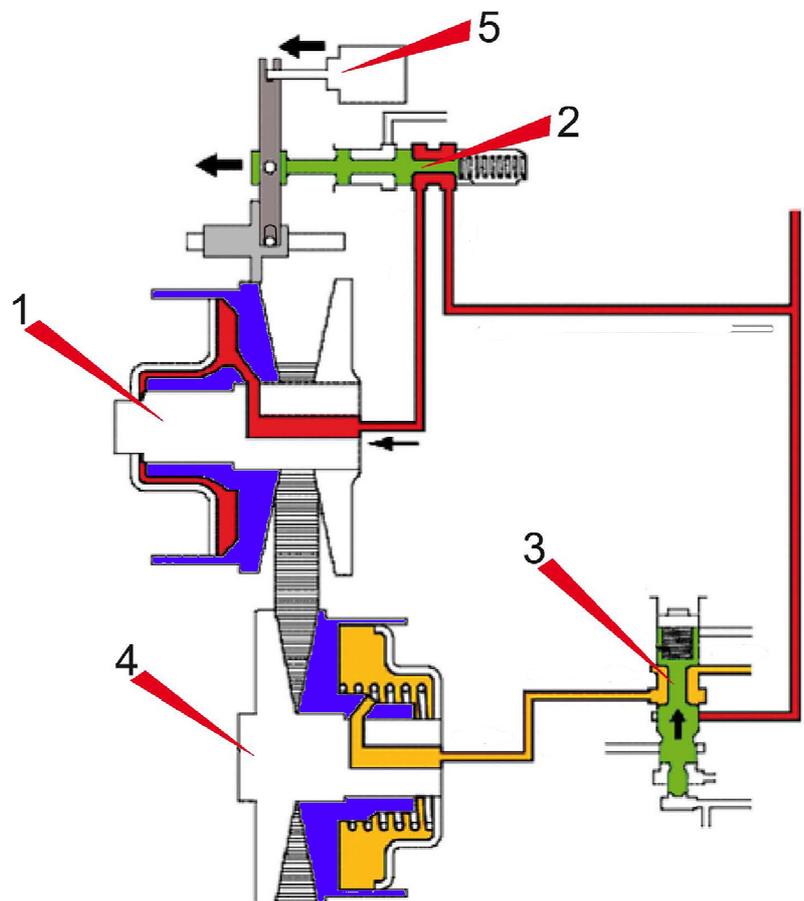
Étape 1

Le rapport le plus bas équivalent à la première vitesse est établi.
 Le circuit hydraulique de la poulie primaire (1) est fermé par la vanne de changement de rapport (2), une pression de maintien reste appliquée à la poulie primaire.
 La vanne de poulie secondaire (3) est ouverte : la pression hydraulique est appliquée à la poulie secondaire (4).



Étape 2

Le moteur pas-à-pas (5) déplace le tiroir de la vanne de changement de rapport (2) vers la gauche.
 La vanne de changement de rapport (2) s'ouvre, mettant en pression la poulie primaire (1).
 La vanne de poulie secondaire (3) se déplace vers le haut pour évacuer l'huile de la poulie secondaire (4).

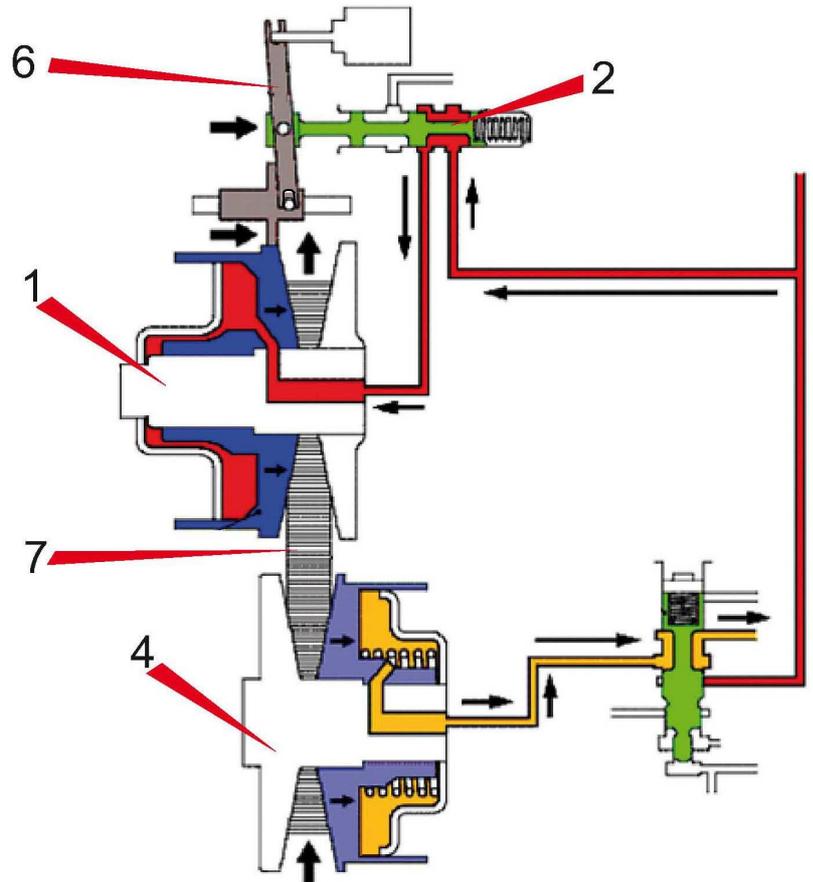


Étape 3

La pression hydraulique appliquée à la poulie primaire (1) déplace le flasque mobile vers la droite.

La courroie métallique (7) se déplace et entraîne le flasque mobile de la poulie secondaire (4) vers la droite.

Le déplacement du flasque mobile de la poulie primaire (1) entraîne le tiroir de la vanne de changement de rapport (2) vers la droite via la tringlerie (6) qui est liée au flasque mobile.

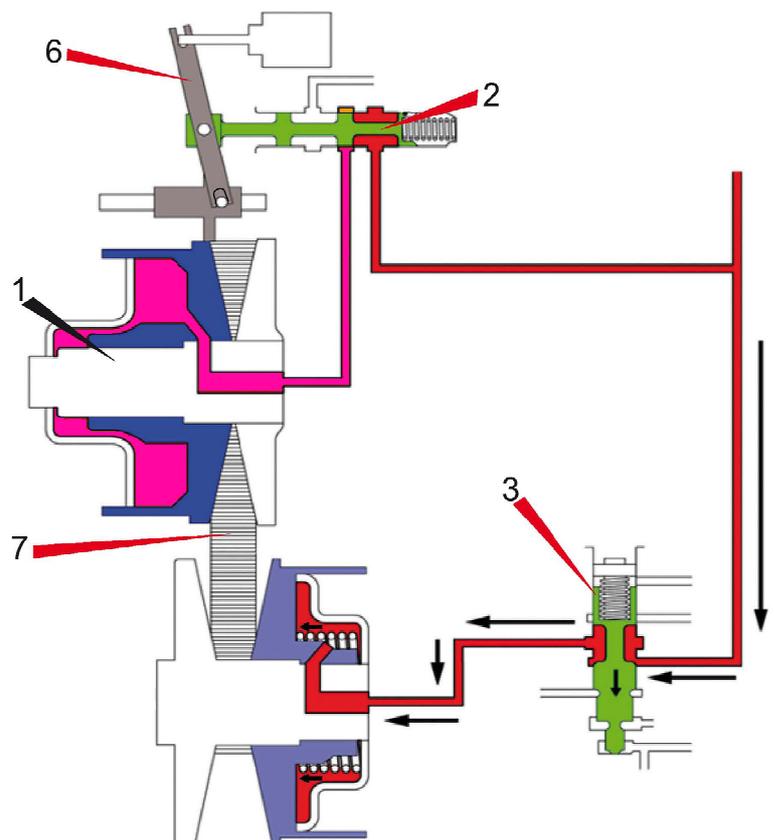


Étape 4

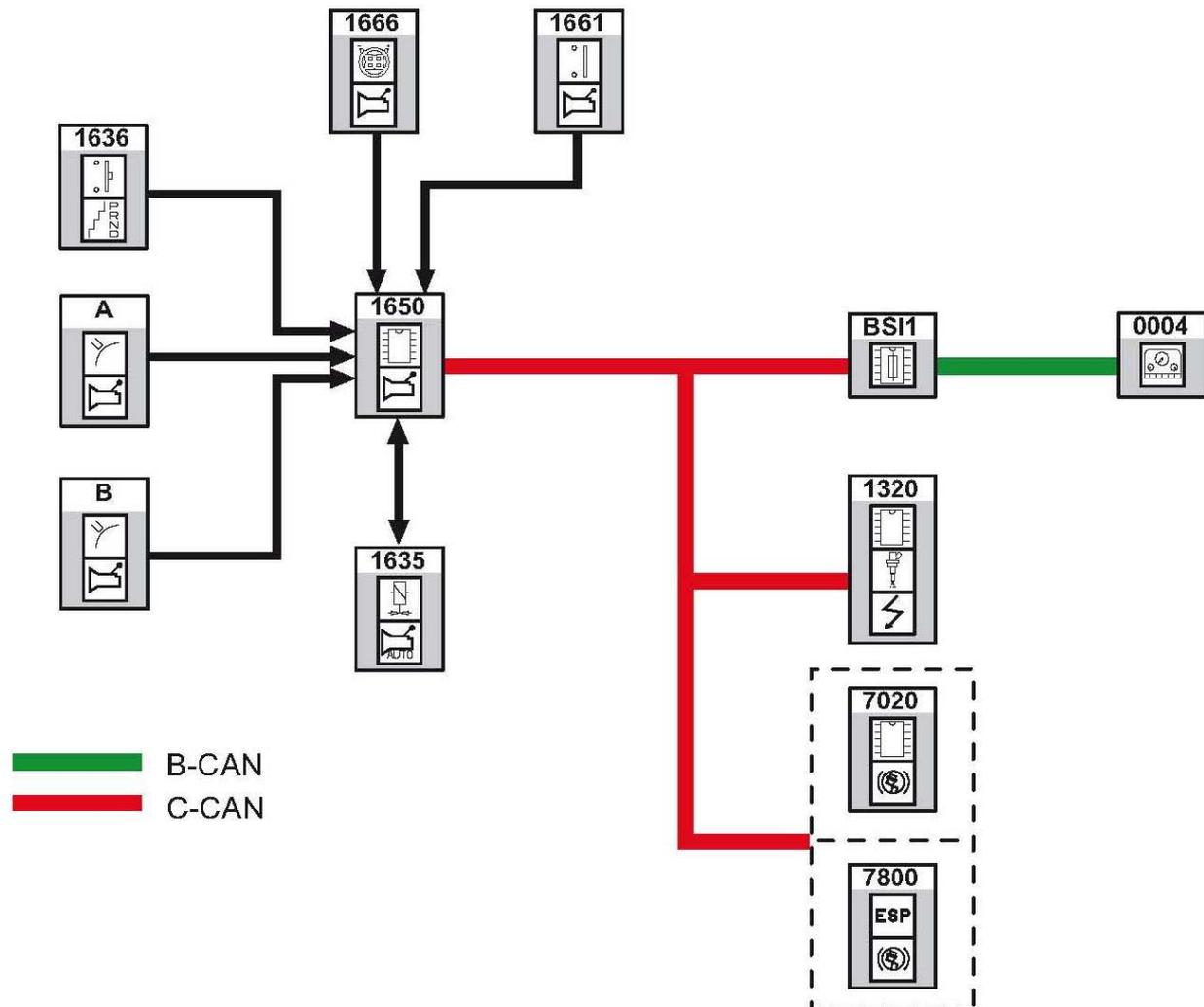
Le déplacement du flasque mobile de la poulie primaire (1) entraîne la fermeture de la vanne changement de rapport (2) via la tringlerie (6).

La vanne de poulie secondaire (3) commande l'ouverture du circuit hydraulique et comprime la courroie métallique (7).

Le système est maintenant en rapport établi.



5. Partie électrique et composants



A : Capteur rotation poulie primaire

De type à effet Hall, il est placé en regard d'une cible intégrée à la poulie primaire, il informe le calculateur CVT de la vitesse de rotation de l'arbre primaire.

B : Capteur rotation poulie secondaire

De type à effet Hall, il informe le calculateur CVT de la vitesse de rotation de l'arbre secondaire.

BSI1 : Boîtier Servitude Intelligent

Le BSI1 sert de passerelle entre les réseaux C-CAN (500Kbits) et B-CAN (83,3Kbits).

Les informations communiquées sont notamment :

- contacteur de frein,
- contacteur marche arrière,
- éclairage des commandes.

0004 : Combiné

Il informe le conducteur de la position du sélecteur (zone A) : P, R, N, D, 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Lorsqu'un défaut est enregistré par le calculateur CVT, un message d'alerte est émis sur le combiné via un voyant.

Un voyant de surchauffe peut s'allumer lorsque la température d'huile du CVT est supérieure à 140°C et s'éteint lorsque la température d'huile du CVT redescend en dessous de 135°C.

1320 : Calculateur Multifonctions Moteur

Le calculateur multifonctions moteur communique avec le calculateur CVT via le réseau multiplexé afin d'assurer une grande souplesse lors des changements de rapports.

Les informations échangées sont entre autres:

- position pédale accélérateur,
- capteur régime,
- couple moteur,
- température eau.

1635 : Bloc électro-hydraulique

(Voir partie hydraulique)

1636 : Capteur position sélection de rapport

Il informe le calculateur CVT de la position du sélecteur de rapport engagé. Lors de son montage il est nécessaire d'effectuer son réglage.

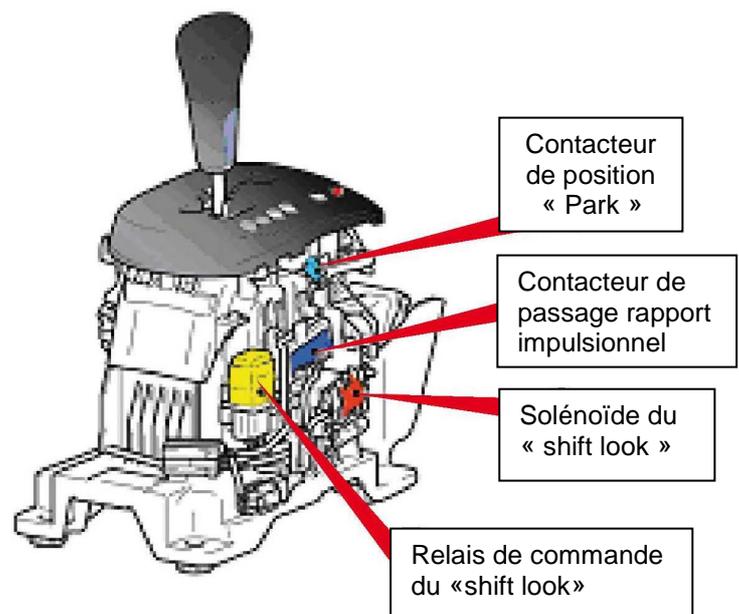
1661 : Sélecteur de rapport (contacteur multifonctions)

Le sélecteur de rapport intègre :

- une sélection de programme,
- une fonction « shift lock » :

c'est un dispositif de sécurité qui verrouille le levier de sélection de rapport en position "P"

- une fonction « key lock » : cette fonction empêche tout retrait de la clé de contact du contacteur antivol si le sélecteur de rapport n'est pas en position de stationnement « P » (Park).



1650 : Calculateur boîte de vitesses à variation continue

Le calculateur CVT est implanté derrière la planche de bord. Implanté sur le réseau C-CAN, il reçoit les informations des calculateurs : moteur, BSI, ASC. Il informe également le calculateur multifonctions moteur (estompage de couple, gestion refroidissement,...) et le combiné (alerte, rapport,...).

Il reçoit également les informations : vitesses rotation poulies, pressions poulies, température de l'huile et capteur position sélection de rapport.

En fonction des informations reçues, le calculateur CVT commande chaque solénoïde d'électrovanne afin de :

- contrôler le passage des vitesses en fonction du programme sélectionné par le conducteur,
- contrôler et piloter le circuit hydraulique,
- contrôler et gérer le changement de programme (automatique, séquentiel),
- contrôler le pontage du convertisseur de couple.

Le calculateur CVT communique avec le calculateur multifonctions moteur et gère la fonction Auto diagnostic.

Il contrôle et commande le rapport de vitesses :

- le choix du rapport est fonction de la volonté du conducteur et des conditions de roulage (vitesse véhicule, accélération, angle volant, ...),
- le calculateur CVT calcule le rapport et détermine la stratégie de changement de vitesses en fonction de lois de passage des vitesses prédéfinies.

Le calculateur gère 2 modes de rapport de vitesses :

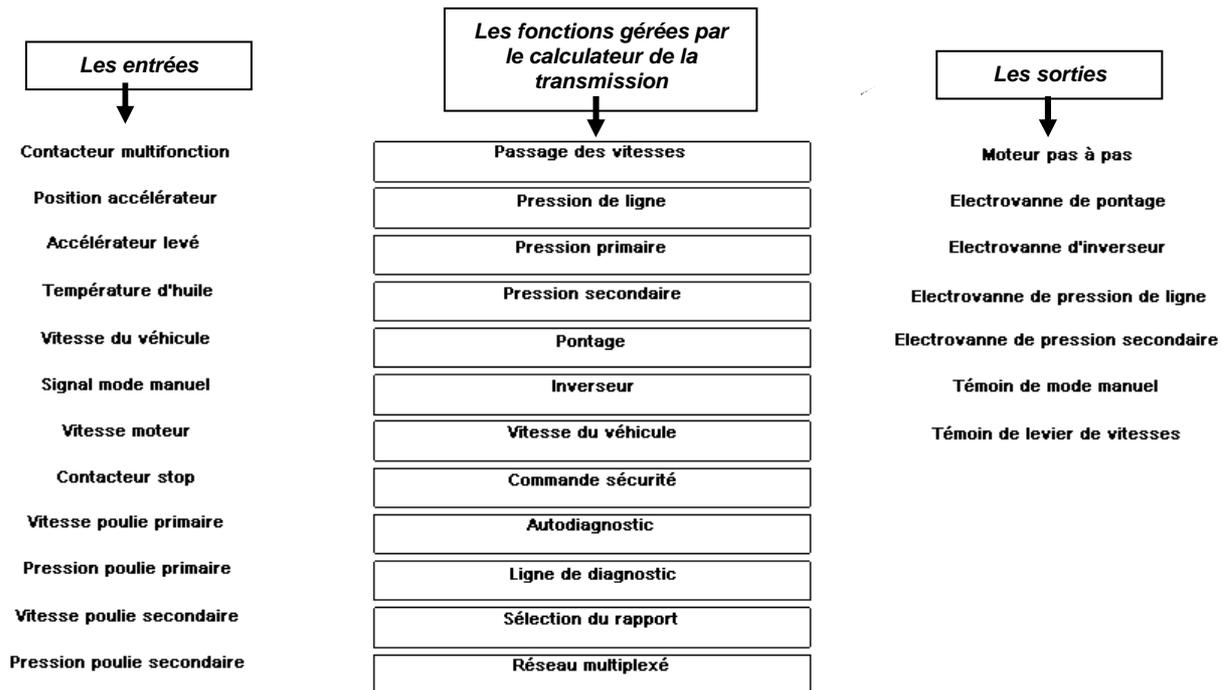
- Mode automatique " D ".

Le rapport de démultiplication s'adapte en permanence, de façon progressive, aux conditions extérieures et à la volonté du conducteur.

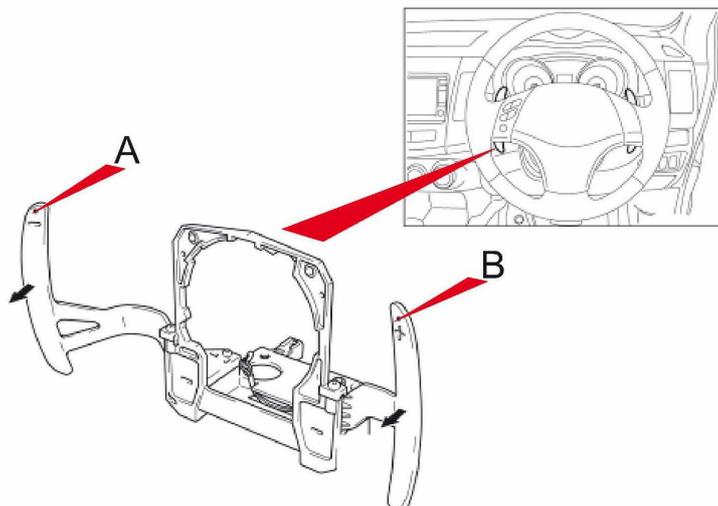
- Mode séquentiel.

Dans ce mode 6 rapports « virtuels » sont mis à la disposition du conducteur par le calculateur.

NOTA : En cas de remplacement du calculateur, une initialisation est nécessaire. Cette opération s'effectue à l'aide de l'outil de diagnostic.



1666 : Commande de vitesses au volant de direction



A : Commande de vitesses au volant (Passage d'un rapport inférieur).

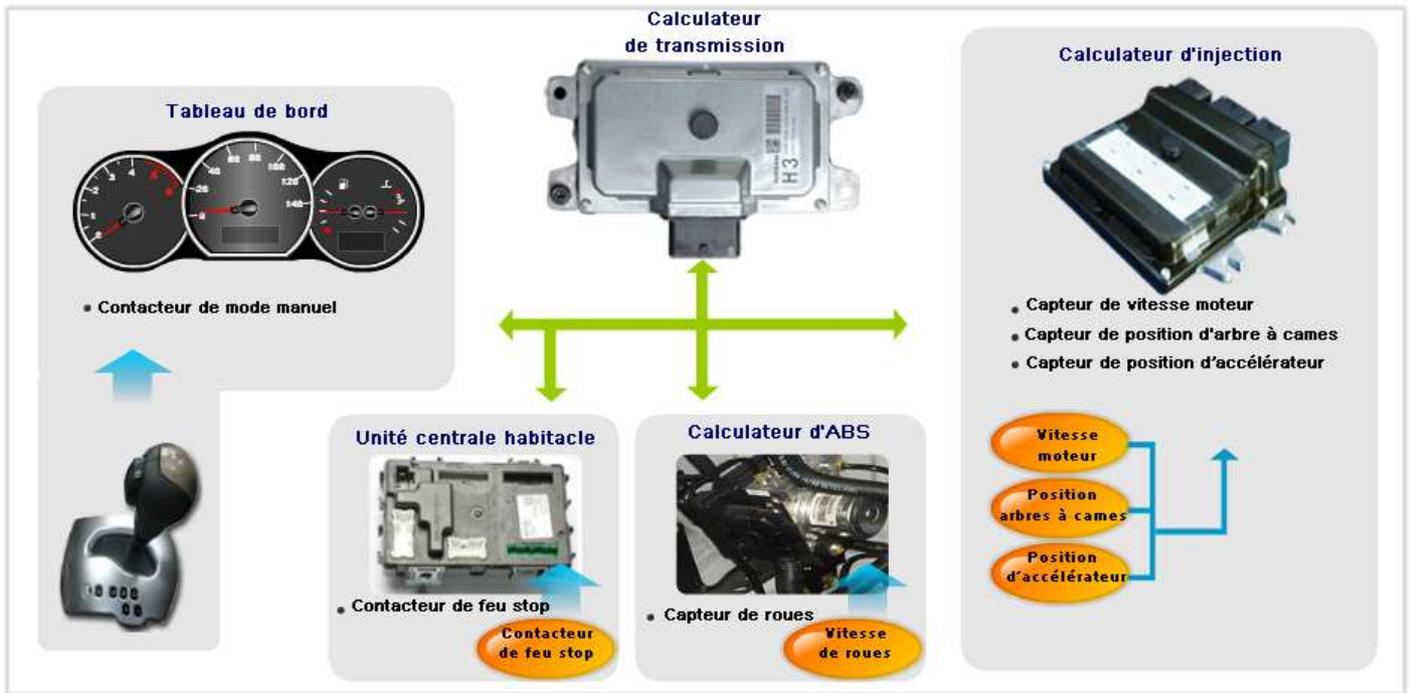
B : Commande de vitesses au volant (Passage d'un rapport supérieur). Un appui de 2 secondes minimum permet de retourner au programme automatique "D".

7020 / 7800 : Calculateur antiblocage de roue / Calculateur contrôle de stabilité

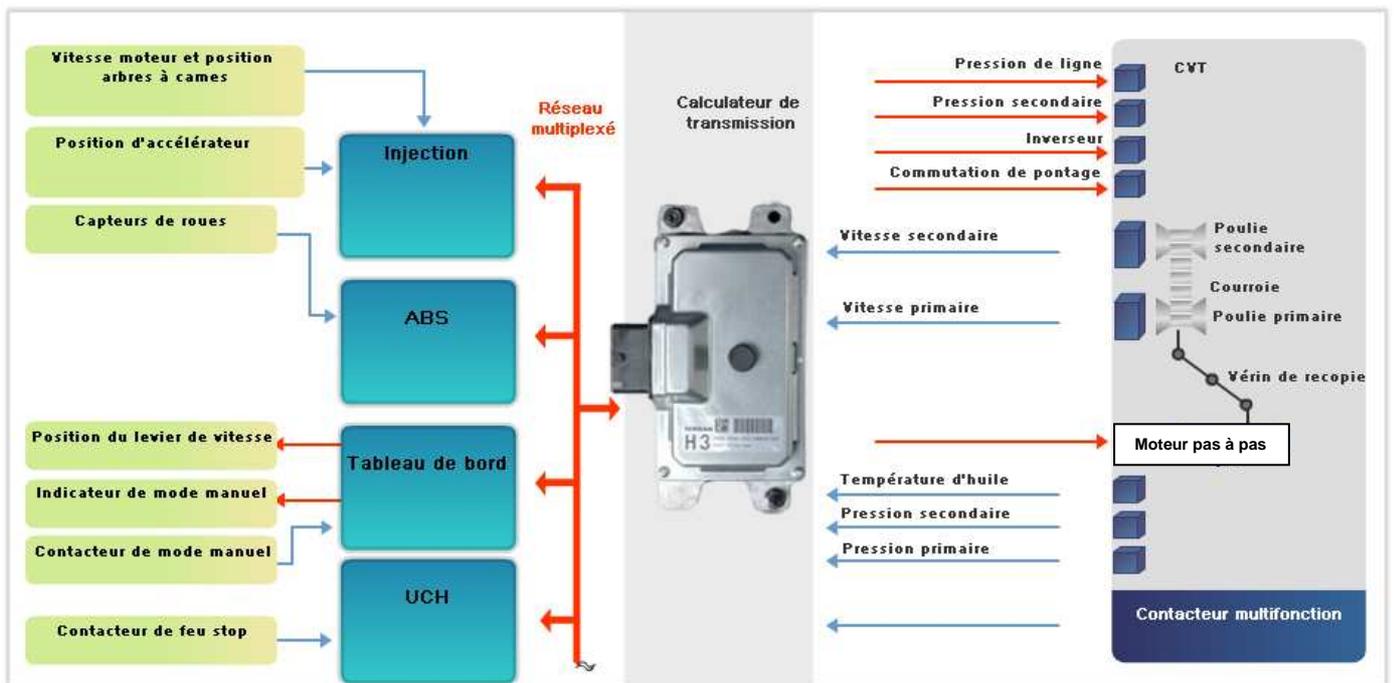
Le calculateur antiblocage de roues / le calculateur contrôle de stabilité transmet via le réseau C-CAN, l'information " vitesse véhicule ".

NOTA : ASC (Active Stability Control) est l'équivalent de l'ESP

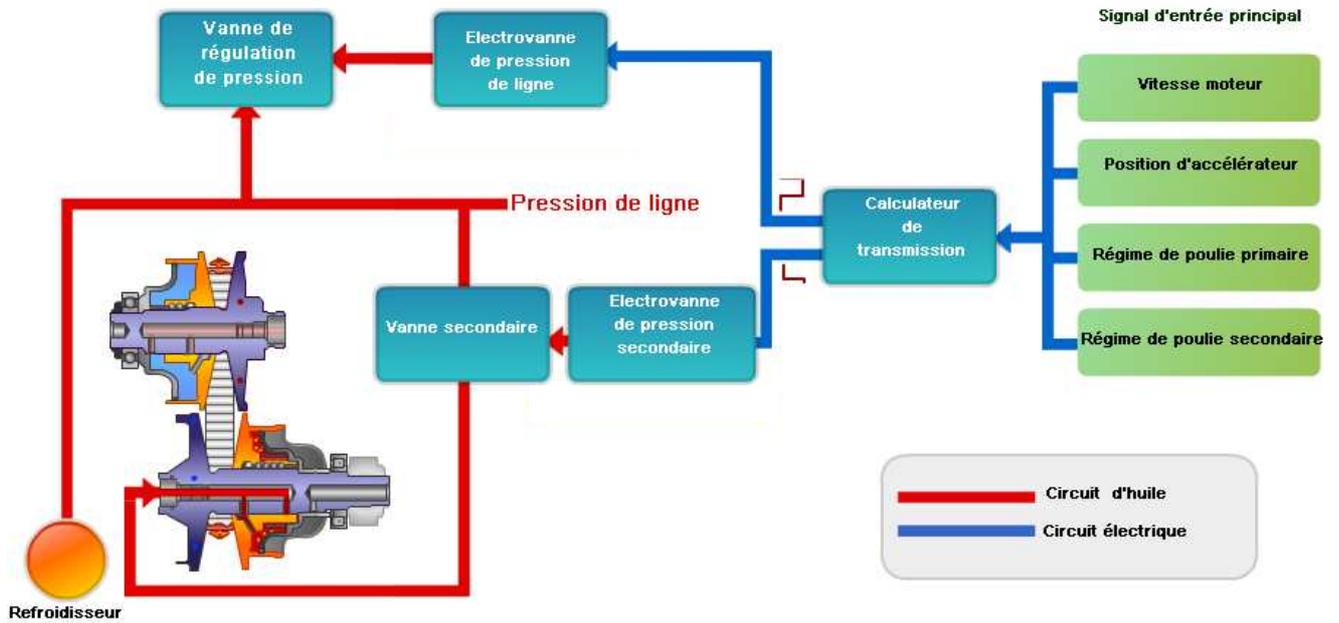
Les liaisons multiplexées :



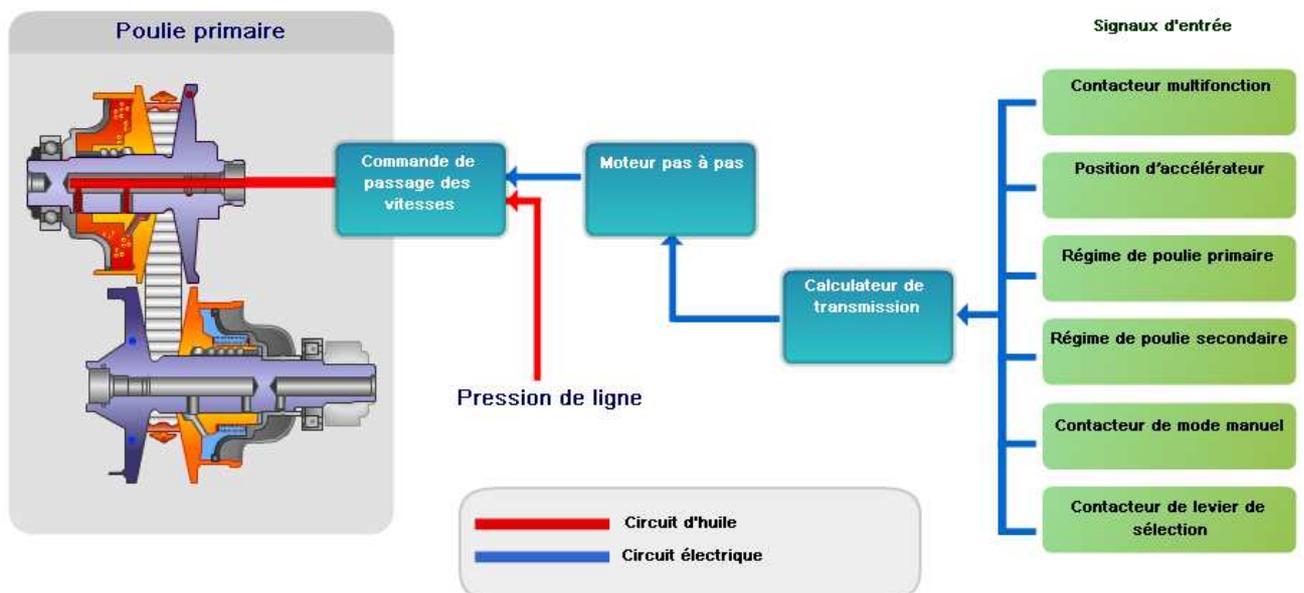
6. Partie commande



6.1 Commande de pression de ligne et de pression secondaire



6.2 Commande de la pression de poulie primaire

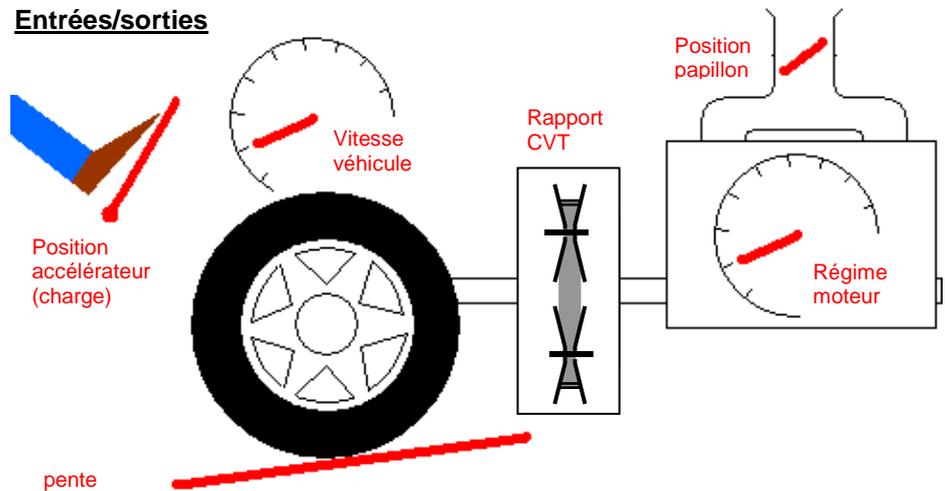


7. Stratégie de contrôle de la transmission CVT

Le calculateur sélectionne par rapport à la demande du conducteur, le rapport optimal de transmission ainsi que la position du papillon, afin de minimiser la consommation et les émissions.

Cela nécessite trois informations fondamentales :

- Position pédale (demande conducteur).
- Régime moteur.
- Vitesse du véhicule.

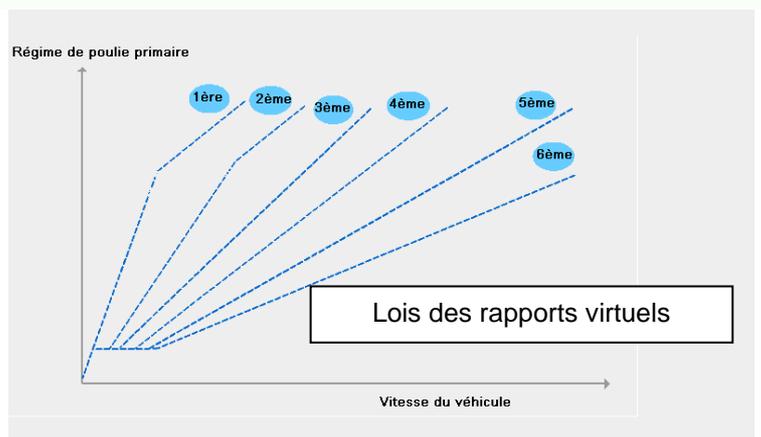
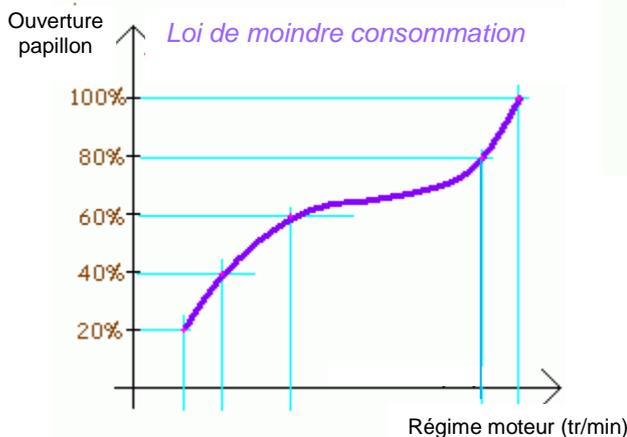
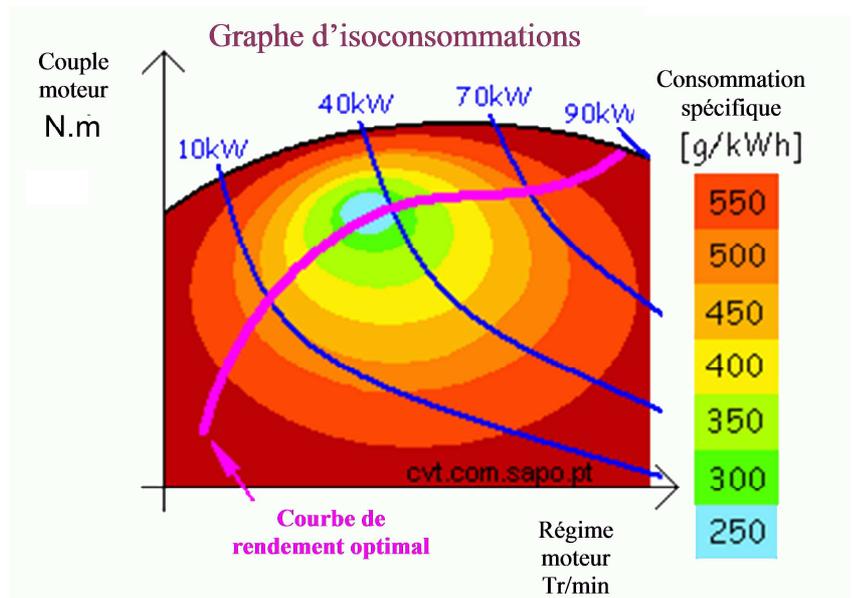


Le but est de situer le fonctionnement du moteur sur la courbe de rendement optimal.

Cette courbe est construite sur le diagramme d'iso-consommation spécifique.

Le point de fonctionnement idéal, pour une puissance demandée, se situe à l'intersection de la courbe d'iso-puissance avec la courbe de consommation la plus faible.

Chaque point détermine un régime et un couple moteur correspondant à une position papillon donnée.



PROBLEMATIQUE :

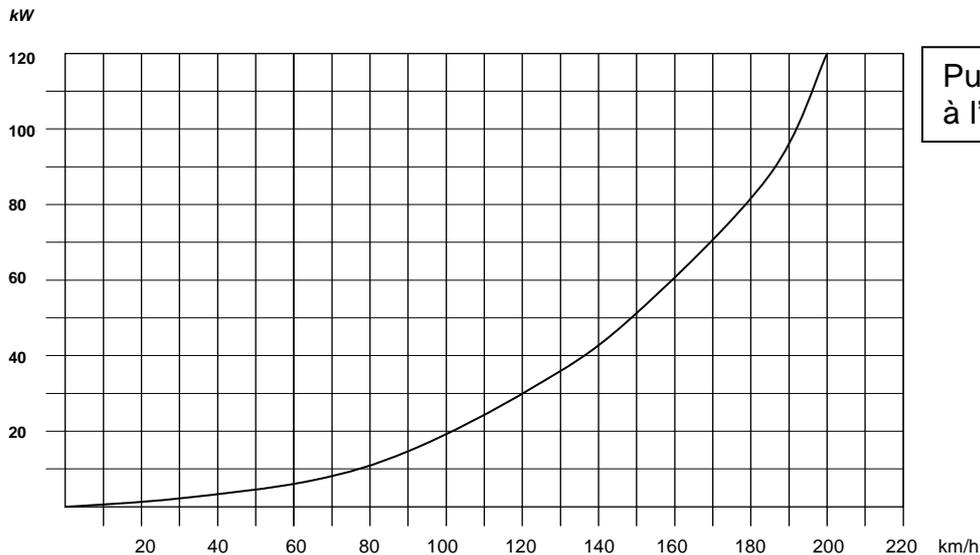
Cette transmission CVT de l'équipementier JATCO, a été adoptée par de nombreux constructeurs. Il s'agit dans cette étude d'un SUV motorisé par un 2,4 litres essence. Plusieurs clients se plaignent d'une impression de « patinage » inhabituel de la transmission qui est confirmée par une augmentation de la consommation moyenne du véhicule. Les causes potentielles induisant ce dysfonctionnement sont à priori nombreuses, et l'analyse du système permettra de mieux cerner le diagnostic.

Il s'agit dans un premier temps de mettre en évidence le mode de fonctionnement du moteur le plus économique, pour une puissance utile demandée.

1. Puissance utile demandée.**1.1. Résistance à l'avancement sur sol horizontal :**

La force motrice nécessaire pour vaincre la résistance à l'avancement d'un véhicule peut se modéliser par l'expression suivante : $F_m = k_r \cdot m \cdot g + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot C_x \cdot V^2$
V étant la vitesse de déplacement.

Citer les deux principales sources de résistance à l'avancement correspondant aux deux termes de cette relation.

1.2. Donner la relation littérale permettant de déterminer la puissance nécessaire à l'avancement du véhicule, à partir de F_m .**1.3. Donner la relation littérale permettant de déterminer la puissance utile du moteur en tenant compte du rendement global de la transmission η_{trans} .****1.4. Relever sur le graphe ci-dessous la puissance nécessaire à l'essieu pour déplacer le véhicule à 90 km/h.**

Puissance
à l'essieu

1.5. Sur le document réponses C1/7 on donne (Fig.1) le diagramme d'iso-consommation du moteur. Surligner en rouge la courbe d'équi-puissance correspondant à une puissance consommée de 17 kW. Déterminer la consommation spécifique (C_{sp}) correspondant à cette puissance fournie lorsque le moteur fonctionne à 3500 tr/min.**1.6. Déterminer sur le diagramme le point de fonctionnement moteur le plus économique pour délivrer cette même puissance de 17 kW.**

Relever les valeurs de C_{sp} en $g.kW^{-1}.h^{-1}$ et de régime en tr/min.

2. Etude thermodynamique des 2 modes de fonctionnement définis ci-dessous.

Moteur essence fonctionnant selon le cycle à quatre temps « Beau de Rochas ». On considère que le volume de gaz admis par cycle, correspond à la cylindrée du moteur.

Puissance effective	P_{eff}	17	kW	Capacité thermique massique des gaz	$Cv_{mél}$	717	$J.kg^{-1}.K^{-1}$
Cylindrée totale	$V_1 - V_2$	2400	cm^3	Coefficient adiabatique	γ	1,4	
Rapport volumétrique	ϵ	10,5		Constante caractéristique des gaz	r	286	$J.kg^{-1}.K^{-1}$
Dosage stoechiométrique	d_{st}	1/14,7		Pouvoir calorifique inférieur du carburant	PCI	$42,7.10^6$	$J.kg^{-1}$
Richesse	R			Nombre de cycles / seconde	χ		Cycles /s

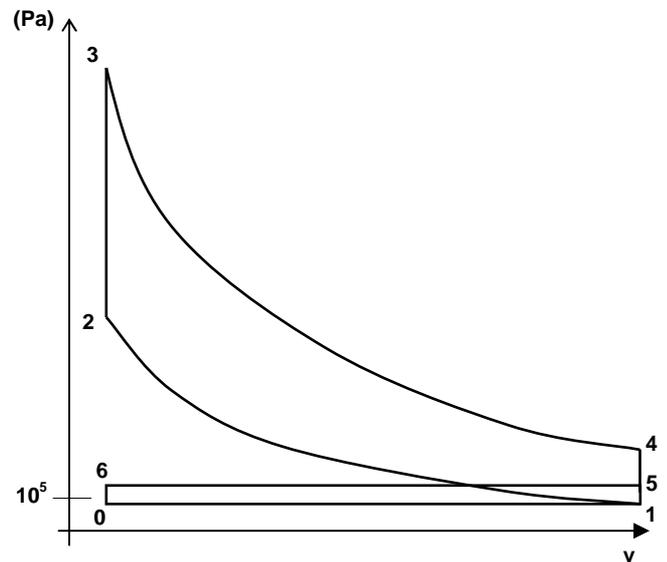
Etude faite pour un cycle et pour la cylindrée totale.

2.1. Premier cas d'étude :

- Moteur en pleine charge à 1600 tr/min.
- Conditions d'admission :
 $p_1 = 0,88.10^5 Pa$; $T_1 = 305 K$; $R = 0,91$
- Conditions à l'échappement :
 $p_5 = 1,3.10^5 Pa$

L'étude s'appuie sur le modèle de cycle théorique ci contre →

En effet il est important dans cette étude, de prendre en compte la boucle de changement de charge 01560.



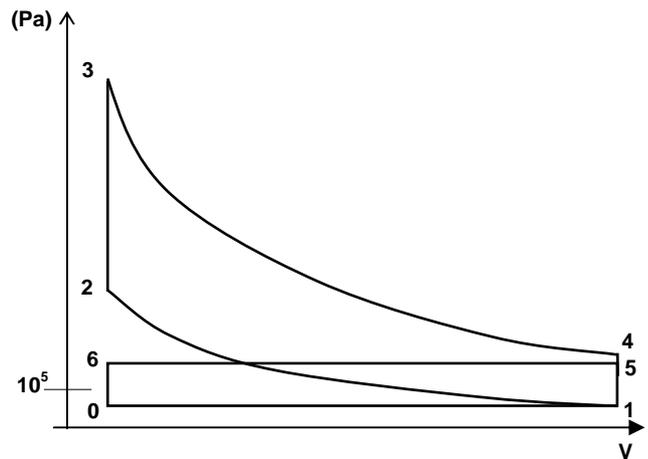
- 2.1.1. Calculer la masse volumique du mélange admis $\rho_{mél}$ (en kg/m^3) et en déduire la masse de gaz $m_{mél}$ (en kg), admise par cycle.
- 2.1.2. Calculer à partir du dosage et de la richesse du mélange, la masse d'essence m_{ess} injectée ainsi que la masse d'air m_{air} (en kg) admise pour un cycle.
- 2.1.3. Calculer la masse totale de gaz évoluant dans le cylindre
- 2.1.4. Calculer la température de fin de compression adiabatique T_2 , et en déduire à partir de la masse des gaz comprimés, le travail W_{12} (en J) pour un cycle.
- 2.1.5. A partir de m_{ess} et du PCI, calculer la quantité de chaleur de combustion Q_{23} (en J), puis en déduire la température de fin de combustion T_3 (en K) de la masse de gaz contenus dans le cylindre.
- 2.1.6. Calculer la température de fin de détente adiabatique T_4 (en K) et en déduire le travail fourni W_{34} (en J).
- 2.1.7. Calculer le travail du cycle 12341(boucle moteur) (en J).
- 2.1.8. A partir de la pression d'échappement $p_5 = 1,3.10^5 Pa$, calculer le travail à fournir pour réaliser la boucle de changement de charge $W_{01560} = (V_1 - V_0) \cdot (p_5 - p_1)$ (en J).

- 2.1.9. En déduire le travail du cycle total $W_{\text{total}} = W_{12341} + W_{01560}$ (en J) qui représente le travail moteur, théoriquement disponible pour un cycle.
- 2.1.10. A partir de W_{total} (on prendra 3530J) et de la chaleur de combustion (on prendra $Q_{23} = 6000\text{J}$), calculer le rendement thermodynamique de ce cycle total $\eta_{\text{th total}}$.
- 2.1.11. Calculer la puissance théorique du moteur dans ces conditions de fonctionnement.
- 2.1.12. A partir de la masse d'essence injectée par cycle (on prendra $m_{\text{ess}} = 0.141\text{g}$), calculer la consommation Q_{mess} (en g/s) à 1600 tr/min.

2.2. Deuxième cas d'étude :

- Moteur à 3500 tr/min en charge partielle (40%).
- Conditions d'admission :
 $p_1 = 0,58 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $T_1 = 330 \text{ K}$; $R = 0,82$
- Conditions à l'échappement :
 $p_5 = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Avec ces nouvelles données de fonctionnement on a pour un cycle :
 $m_e = 0,078 \text{ g}$, ce qui donne :
 $Q_{23} = 3330 \text{ J}$ et $W_{12341} = -2028 \text{ J}$



- 2.2.1. A partir de la pression d'échappement $p_5 = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, calculer le travail à fournir pour réaliser la boucle de changement de charge : $W_{01560} = (V_1 - V_0) \cdot (p_5 - p_1)$ (en J).
- 2.2.2. En déduire le travail du cycle total $W_{\text{total}} = W_{12341} + W_{01560}$ (en J) qui représente le travail moteur, théoriquement disponible pour un cycle.
- 2.2.3. Vérifier que dans ce deuxième cas (avec $N = 3500 \text{ tr/min}$), on obtient la même puissance théorique de 47110 W que dans le premier cas.
- 2.2.4. A partir de W_{total} (on prendra 1615 J) et de la chaleur de combustion, calculer le rendement thermodynamique total de ce cycle $\eta_{\text{th total}}$.
- 2.2.5. Calculer la consommation Q_{mess} (en g/s) à 3500 tr/min et compléter le tableau (Fig. 2) sur le document réponses C1/7.
- 2.2.6. Pour cette même puissance théorique, quel est le mode de fonctionnement le plus économique.
En vous basant sur l'étude thermodynamique ci-dessus, donner une explication simple et succincte pour justifier un tel comportement du moteur essence en général.
- 2.2.7. Pourquoi dans le cas d'une mauvaise gestion des rapports ou d'un « glissement de la transmission », le technicien s'intéressera aux valeurs de consommation du véhicule ?
Peut-on mettre ce paramètre en corrélation avec le dysfonctionnement cité ?

3. Contrôle des performances du variateur.

Etude géométrique.

On donne les rapports de couple

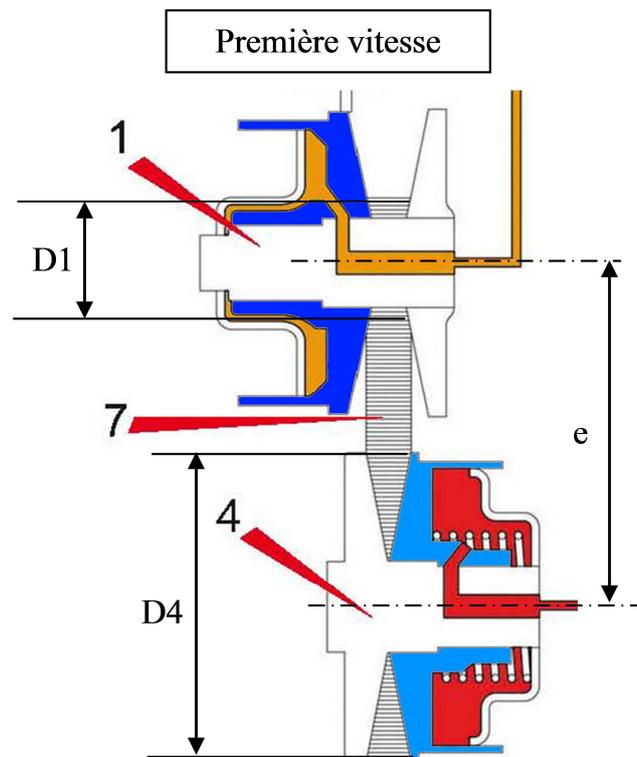
$$K = \frac{C_4}{C_1} = \frac{\omega_{1/0}}{\omega_{4/0}}$$

$K_1 = 2,349$ en 1^{ère} vitesse

$K_6 = 0,394$ en 6^{ème} vitesse

D_1 diamètre d'enroulement de la courroie sur l'arbre primaire 1 en première.

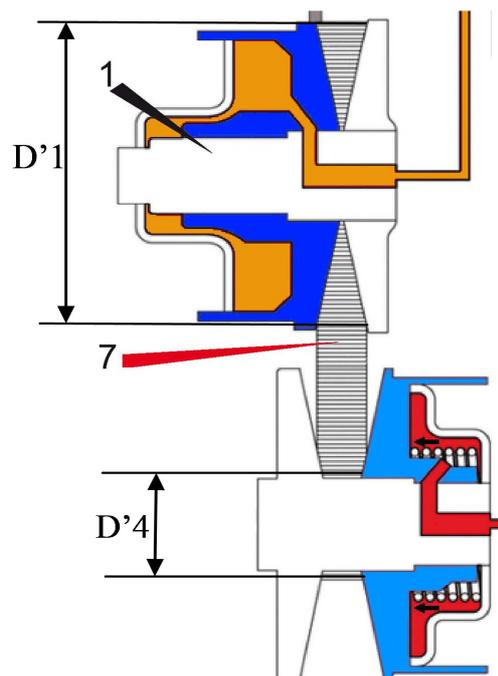
$D_4 = 160$ mm diamètre d'enroulement de la courroie sur l'arbre secondaire 4 en première.



3.1. Calculer le diamètre D_1 de la poulie primaire

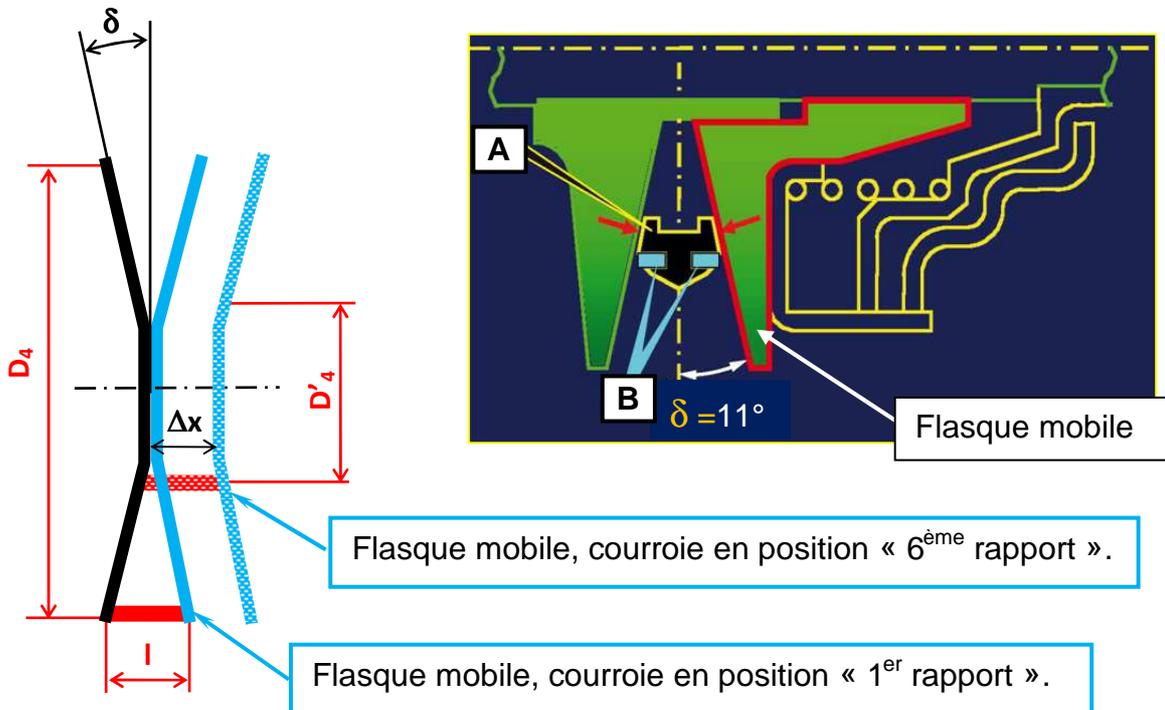
Sixième vitesse

D'_1 et D'_4 (en 6^{ème} vitesse) sont respectivement les diamètres d'enroulement de la courroie sur l'arbre primaire 1 et sur l'arbre secondaire 4 en sixième vitesse.

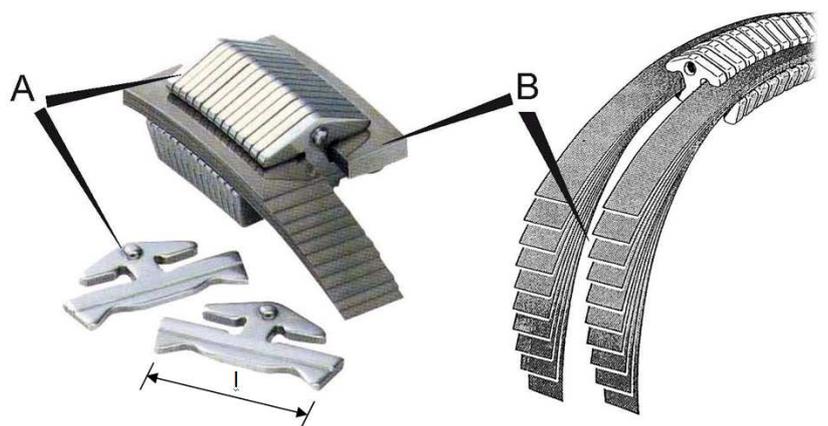


3.2. Déterminer le déplacement axial Δx du flasque mobile de la poulie 4 lors de la variation du 1^{er} au 6^{ème} rapport de vitesse.
On prendra $D_4 = 160$ mm et $D'_4 = 64$ mm.

En déduire la largeur l minimale d'un chaînon.



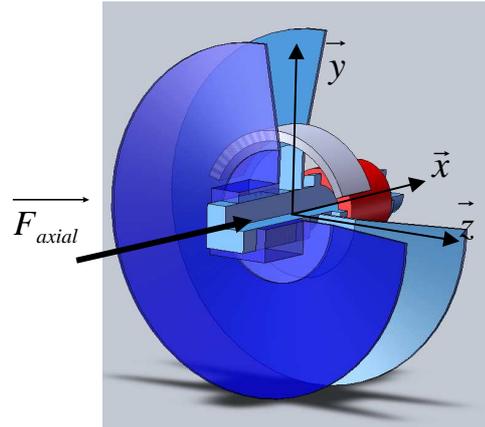
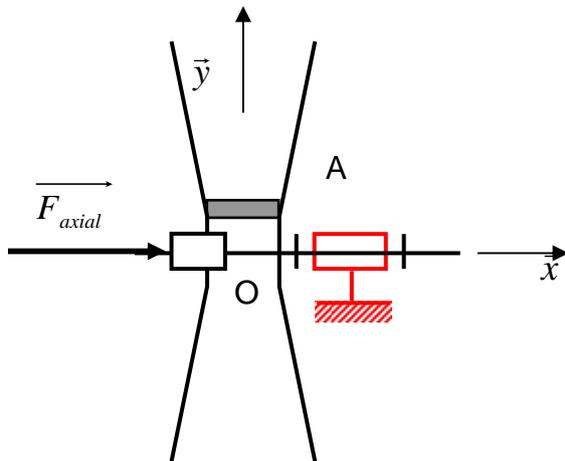
La courroie métallique est composée d'environ 400 chaînons individuels (A) raccordés par des anneaux de cerclage métalliques (B). La courroie métallique transmet l'effort en poussant par l'effet de compression ses éléments métalliques.



Etude de la pression sur la poulie 1

Hypothèses :

- 1^{er} rapport de vitesse $D1 = 68 \text{ mm}$,
- Couple maximum transmis par le train épicycloïdal sur la poulie 1 $C_M = 250 \text{ N.m}$
- On néglige les effets d'inertie sur la courroie.
- On néglige les frottements sauf sur le contact poulie courroie.
- Inertie de la poulie et de la courroie négligées.



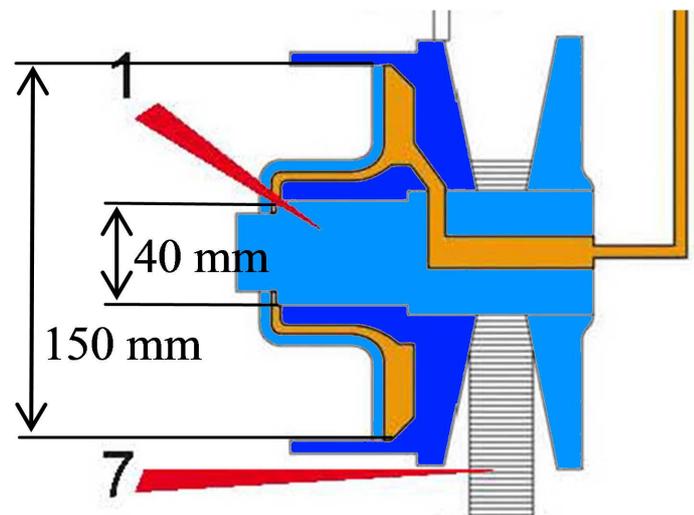
Dans ces conditions de fonctionnement l'effort axial minimum de la poulie sur la courroie est :

$$\| \vec{F}_{axial} \| = 55\,000 \text{ N}$$

Remarque : cet effort est proportionnel au couple à transmettre et inversement proportionnel : au rayon d'enroulement, au facteur de frottement poulie-courroie et à δ .

- 3.3. Calculer la pression P minimum dans la poulie pour exercer cet effort, en Pascal et en bar.
- 3.4. Quelle serait la conséquence d'une pression minimum non atteinte sur le fonctionnement de la transmission poulies-courroie ?

Première vitesse



- 3.5. Comment évolue la pression en fonction du couple à transmettre ?

4. Etude de la chaîne cinématique.

4.1. Modélisation de la chaîne cinématique :

En vous aidant du dossier technique DT3/14, compléter sur le document réponses C2/7 le schéma cinématique du train épicycloïdal en représentant les éléments suivants :

- le porte satellites PS, il est en liaison pivot avec l'arbre de poulie primaire,
- au moins un satellite S,
- le frein multidisques F, (on utilisera une représentation simplifiée identique à celle de l'embrayage E).

4.2. On définit le rapport des vitesses k, par le rapport $\frac{\omega_{sortie}}{\omega_{entrée}}$.

En considérant les éléments du train épicycloïdal : P ; PS ; S et C ; à quel éléments du train correspondent la vitesse de sortie et la vitesse d'entrée .

$$\frac{\omega_{sortie}}{\omega_{entrée}} = \frac{\omega...?}{\omega...?}$$

Configuration A du train épicycloïdal : seul l'embrayage E est activé.

4.3. Citer les éléments du train qui sont cinématiquement solidaires et qui ont par conséquent la même vitesse angulaire.

4.4. Donner dans ce cas la valeur du rapport de vitesses $k_A = ?$

Configuration B du train épicycloïdal : seul le frein F est activé.

4.5. Citer l'élément qui est immobilisé.

4.6. Calculer dans ce cas le rapport de vitesse k_B .

On rappelle si nécessaire la relation : $\frac{\omega_{C/0} - \omega_{PS/0}}{\omega_{P/0} - \omega_{PS/0}} = (-1^n) \frac{Z_P}{Z_C} = q$

Configuration C du train épicycloïdal : ni le frein F, ni l'embrayage E ne sont activés.

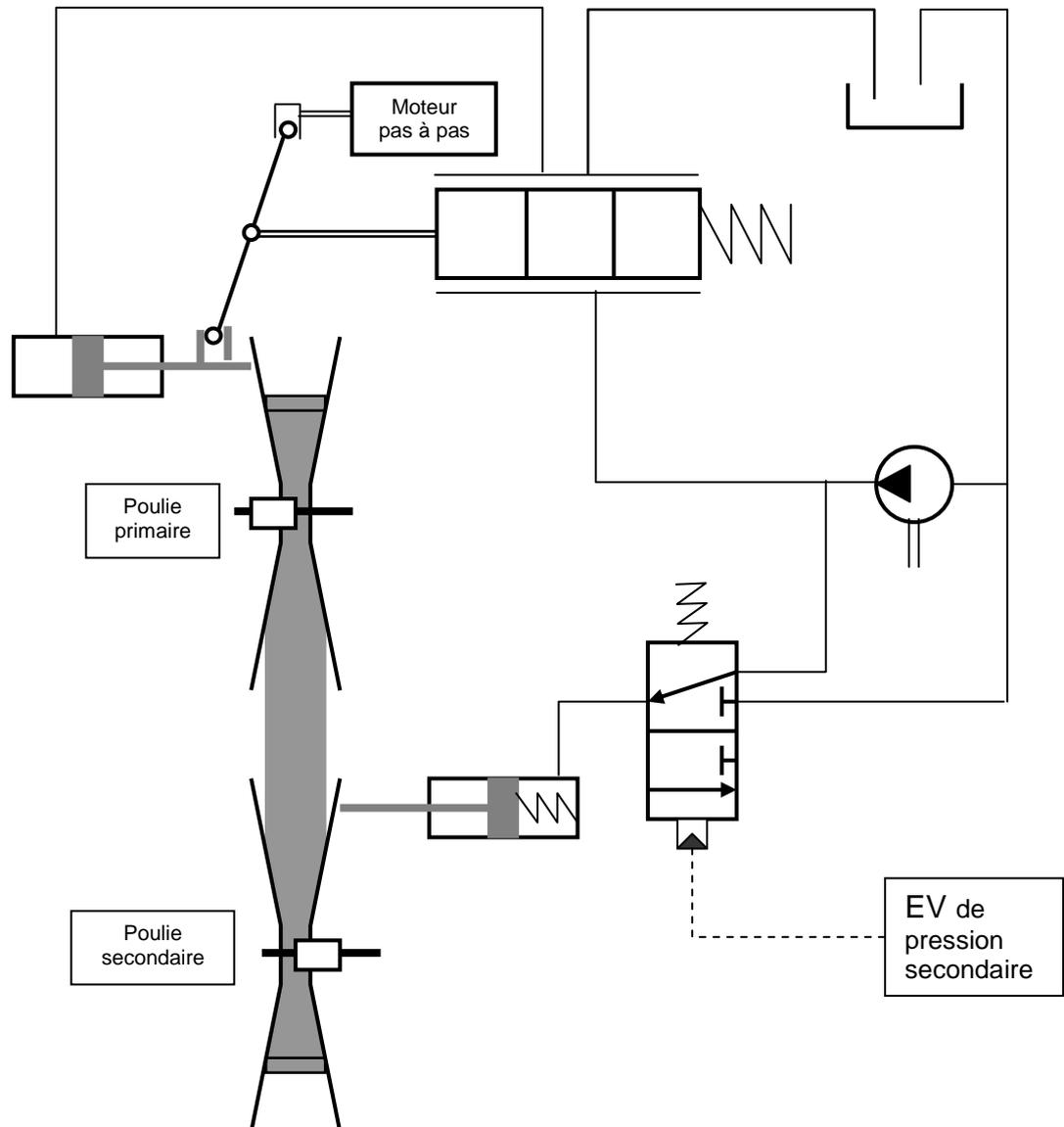
4.7. Comment se comporte le train épicycloïdal dans ce cas ?
A quel état de la transmission cela correspond-il ?

Synthèse des configurations :

4.8. Compléter le tableau du document réponses C2/7 en indiquant par 0 ou 1, l'état inactivé ou activé de l'embrayage E et du frein multi disques F.

5. Etude du circuit hydraulique de commande des poulies

On donne ci dessous le schéma hydraulique du circuit de commande représenté dans une position correspondant à un rapport établi. Dans ce cas la vanne de changement de rapport est en position neutre, comme par exemple en rapport établi de première vitesse, (voir dossier technique, page A6/14 étape1).



- 5.1. Compléter sur le document réponses C3/7 (Fig.4), la case centrale du distributeur lorsque ce dernier est en position neutre c'est-à-dire en rapport établi.
- 5.2. Compléter sur le document réponses C3/7 (Fig.5), la case droite du distributeur lorsque ce dernier est en position de rapport montant.
- 5.3. Etude de la phase rapport descendant : sur le document réponses C3/7 on donne (Fig.7), le système CVT en position rapport établi en 6^{ième} (rapport virtuel le plus haut). Pour descendre vers un rapport moins élevé, le moteur pas à pas est commandé de sorte que sa tige se déplace vers la droite. On se trouve alors dans la situation de la (Fig.8) qui correspond à la première étape de la phase rapport descendant.

5.3.1. Compléter sur le document réponses C3/7 (Fig.6), la case gauche du distributeur lorsque ce dernier est en position de début de rapport descendant (1^{ère} étape)

5.3.2. Sur le document réponses C3/7, compléter la (Fig.8) en :

- indiquant par une flèche quel a été le déplacement de la tige du moteur pas à pas,
- indiquant par une flèche quel a été le déplacement du tiroir de la vanne de changement de rapport,
- indiquant dans cette situation comment s'établissent les pressions d'huile: colorier en rouge les zones haute pression et en jaune les zones basse pression (conduits, distributeur, vérins de poulies),
- indiquant par des flèches le sens des flux hydrauliques.

5.4. Sur la (Fig. 9) du document réponses C4/7 on se trouve dans la *deuxième étape* de la phase rapport descendant. Le moteur pas à pas **est à l'arrêt** et le déplacement des flasques mobiles des poulies est conditionné par les pressions établies à la question précédente.

Vous devez compléter cette figure en :

- coloriant en rouge les zones haute pression et en jaune les zones basse pression (conduits, distributeur, vérins de poulies),
- indiquant par des flèches le sens de déplacement des flasques mobiles des deux poulies,
- indiquant par une flèche le déplacement du tiroir de la vanne de changement de rapport.

Expliquer dans le cadre réponse (Fig. 10) comment le tiroir de la vanne de changement de rapport, tend à se repositionner en position neutre.

5.5. En fin de phase rapport descendant le système retrouve une position de rapport établi, (identique à l'étape 4 représentée en bas de page A7/14 du document ressource). Le distributeur de la vanne de changement de rapport est en position neutre ou « fermé », c'est-à-dire que tous les flux sont bloqués, mais la vanne de pression secondaire est en position d'alimentation du vérin de la poulie secondaire.

Expliquer sur feuille de copie :

- Quel est le rôle du maintien de pression dans la poulie secondaire ?
- Comment est pilotée la vanne de pression secondaire ?

5.6. Le calculateur CVT a déterminé le choix du rapport à partir des conditions externes, ainsi que de la volonté du conducteur.

Citer les informations (ou les capteurs), permettant au calculateur CVT de piloter la position exacte des poulies afin d'obtenir un rapport précis.

6. Organisation structurelle des composants de la chaîne cinématique

- 6.1. Le document réponse C5/7 permet de situer chaque composant au sein de l'organisation globale de la transmission CVT. On demande de compléter ce document en renseignant les cases grises.
- 6.2. Sur le document C5/7, encadrer en bleu les éléments faisant partie du bloc hydraulique de commande.
- 6.3. Indiquer sur les flèches du document C5/7 la nature des énergies de commandes des différents éléments en utilisant les symboles : $\leftarrow em$; $\leftarrow eh$; $\leftarrow ee$; respectivement pour énergie mécanique, énergie hydraulique, et énergie électrique.
- 6.4. Sur le document C5/7 et sur la flèche verticale grise, qui représente le flux d'énergie mécanique transmise, situer la position de l'info régime moteur ; régime poulie primaire et régime poulie secondaire.

7. Démarche de diagnostic

Le client décrit les symptômes suivants :

- sensation de « patinage » de la transmission en mode automatique comme en mode manuel,
- consommation moyenne élevée confirmée par l'ordinateur de bord,
- le voyant de surchauffe s'est allumé plusieurs fois.

7.1. L'outil d'aide au diagnostic permet de comparer le régime moteur et le régime de la poulie primaire, en situation d'essai roulant.
Si ces deux valeurs divergent, quels sont les sous ensembles à mettre en cause ?

Pour chaque sous-ensemble, lister les composants qui peuvent être incriminés ; puis pour chaque élément (composant mécanique ou pré actionneur ou actionneur), expliquez les contrôles et moyens mis en œuvre pour en vérifier le fonctionnement.

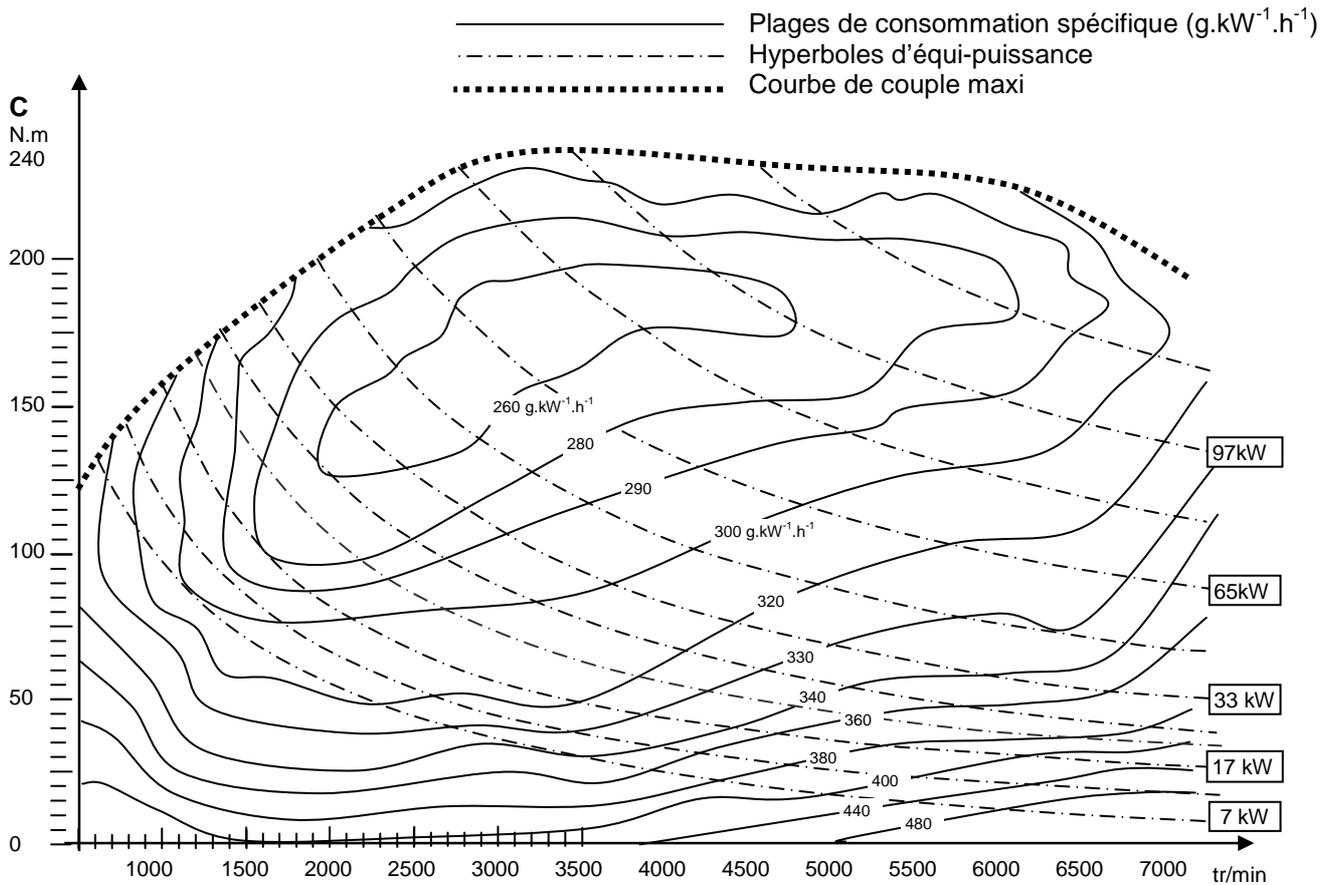
Vous utiliserez le tableau du document réponses C6/7 présenté comme ci-dessous.

Sous ensemble concerné	Liste des éléments à contrôler	Contrôles à effectuer
Sous ensemble A	Élément A1	Signaux et/ou grandeurs physiques à contrôler (préciser la nature, la procédure de contrôle, etc.)
	Élément A5	
	Etc.	
Sous ensemble B	Etc.	

NOTA : La pression de ligne, ainsi que les informations d'entrées et de sorties du calculateur sont conformes aux données constructeur.
Les capteurs et le calculateur fonctionnent correctement.

7.2. L'analyse des données révèle un glissement dans le système CVT (poulies + courroie). Complétez le tableau du document réponses C7/7 ou vous mettez en cause les différents éléments du sous ensemble « variateur à courroie ».

Courbes d'iso-consommation : (Fig.1)



Cadre réponse question 1.5	$C_{spé} =$	à 3500 tr/min
Cadre réponse question 1.6	$C_{spé} =$	à

Tableau réponses, question 2.2.5: (Fig.2)

	Régime N	Charge	Puissance théorique P_{th}	Rendement du cycle total η_{th}	Consommation d'essence
Premier cas	1600 tr/min	100%	47100 W		
Deuxième cas	3500 tr/min	40%	47100 W		

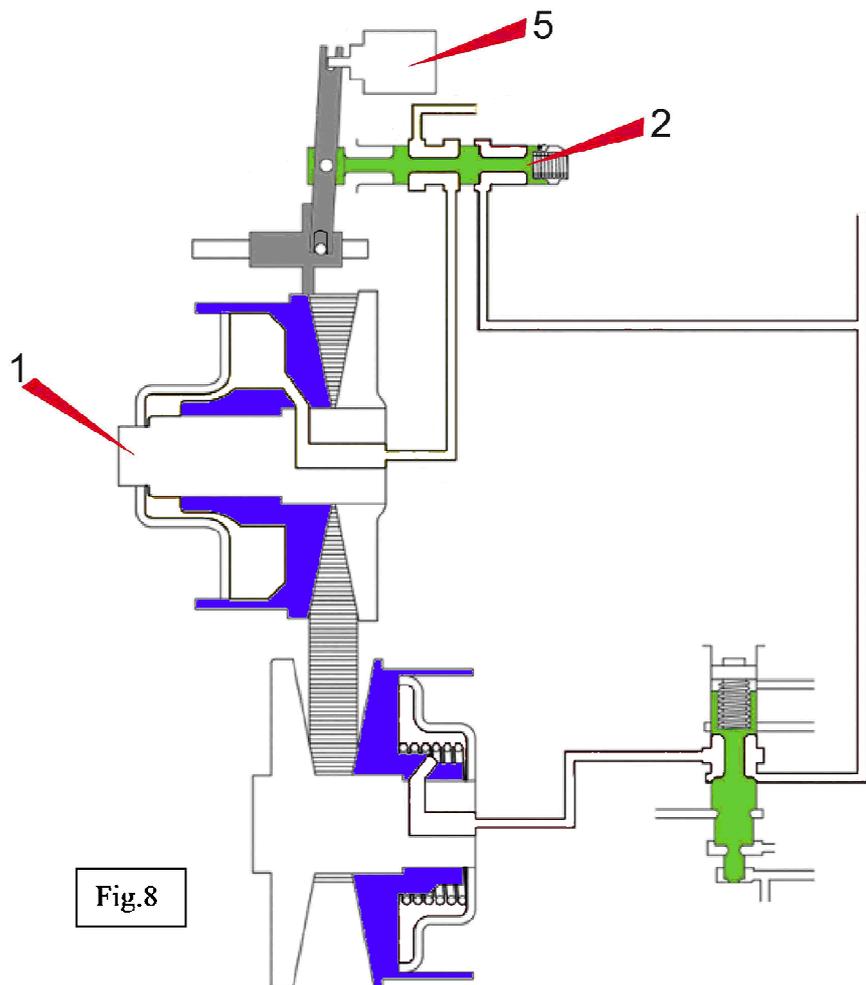
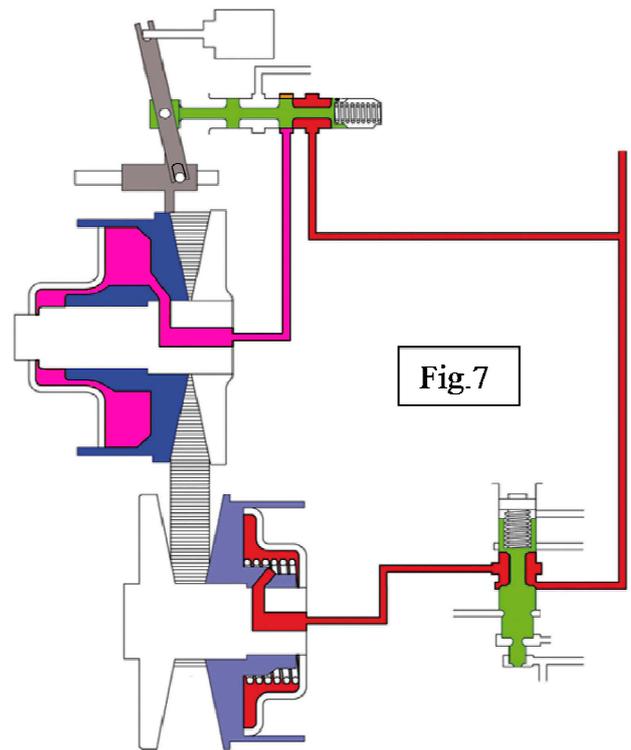
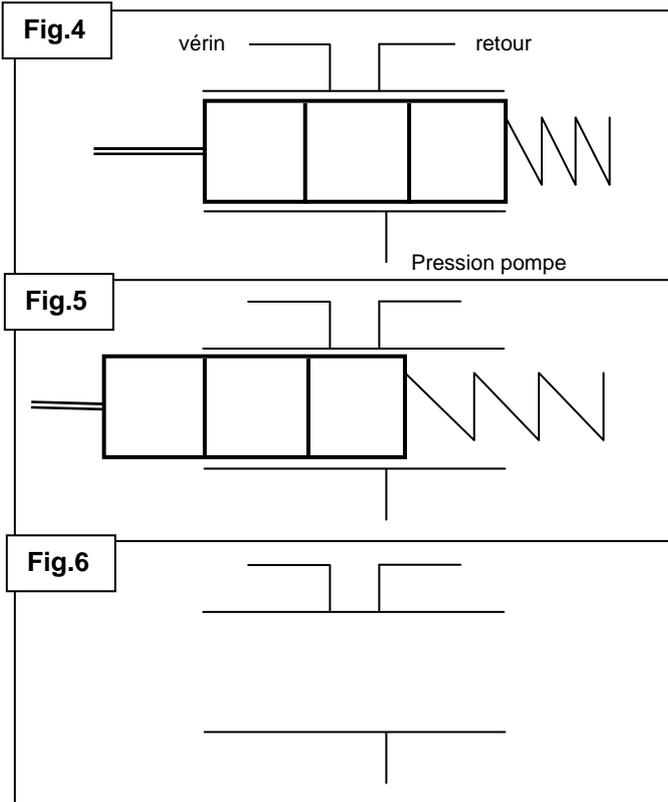


Fig. 9

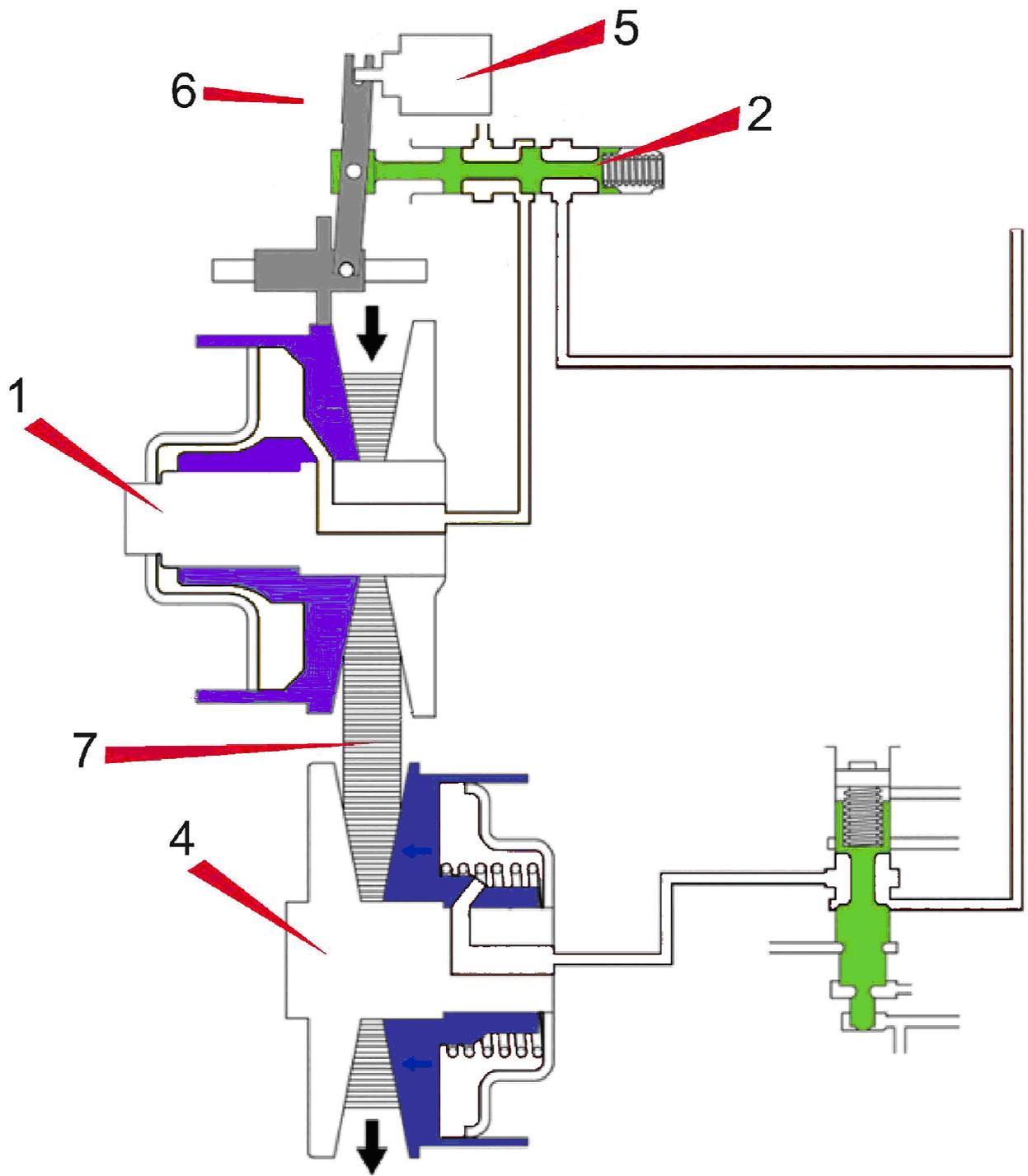
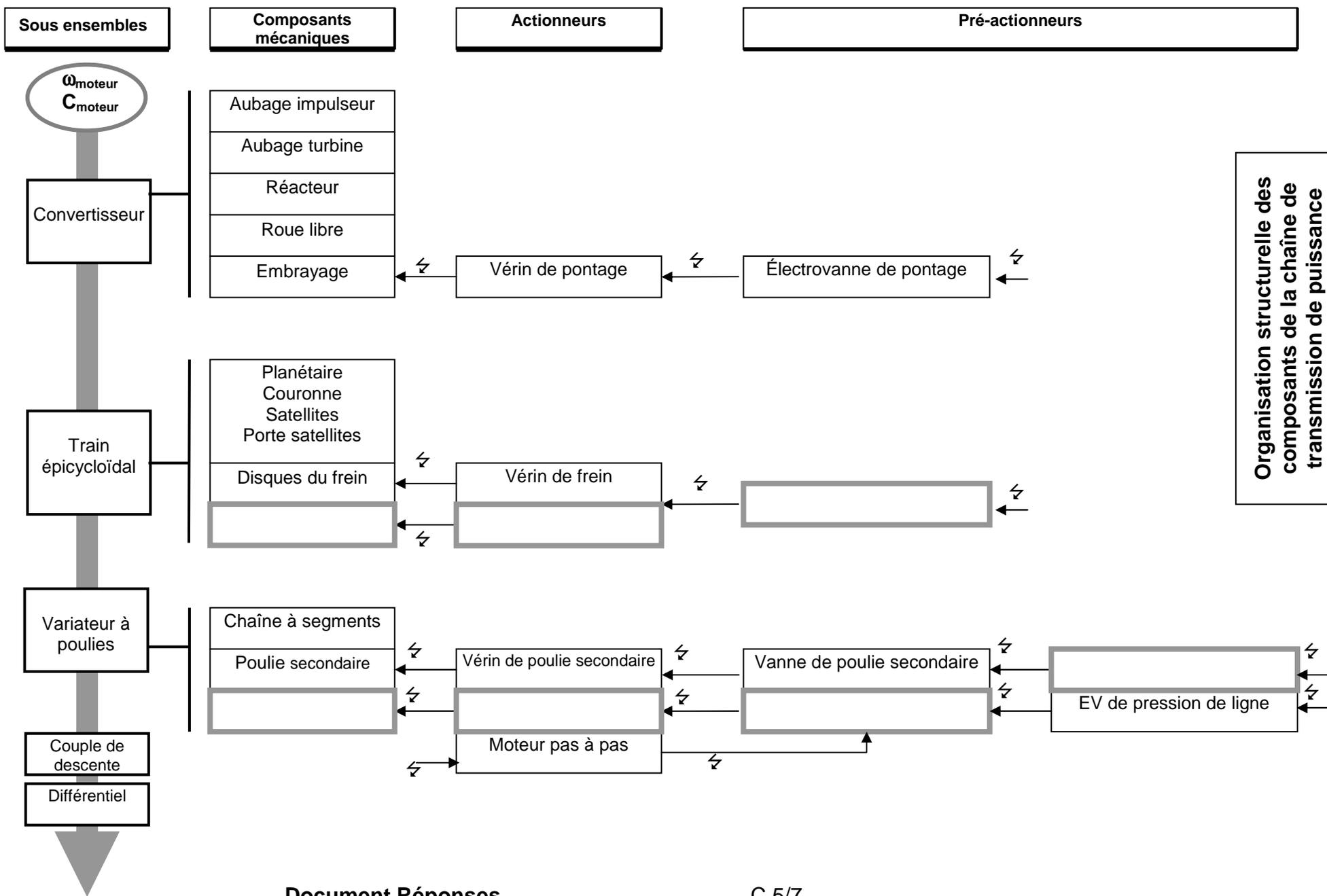


Fig.10

Cadre réponse



Sous ensemble concerné **Liste des éléments à contrôler** **Contrôles à effectuer**

Convertisseur	Aubages ; roue libre ; disque de friction pontage	Contrôle visuel éventuel après démontage (<i>non traité en atelier</i>)
	Vérin de pontage	
	Engrenages ; disques de l'embrayage	Contrôle visuel éventuel après démontage (<i>non traité en atelier</i>)

Sous ensemble concerné **Liste des éléments à contrôler** **Contrôles à effectuer**

Sous ensemble concerné	Liste des éléments à contrôler	Contrôles à effectuer
Variateur CVT	Poulies ; courroie métallique ;	Contrôle visuel éventuel après démontage (<i>non traité en atelier</i>)