

	CENTRE D'INTÉRÊT CI 3-1 « TRANSMISSION »	BTS AVA 1
	TP TRANSMISSION INTEGRALE 6X6 D'UN CAMION DE CHANTIER	Nom: _____

Objectif:

- ⇒ Découverte de la transmission intégrale et de quelques spécificités des transmissions dans les véhicules industriels.
- ⇒ Application des principes cinématiques des trains épicycloïdaux.

Travail demandé:

En plus des présents documents, on donne un diaporama comportant toutes les données techniques utiles ainsi que de nombreuses illustrations décrivant la structure des différents composants: Vous copierez le diaporama dans votre espace personnel de travail depuis l'Atelier "AFSM_STS-1_Dorbe":

/Commun/TP BTS/TP Transmission 6x6 Scania/ TP Transmission 6x6 Scania.ppt



Au fur et à mesure du présent questionnaire, vous accéderez aux numéros des diapositives citées, en mode "trieuse de diapositive" (voir ci-dessus: ). Visionnez toujours les diapositives en mode "diaporama" (voir ci-contre: ).

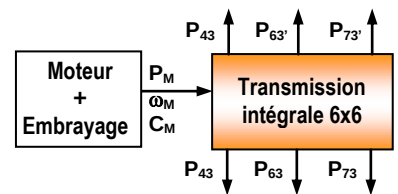
On demande de compléter les présents documents et de rédiger vos réponses sur feuille de copie lorsque c'est précisé (vous reporterez le numéro des questions). Vous rendrez tous les documents, même vierges.

0. MISE EN SITUATION

Le système étudié est la transmission intégrale d'un camion de chantier à 6 roues motrices. Seules les deux roues avant sont motrices et directrices. Les éléments de la transmission étudiés vont de la boîte de vitesse jusqu'aux roues. Le moteur et l'embrayage sont donc exclus de l'étude.



L'objectif est ici de caractériser la fonction, le fonctionnement ainsi que la loi entrée/sortie cinématique, voire dynamique, de chaque composant de la transmission. A noter que chacun d'eux comporte au moins un train épicycloïdal (il n'y a pas moins de 12 trains épicycloïdaux en tout).

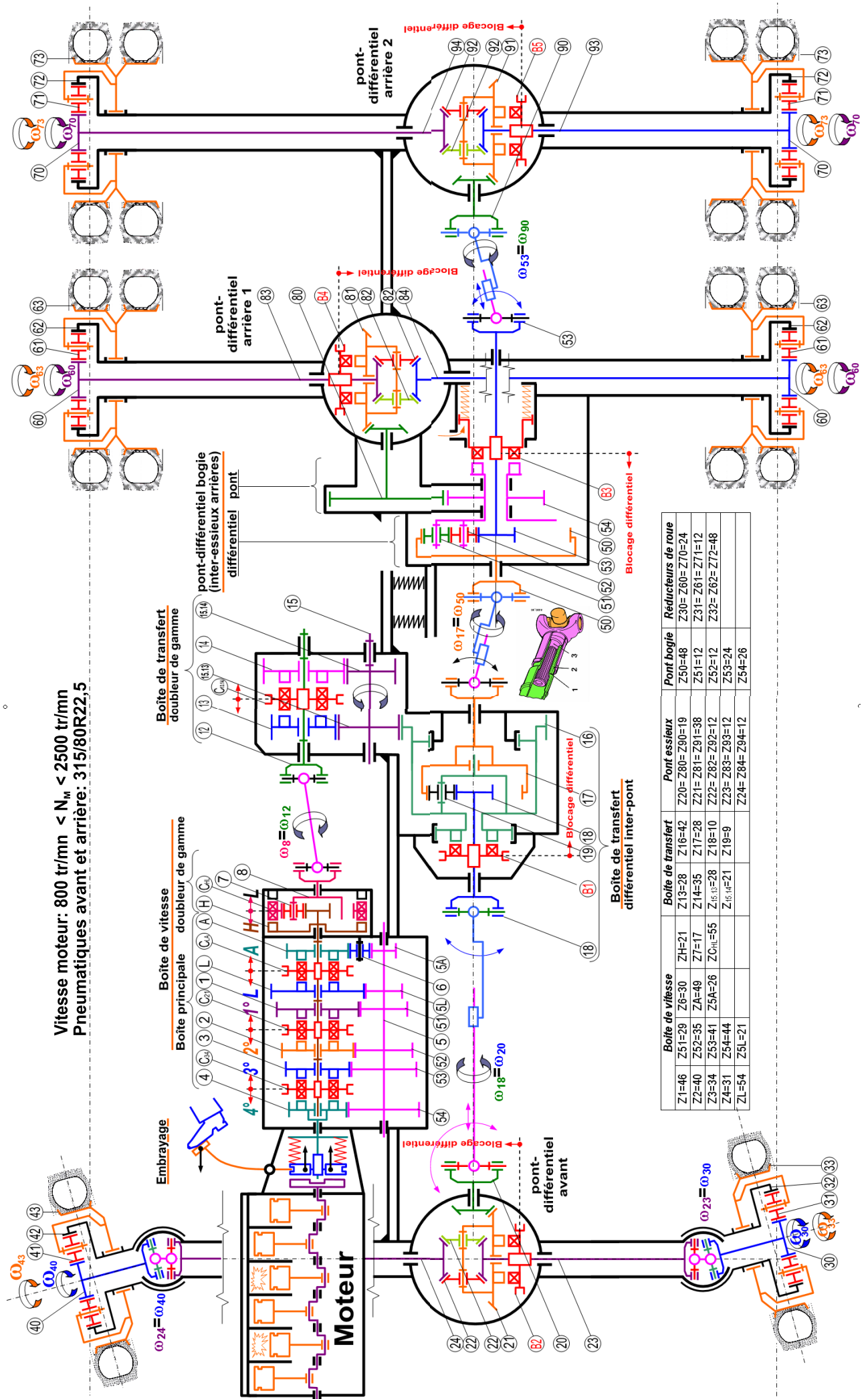


1. DESCRIPTION STRUCTURELLE GLOBALE

Le schéma cinématique page suivante décrit la structure, les caractéristiques, le fonctionnement ainsi que le paramétrage cinématique de l'ensemble de la transmission intégrale. C'est l'outil de description principal auquel vous vous référerez tout au long de cette étude.

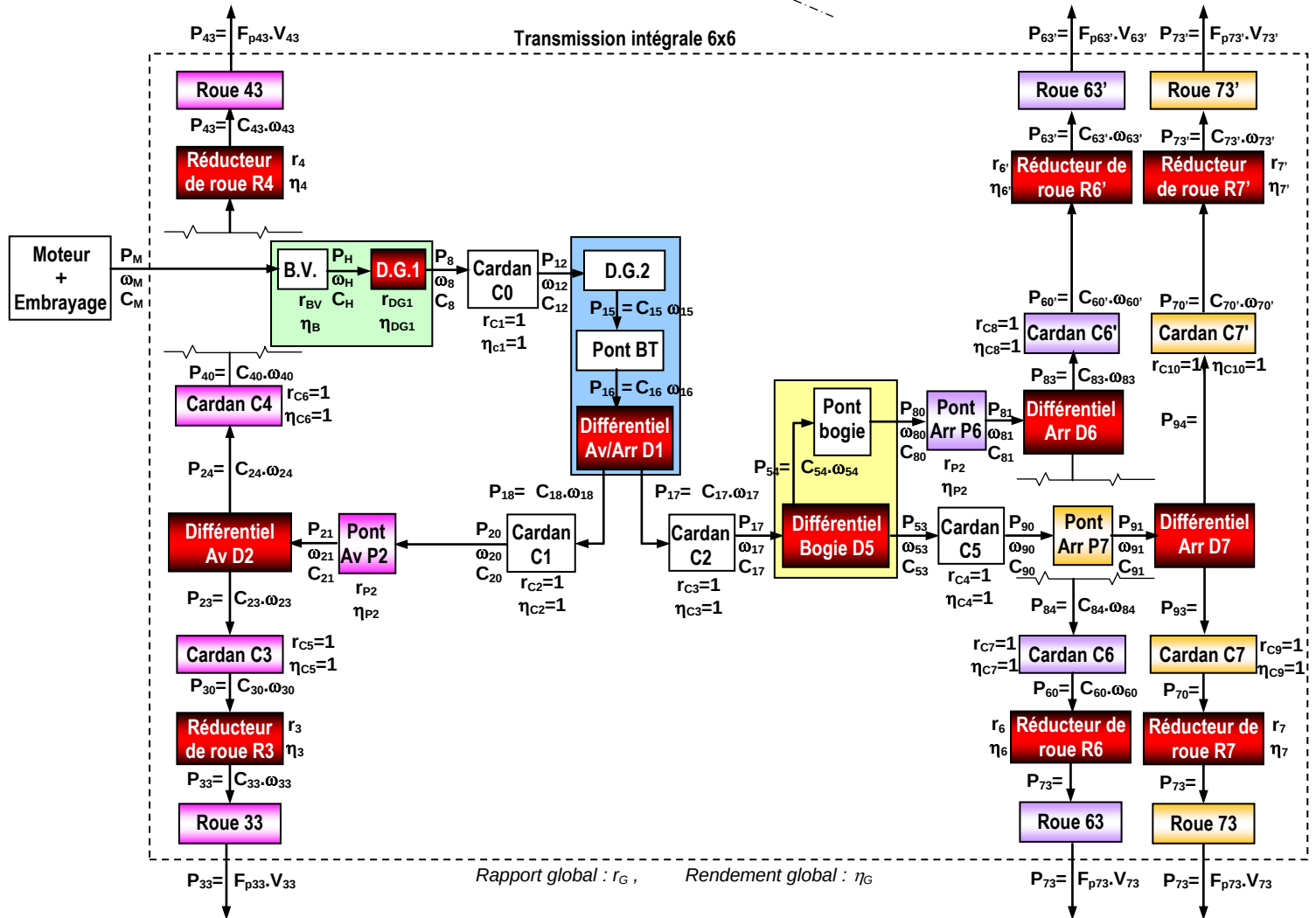
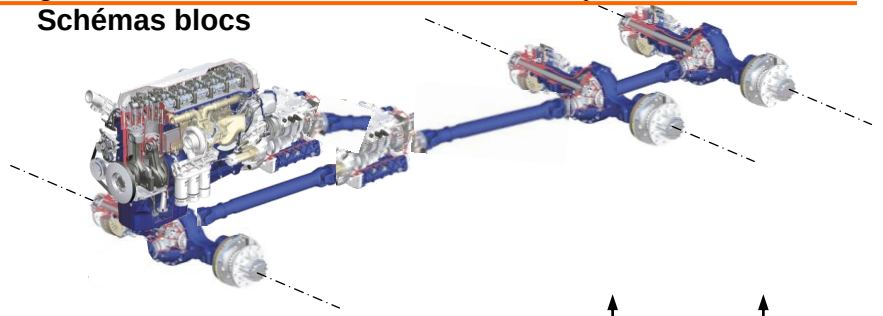
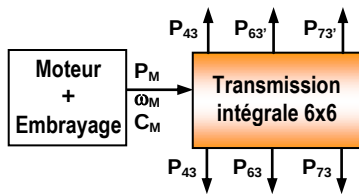
Q0) Prenez connaissance de la désignation des principaux éléments ci-dessous (boîte, doubleur, différentiel, etc...) puis, sur feuille de copie, tracer à main levée le schéma-bloc de la transmission du moteur à la roue avant droite.

Schéma cinématique

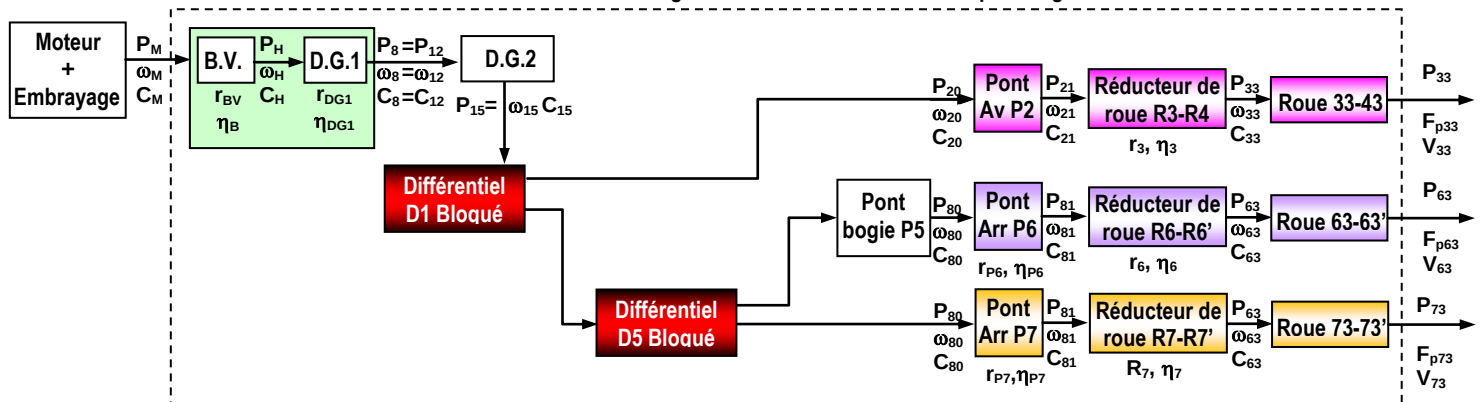


Transmission intégrale 6x6 d'un camion de chantier

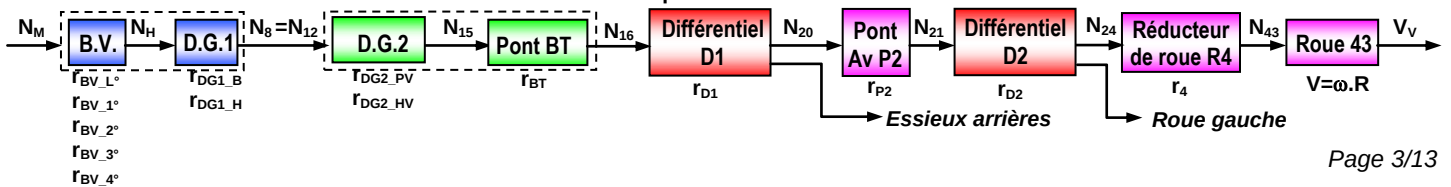
Schémas blocs



Transmission intégrale 6x6 - Tous différentiels bloqués - ligne droite

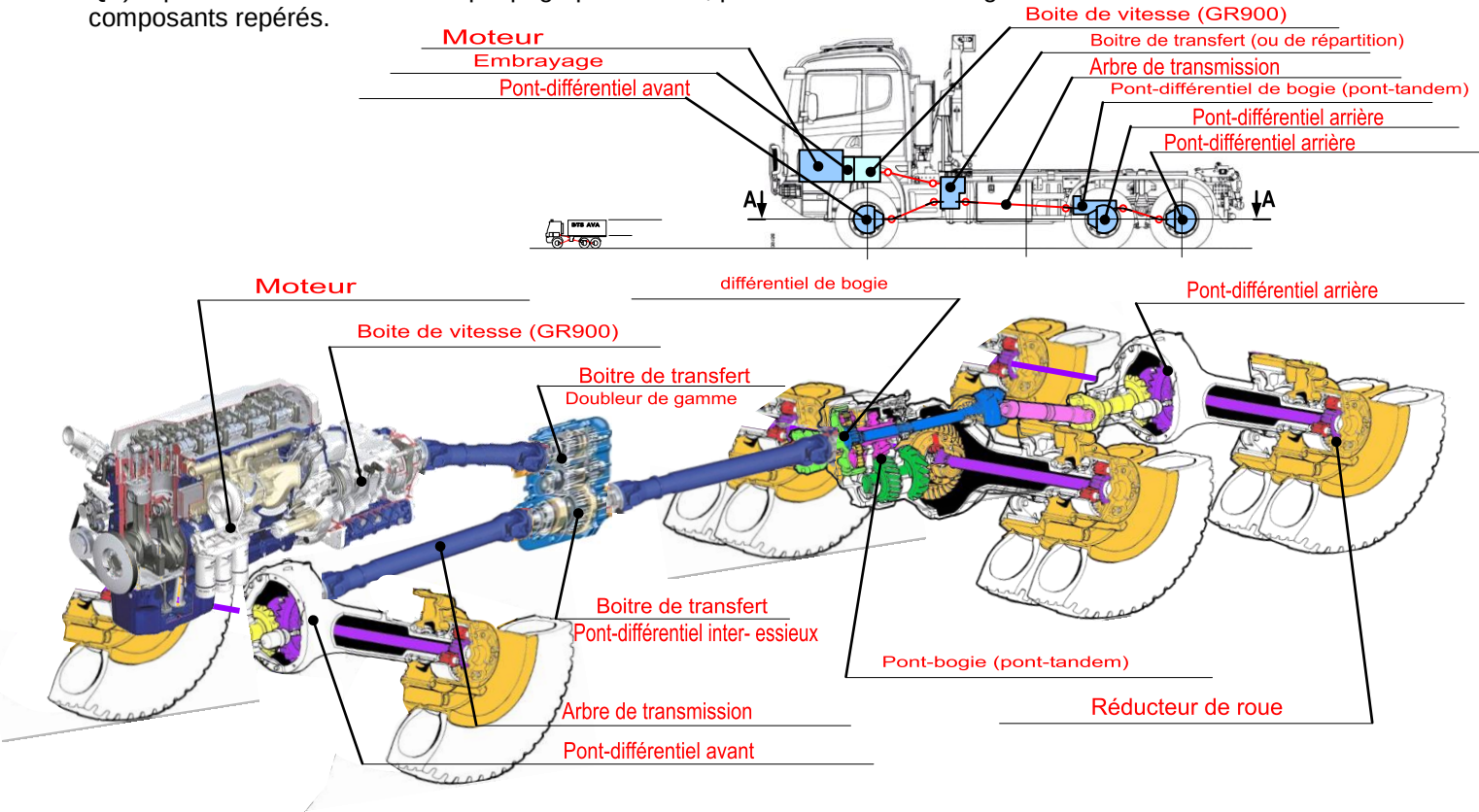


Chaîne cinématique du moteur à la roue avant droite



Vous pouvez dès à présent parcourir brièvement le diaporama (dans son intégralité et en mode diaporama). Il n'est pas utile de tout comprendre tout de suite.

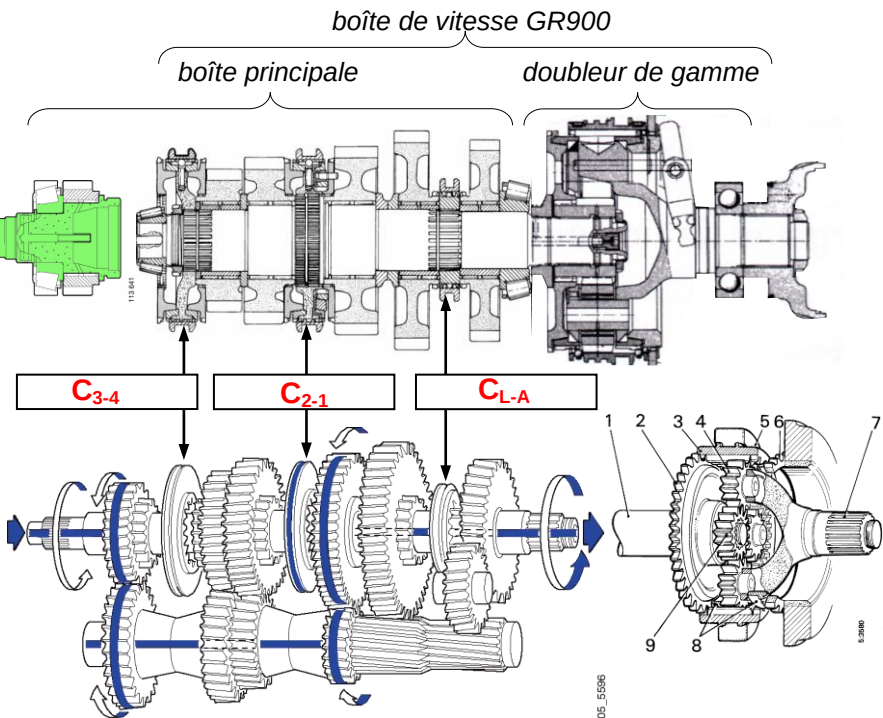
Q1) A partir du schéma cinématique page précédente, précisez sur les deux figures ci-dessous le nom des composants repérés.



2. ANALYSE DE LA BOITE DE VITESSE GR900.

Description:

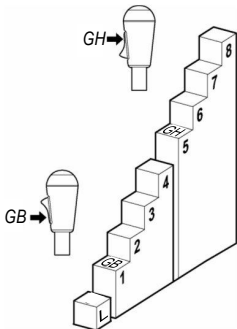
La GR900 est une boîte de vitesses qui se compose d'une boîte principale à 4 rapports avec rapport extra-lent et d'un doubleur de gamme à train planétaire. Le doubleur de gamme offre deux rapports de réduction qui, en série avec la boîte principale, constitue deux gammes de rapports, une gamme basse et une gamme haute. On commence donc par parcourir le registre de la boîte principale sur la gamme appelée basse du doubleur à train planétaire avant de poursuivre sur la gamme appelée haute. En gamme basse (et pas en gamme haute), on a en outre accès à un rapport extra-lent dans la boîte principale.



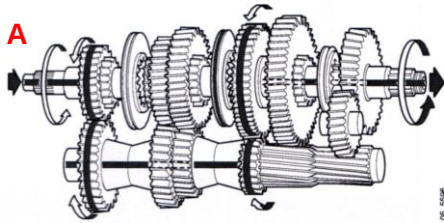
Q2) A partir du schéma cinématique page 2, indiquer ci-dessus le repère des crabots de la boîte princ

Q3) A partir du schéma cinématique page 1, préciser pour les figures A à F des diapos n° 9 et 10, le i de boîte GR900 engagé (1°, 2°, ..., marche arrière, extra-lente).

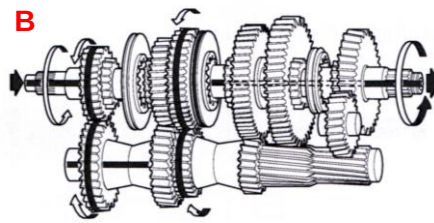
figure	A	B	C	D	E	F
rapport	1° et 5°	2° et 6°	3° et 7°	4° et 8°	Extra-lente	Marche arrière



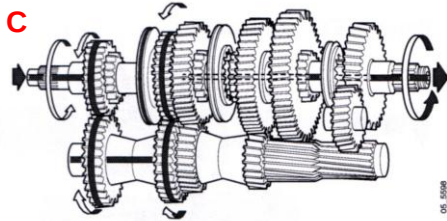
1ère et 5ème vitesses



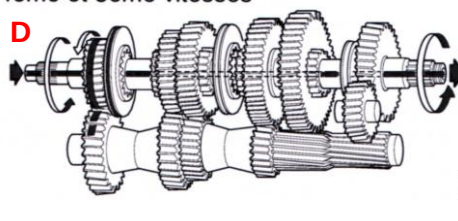
2ème et 6ème vitesses



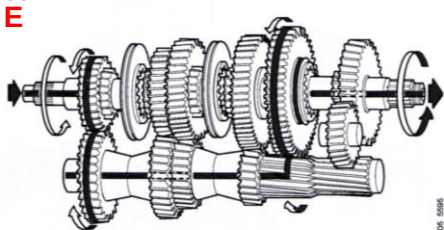
3ème et 7ème vitesses



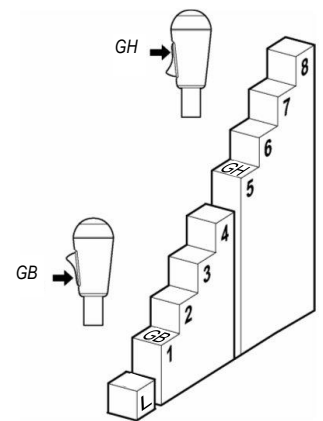
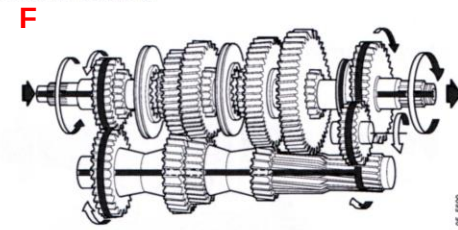
4ème et 8ème vitesses



Rapport extra-lent



Marche arrière



Q4) En déduire le nombre de rapport de vitesse en marche avant et en marche arrière de la boîte GR900 seule, doubleur de gamme DG1 compris.

⇒ Boîte GR900 à **9** rapports en marche avant et **2** rapport(s) en marche arrière.

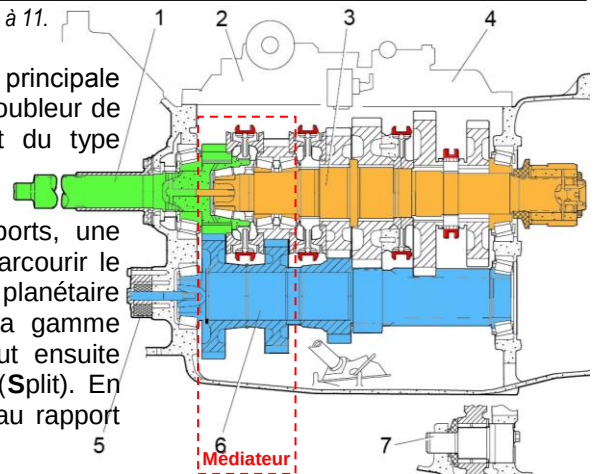
Q5) Hormis la présence du doubleur de gamme à train planétaire, quelle différence notable remarquez-vous entre ce type de boîte de vitesse et celui qu'on rencontre habituellement sur les véhicules particuliers (modus, 306, etc...)?

⇒ **BV à 3 arbres: primaire, intermédiaire, secondaire (+marche arrière comme en VP)**

3. ANALYSE DE LA BOÎTE DE VITESSE GRS900.

Attention: Pour cette version de boîte de vitesse, vous ne disposez que des diapositives n° 9 à 11.

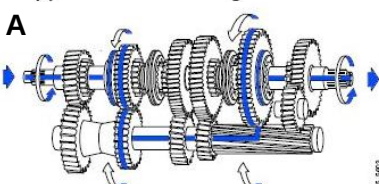
La GRS900 est une boîte de vitesses qui se compose d'une boîte principale à 3 rapports avec médiateur intégré + rapport extra-lent et d'un doubleur de gamme à train planétaire (Range). La boîte de vitesses est du type «doubleur de gamme-médiateur» (Range-Split). Cela signifie que la boîte principale offre des rapports rapprochés tandis que le train planétaire (doubleur) comporte deux gammes de rapports, une gamme basse et une gamme haute. On commence donc par parcourir le registre de la boîte principale sur la gamme inférieure du train planétaire (doubleur), appelée gamme basse, avant de poursuivre sur la gamme supérieure du train planétaire, appelée gamme haute. On peut ensuite diviser une nouvelle fois chaque rapport à l'aide du médiateur (Split). En gamme basse (et pas en gamme haute), on a en outre accès au rapport extra-lent que l'on peut diviser à l'aide du médiateur.



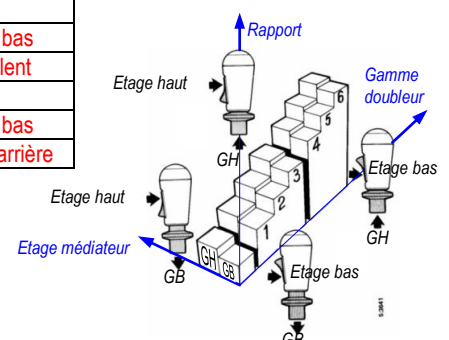
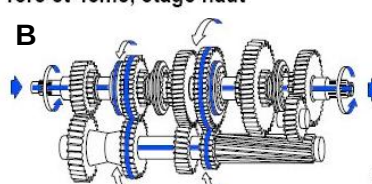
Q6) Exclusivement à partir des diapos n° 11 à 14, préciser pour les figures A à J, le numéro du rapport de la boîte GRS900 engagé (1°, 2°, ..., marche arrière, extra-lente). GH/GB pour Gamme Haute/Basse de doubleur.

figure	A	B	C	D	E
médiateur	Etage haut	Etage haut	Etage haut	Etage haut	Etage bas
rapport	Extra-lent	1° (GB)et 4° (GH)	2° (GB)et 5° (GH)	3° (GB)et 6° (GH)	Extra-lent
figure	F	G	H	I	J
médiateur	Etage bas	Etage bas	Etage bas	Etage haut	Etage bas
rapport	1° (GB)et 4° (GH)	2° (GB)et 5° (GH)	3° (GB)et 6° (GH)	Marche arrière	Marche arrière

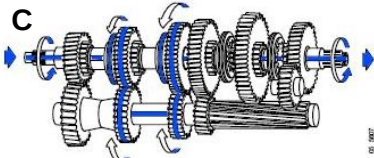
Rapport extra-lent, étage haut



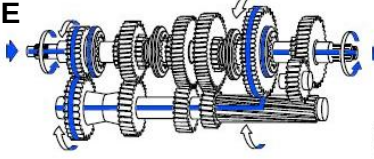
1ère et 4ème, étage haut



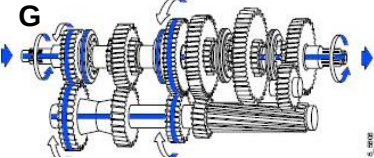
2ème et 5ème, étage haut



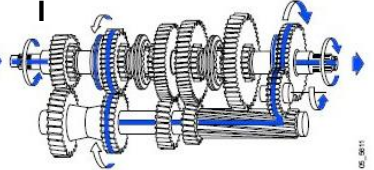
Rapport extra-lent, étage bas



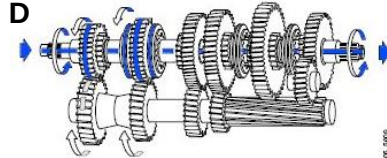
2ème et 5ème, étage bas



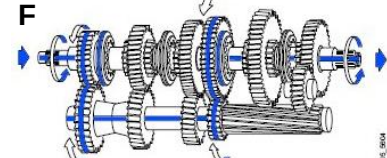
Marche arrière, étage haut



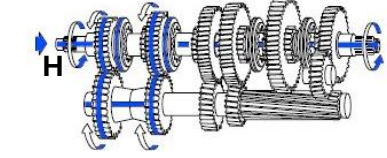
3ème et 6ème, étage haut



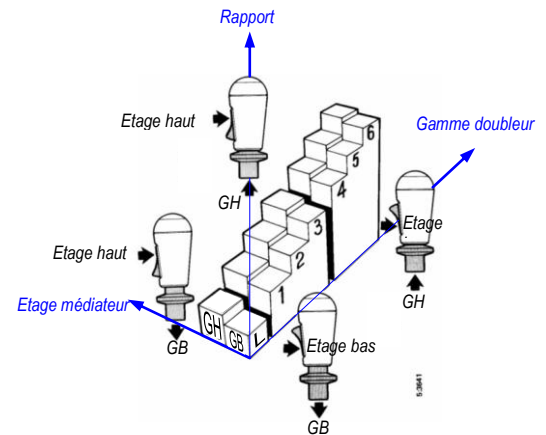
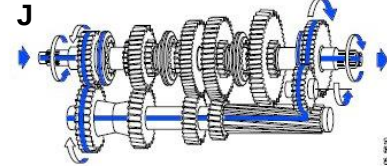
1ère et 4ème, étage bas



3ème et 6ème, étage bas



Marche arrière, étage bas



Q7) En déduire le nombre de rapport de vitesse en marche avant et en marche arrière de la boîte GR900 seule, doubleur de gamme DG1 compris.

⇒ Boîte GR900 à **14** rapports en marche avant et **2** rapport(s) en marche arrière.

⇒ Justification:

voir vidéo diapo n° 12:

$n = 2(\text{étages médiateur}) \times 3(\text{rapports}) \times 2(\text{gammes doubleur}) + 2(\text{extra-lente C – "Crawler"})$

$n = 2 \times 3 \times 2 + 2 = 14$

4. ANALYSE DU DOUBLEUR DE GAMME A TRAIN PLANETAIRE DE LA BOITE DE VITESSE GR900.

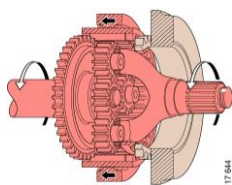
Q8) Sur feuille de copie, à partir du schéma cinématique et des diapositives n°15 à 19, expliquer brièvement le fonctionnement du doubleur de gamme puis, montrer que les rapports du doubleur sont:

⇒ En gamme haute: $r_{DG1-H} = 1$

⇒ En gamme basse: $r_{DG1-B} = 1/3,62$

⇒ En gamme haute:

prise directe ⇒ $r_{DG1-H} = 1$



On cherche $r_{DG1-B} = \omega_{8/0} / \omega_{H/0}$:

$r_b = \omega_{CHL/8} / \omega_{H/8} = -Z_H / Z_{CHL} = -21/55$

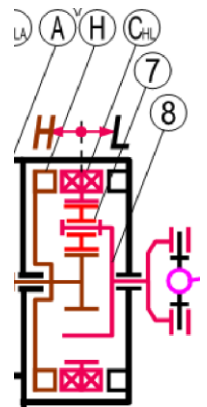
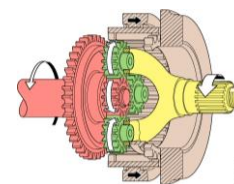
$r_b = (\omega_{CHL/0} - \omega_{8/0}) / (\omega_{H/0} - \omega_{8/0})$ avec $\omega_{CHL/0} = 0$

⇒ $-\omega_{8/0} = \omega_{H/0} \cdot r_b - \omega_{8/0} \cdot r_b$

⇒ $r_{DG1-B} = \omega_{8/0} / \omega_{H/0} = r_b / (r_b - 1)$

⇒ $r_{DG1-B} = \omega_{8/0} / \omega_{H/0} = +21 / (21+55)$

⇒ $r_{DG1-B} = \omega_{8/0} / \omega_{H/0} = 1/3,62$



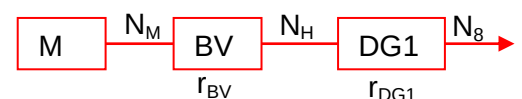
Q9) Sur feuille de copie, déterminer la vitesse N_{8min} minimum possible en sortie de boîte GR900, en conduite tout terrain si le moteur tourne à $N_M=800 \text{ tr.mn}^{-1}$. Rédaction du raisonnement souhaité avant tout calcul.

$N_8 = N_M \cdot r_{BV} \cdot r_{DG1}$ est minimum si N_M , r_{BV} et r_{DG1} sont minimums. Soit:

$r_{BV} = r_{BV_extra-lent} = ((Z_4 \cdot Z_{5L}) / (Z_{54} \cdot Z_L)) = (31 \cdot 21) / (44 \cdot 54)$ et

$r_{DG1} = r_{DG1-B} = 1/3,62$

⇒ $N_8 = N_M \cdot r_{BV} \cdot r_{DG1} = 800 \times 31 \times 21 / (3,62 \times 44 \times 54) = 60,56 \text{ tr.mn}^{-1}$



Q10) Sur feuille de copie, déterminer la vitesse N_{8max} maximum possible en sortie de boîte GR900, en conduite sur route si le moteur tourne à $N_M=2500 \text{ tr.mn}^{-1}$. Rédaction du raisonnement souhaité avant tout calcul.

$N_8 = N_M \cdot r_{BV} \cdot r_{DG1}$ est maximum si N_M , r_{BV} et r_{DG1} sont maximums. Soit:

$r_{BV} = r_{BV_4e} = 1$ et

$r_{DG1} = r_{DG1-H} = 1$

⇒ $N_8 = N_M = 2500 \text{ tr.mn}^{-1}$

5. ANALYSE DE LA BOITE DE TRANSFERT GTD800: DOUBLEUR DE GAMME DG2

Q11) A partir des diapositives 20 à 24, décrire sur feuille de copie la (ou les) fonctions du doubleur de la boîte de transfert (boîte de répartition).

- ⇒ doubler la gamme des rapports de boîte.
- ⇒ Désengager toutes les roues motrices.

Q12) Sur feuille de copie, à partir du schéma cinématique, déterminer les rapports petite vitesse r_{PV} et haute vitesse r_{HV} .

$$r_{PV} = -28/28 = -1$$

$$r_{GV} = -35/21 = -5/3$$

Q13) Sachant que sur la boîte de vitesses GR900, le rapport extra-lent C ne doit pas être utilisé avec la haute vitesse de la boîte de transfert, déterminer le nombre de rapports de vitesse dont dispose le conducteur au total.

- ⇒ 9 rapports BV x 2 rapports BT – 1 rapport extra-lent = 17 rapports en marche avant.

Q14) Soit N_{15min} , la vitesse minimum possible en sortie de doubleur de gamme DG2, en conduite tout terrain si le moteur tourne à $N_M=800 \text{ tr.mn}^{-1}$.

Sur feuille de copie, montrer que $N_{15min} = 60,56 \text{ tr.mn}^{-1}$. Voir schéma bloc paramétré diapositive n° 27.

$$\Rightarrow N_{15mini} = N_{8mini} \cdot r_{BTmini} = 60,56 \times 1 = 60,56 \text{ tr.mn}^{-1}$$

Q15) Soit N_{15max} , la vitesse maximum possible en sortie de doubleur de gamme DG2, en conduite sur route si le moteur tourne à $N_M=2500 \text{ tr.mn}^{-1}$. Sur feuille de copie, montrer que $N_{15max} = 4166 \text{ tr.mn}^{-1}$.

$$\Rightarrow N_{15maxi} = N_{8maxi} \cdot r_{BTmaxi} = 2500 \times 5/3 = 4166,6 \text{ tr.mn}^{-1}$$

Vous venez de caractériser le fonctionnement et les lois entrée-sortie cinématiques du moteur à la boîte de transfert, partie de la transmission intégrale dont l'architecture est de type "série": la sortie d'un composant devient la sortie du suivant, les rapports de transmissions se multiplient. Rien de nouveau.

Dés cette étape de l'analyse, vous entrez dans le monde merveilleux du différentiel. Vous allez découvrir :

⇒ une architecture cinématique de type "parallèle" où répartit la puissance d'un élément moteur parallèle récepteurs.

⇒ les trains épicycloïdaux à une entrée et deux sorties, dont il faudra caractériser la relation cinématique.

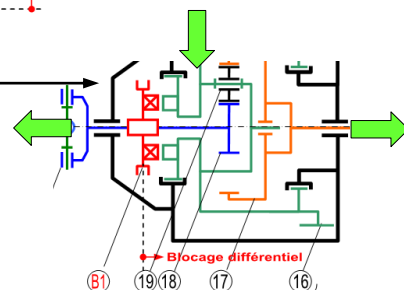
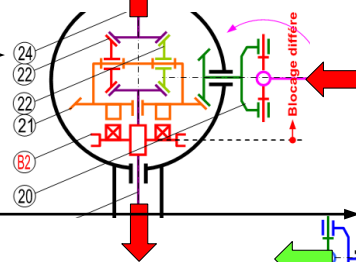
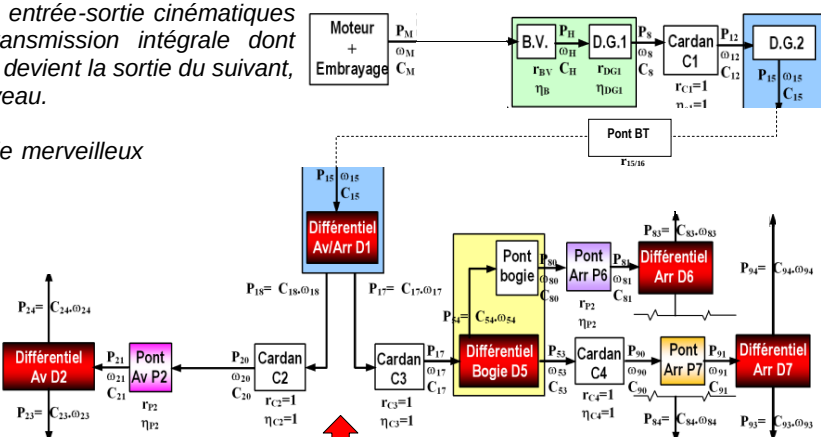
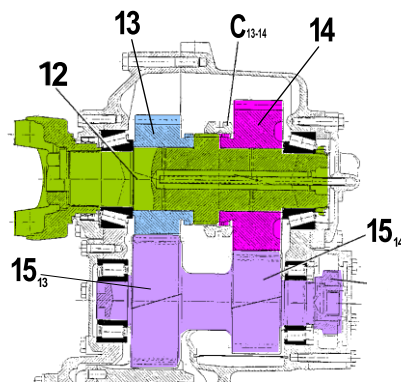
⇒ les trains épicycloïdaux de deux types:

✓ Le différentiel sphérique d'essieu (D2, D6 et D7) analogue à ceux qu'on trouve sur les véhicules particuliers et dont l'analyse est développée dans l'autre TP de cette séquence.

✓ Le différentiel plan à simple satellites (différentiel inter-pont D1) et le différentiel plan à double satellite (différentiel de bogie D5), le premier étant spécifique aux transmissions intégrales et le second étant spécifique aux véhicules industriels.

Dans tous les cas, ce que vous devez garder à l'esprit, c'est la fonction d'un différentiel quel qu'il soit:

"Transmettre et adapter la puissance, répartir le couple et différencier les vitesses"



6. ANALYSE DE LA BOITE DE TRANSFERT GD800: DIFFERENTIEL INTER-POINTS

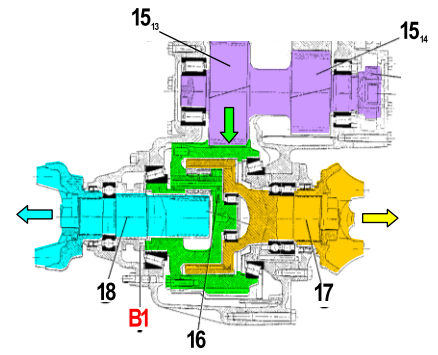
Répondre sur feuille de copie.

Q16) Qu'illustrent les diapositives 31 et 32 vis-à-vis de la fonction énoncée ci-dessus?

- ⇒ Diapositive 31: Nécessité de différencier la vitesse des roues d'essieux avant et arrière.
- ⇒ Diapositive 32: Nécessité de répartir le couple moteur principalement sur les essieux arrière.

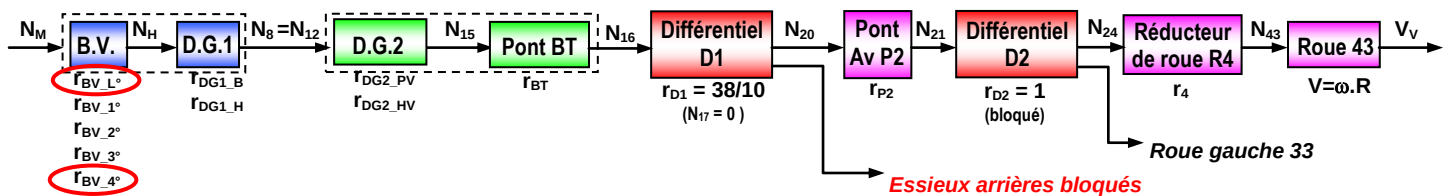
Q17) En supposant le véhicule de la diapo 32 en conduite tout-terrain, en montée à la vitesse minimum ($N_{15\text{mini}}$; cf Q13). Si l'essieu avant perd toute adhérence et que le différentiel inter-ponts n'est pas bloqué, que se passe-t-il? Voir diapo n°25, vidéo de 4'25" à 4'55" sur 5'11".

⇒ Les roues arrières s'immobilisent et les roues avant patinent.



Q18) Dans les mêmes conditions et en supposant les 2 essieux arrières bloqués par l'adhérence au sol, à quelle vitesse $N_{33}=N_{43}$ (différentiel D2 bloqué) les roues de l'essieu avant patinent-elles?

On donne le rapport de réducteur de roue: $r_3=r_4=1/3$. On déterminera le rapport de réduction du train épicycloïdal D1 en précisant l'entrée, la sortie et en justifiant l'élément bloqué.



Q18																		
N _M	r _{BV}	N _H	r _{DG1}	N ₈	r _{DG2}	N ₁₅	r _{BT}	N ₁₆	r _{D1}	N ₂₀	r _{P2}	N ₂₁	r _{D2}	N ₂₄	r ₄	N ₄₃	R (mm)	V _V km/h
800	0,274	219,2	1/3,62	60,56	1	60,56	2/3	40,38	38/10	153,43	1/2	76,72	1	76,72	1/3	25,57	537,75	0

$$N_{33}=N_{43} = (N_{M\text{mini}} \cdot r_{BV_extra-lent} \cdot r_{DG1-B} \cdot r_{PV}) \cdot r_{BT} \cdot r_{D1} \cdot r_{P2} \cdot r_{D2} \cdot r_4$$

Avec:

$$✓ (N_{M\text{mini}} \cdot r_{BV_extra-lent} \cdot r_{DG1-B} \cdot r_{PV}) = N_{15\text{mini}} = 60,56 \text{ tr.mn}^{-1}$$

$$✓ r_{BT} = Z_{15.13}/Z_{16} = 28/42$$

$$✓ r_{D1} = \omega_{18}/\omega_{PS} = 38/10$$

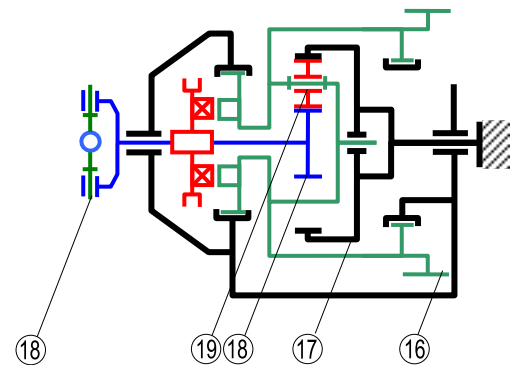
$$✓ r_{P2} = 1/2$$

$$✓ r_{D2} = 1 \text{ (bloqué)}$$

$$✓ r_4 = 1/3$$

$$N_{33}=N_{43} = (N_{M\text{mini}} \cdot r_{BV_extra-lent} \cdot r_{DG1-B} \cdot r_{PV}) \cdot r_{BT} \cdot r_{D1} \cdot r_{P2} \cdot r_{D2} \cdot r_4$$

$$N_{33}=N_{43} = 60,56 \times 28/42 \times 38/10 \times 1/2 \times 1 \times 1/3 = 25,57 \text{ tr/mn}$$



✓ $r_{D1} = \omega_{18}/\omega_{PS}$ avec $\omega_{PS}=\omega_{16}$ et $\omega_{17}=0$ raison basique r_{bD1} :

$$r_{bD1} = \omega_{17}/\omega_{PS} / \omega_{18}/\omega_{PS} = -Z_{18}/Z_{17} = -10/28$$

$$\Rightarrow r_{bD1} = -\omega_{PS}/0 / (\omega_{18}/0 - \omega_{PS}/0)$$

$$\Rightarrow \omega_{18}/0 \cdot r_{bD1} - \omega_{PS}/0 \cdot r_{bD1} = -\omega_{PS}/0$$

$$\Rightarrow \omega_{18}/0 \cdot r_{bD1} = \omega_{PS}/0 (r_{bD1} - 1)$$

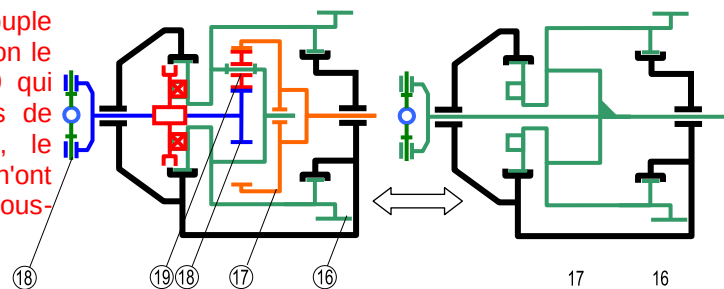
$$\Rightarrow r_{D1} = \omega_{18}/\omega_{PS} = (r_{bD1} - 1) / r_{bD1}$$

$$\Rightarrow r_{D1} = \omega_{18}/\omega_{PS} = (-10/28 - 28/28) / (-10/28)$$

$$\Rightarrow r_{D1} = \omega_{18}/\omega_{PS} = 38/10$$

Q19) On bloque maintenant le différentiel inter-ponts (D1 ci-contre) par le baladeur B1. Décrire sa position et son action sur les éléments du différentiel.

Le baladeur B1 se déplace vers la droite et s'accouple avec le porte-satellite 16. B1 solidarise ainsi en rotation le planétaire 18 et le porte-satellites. Les satellites 19 qui engrènent avec ces deux derniers n'ont donc plus de mouvement relatif et par voie de conséquence, le planétaire 17 non plus. L'ensemble {16, 17, 18 et 19} n'ont plus aucun mouvement relatif et forment un même sous-ensemble cinématique.

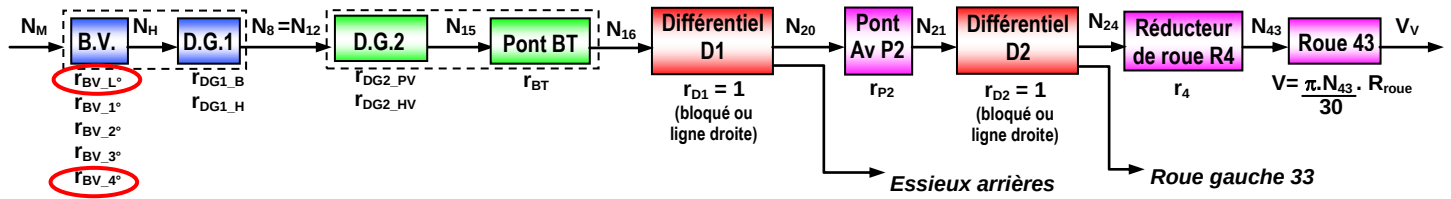


Q20) En supposant que tous les différentiels sont bloqués, que $N_{15}=N_{15\min}=60,56 \text{ tr.mn}^{-1}$ et qu'aucune roue ne patine, montrer que la vitesse d'avance du véhicule est $V_{\min}=1,36 \text{ km/h}$.

Q21) Le véhicule roule en ligne droite sur l'asphalte, tous les différentiels sont libres. $N_{15}=N_{15\max}=4166,7 \text{ tr.mn}^{-1}$, aucune roue ne patine. Montrer que la vitesse d'avance du véhicule est $V_{\max}=93,8 \text{ km.h}^{-1}$.

Rq: Toutes les roues tournent à la même vitesse et reçoivent la même puissance.

On peut donc déterminer la vitesse du véhicule à partir de la vitesse de rotation de n'importe quelle roue. Pour la roue avant droite par exemple (roue 43), la chaîne cinématique est:



Q20-21																		
N_M	r_{BV}	N_H	r_{DG1}	N_8	r_{DG2}	N_{15}	r_{BT}	N_{16}	r_{D1}	N_{20}	r_{P2}	N_{21}	r_{D2}	N_{24}	r_4	N_{43}	$R \text{ (mm)}$	$V_V \text{ km/h}$
800	0,274	219,2	1/3,62	60,56	1	60,56	2/3	40,38	1	40,38	1/2	20,19	1	20,19	1/3	6,73	537,75	1,36
2500	1	2500	1	2500	5/3	4166,7		2777,7	1	2777,7		1388,9	1	1388,9		462,9		93,85

Pour le réducteur (épicycloïdal) de roue R4, déterminer r_{b4} puis r_4 .

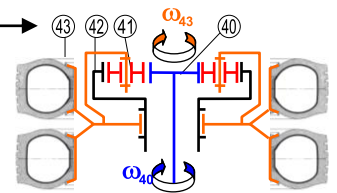
$$r_4 = \omega_{43} / \omega_{40} \text{ avec } \omega_{42} = 0 \text{ et } \omega_{43} = \omega_{PS}$$

$$r_{b4} = \omega_{42/PS} / \omega_{40/PS} = -Z_{40}/Z_{42} = -1/2$$

$$r_{b4} = -\omega_{PS} / (\omega_{40/0} - \omega_{PS/0}) =$$

$$\Rightarrow r_4 = \omega_{PS} / \omega_{40} = r_{b4} / (r_{b4}-1) = 1/3$$

$$r_4 = 1/3$$



Q22) Montrer que $N_{16} = (28/38) N_{17} + (10/38) N_{18}$. Pour cela, déterminer dans l'ordre:

1) Objectif: $N_{16} = f(N_{17}, N_{18})$

2) raison basique: $r_{b1} = \omega_{17/16} / \omega_{18/16}$

$$r_{b1} = N_{17/16} / N_{18/16} = -Z_{18} / Z_{17} = -10/28$$

3) Composer les vitesses par rapport au bâti 0.

$N_{16/0} = N_{PS/0}$, $N_{17/0} \neq 0$ et $N_{18/0} \neq 0$ (aucun élément bloqué)

$$r_{b1} = (N_{17/0} - N_{PS/0}) / (N_{18/0} - N_{PS/0})$$

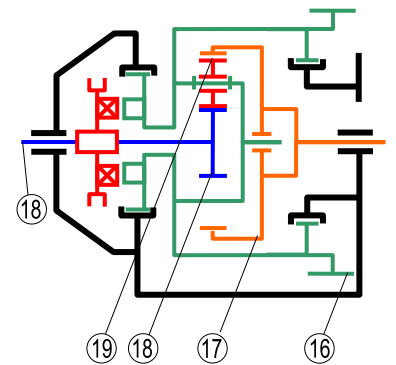
$$N_{17/0} - N_{PS/0} = N_{18/0} \cdot r_{b1} - N_{PS/0} \cdot r_{b1}$$

$$N_{17/0} - N_{18/0} \cdot r_{b1} = N_{PS/0} (1 - r_{b1})$$

$$N_{PS/0} = N_{17/0} / (1 - r_{b1}) - N_{18/0} \cdot r_{b1} / (1 - r_{b1})$$

$$N_{PS/0} = N_{17/0} / (28/28 + 10/28) + N_{18/0} \cdot 10 / 28 (28/28 + 10/28)$$

$$N_{PS/0} = N_{17/0} \cdot (28/38) + N_{18/0} \cdot (10/38)$$



Q23) Déterminer N_{17} et N_{18} :

$\Rightarrow$ en ligne droite:

$$\Rightarrow N_{17} = N_{18} = N \text{ et } N_{16} = N_{PS}$$

$$\Rightarrow N_{PS/0} = N_{17/0} \cdot (28/38) + N_{18/0} \cdot (10/38) \text{ devient } N_{PS/0} = N \cdot (28/38) + N \cdot (10/38) = N$$

$$\Rightarrow N_{17} = N_{18} = N = N_{16} = N_{PS}$$

$$\Rightarrow N_{17} = N_{18} = N = N_{16} = N_{15\max} \cdot r_{BT} = 4166,7 \cdot 2/3 = 2777,8 \text{ tr/mn}$$

$\Rightarrow$ en courbe si la différence de vitesse de rotation relative essieu avant/essieux arrière est de 2% et $N_{17} < N_{18}$ voir diapo 31 ($N_{15\max}=2500 \text{ tr/mn}$).

$$\Rightarrow N_{PS/0} = N_{17/0} \cdot (28/38) + N_{18/0} \cdot (10/38)$$

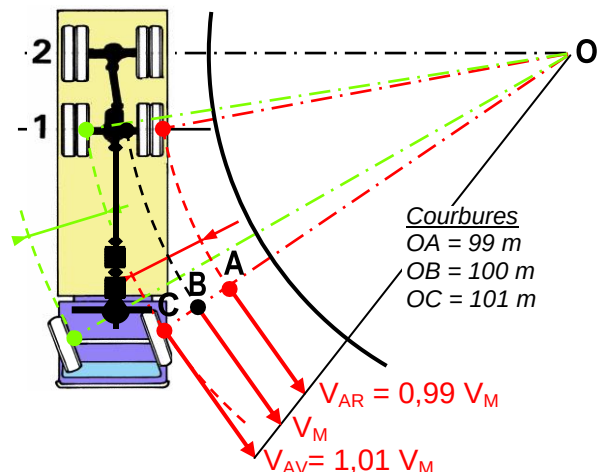
$$\Rightarrow N_{17} / N_{18} = 99/101 \Rightarrow N_{17} = 99 \cdot N_{18} / 101$$

$$\Rightarrow N_{PS/0} = 28 \cdot 99 \cdot N_{18} / (38 \cdot 101) + N_{18/0} \cdot (10/38)$$

$$\Rightarrow N_{PS/0} = 0,9854 \cdot N_{18}$$

$$\Rightarrow N_{18} = N_{PS/0} / 0,9854 = 2777,8 / 0,9854 = 2818,9 \text{ tr/mn}$$

$$\Rightarrow N_{17} = 99 \cdot N_{18} / 101 = 99 \cdot 2818,9 / 101 = 2763 \text{ tr/mn}$$



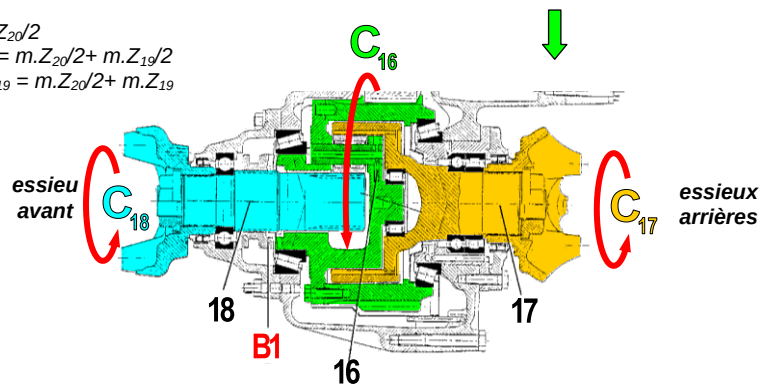
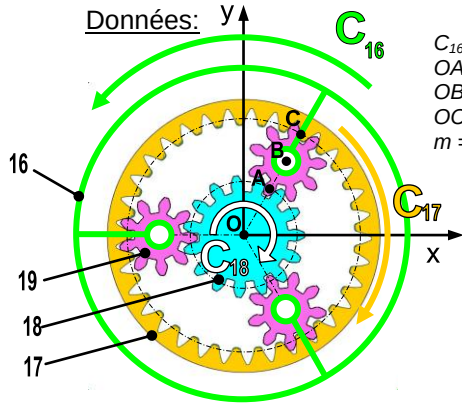
Hypothèse: Toute liaison parfaite, tout rendement égal à 1.

La répartition de couple avant/arrière que procure le différentiel inter-pont D1 est d'environ 26% avant / 74% arrière.

Q24) En quoi cela est-il cohérent avec ce qu'illustre la diapositive n°32 (voir question 16)?

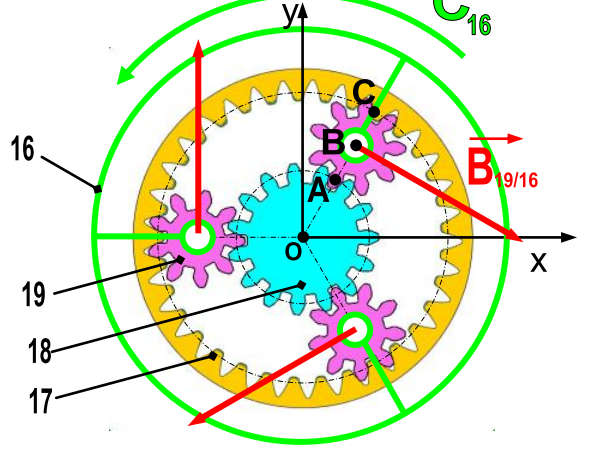
Plus de charge sur les essieux moteurs $\Rightarrow N$ augmente $\Rightarrow T$ augmente ($T = N.f$)

Q25) Montrer que $C_{17} = C_{16}$ (28/38) et $C_{18} = C_{16}$ (10/38) en isolant successivement 16, 19, 18 puis 17.



Porte-satellites 16 isolé:

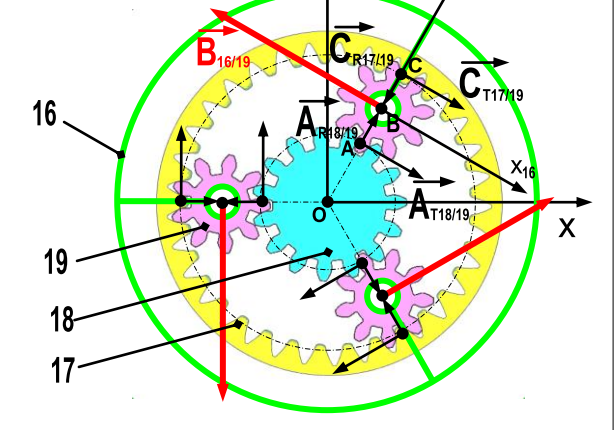
$$\Rightarrow \vec{M}_{O(\text{ext}/16)} \cdot \vec{Z} = 0$$



Satellite 19 isolé:

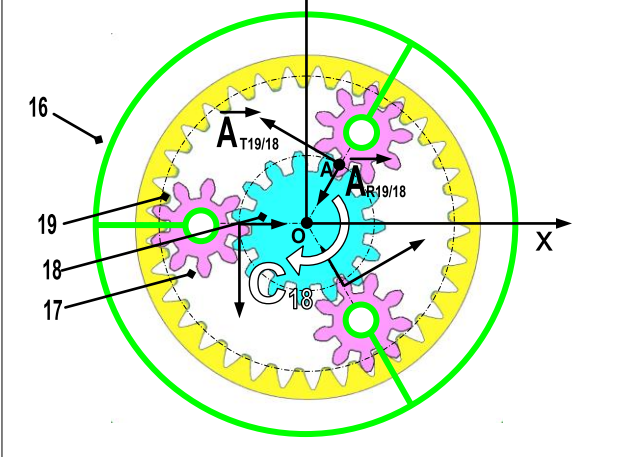
$$\Rightarrow \vec{R}_{(\text{ext}/19)} \cdot \vec{x}_{16} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{M}_{B(\text{ext}/19)} \cdot \vec{Z} = 0$$



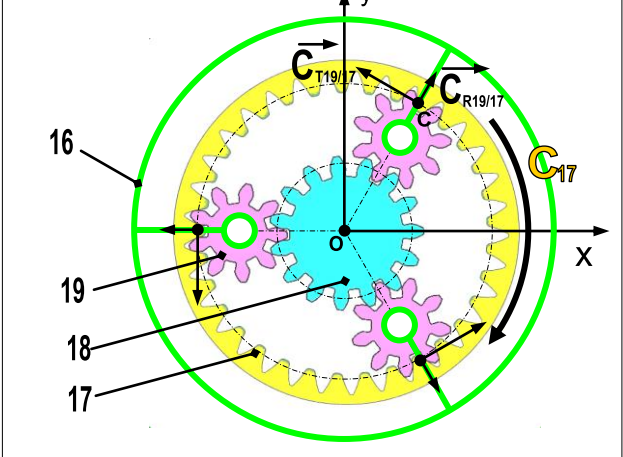
Planétaire 20 isolé

$$\Rightarrow \vec{M}_{O(\text{ext}/20)} \cdot \vec{Z} = 0$$



Planétaire 17 isolé:

$$\Rightarrow \vec{M}_{O(\text{ext}/17)} \cdot \vec{Z} = 0$$



Rq: on peut par ailleurs montrer que $C_{17} = -C_{18}/r_{b1} = C_{18}/(r_{b1}-1)$ avec ici $r_{b5} = -Z_{18}/Z_{17}$

Cette relation qui donne la relation entre les couples dans le train épicycloïdal est valide, quelque soit le train de type I. Elle s'écrit de façon générale:

$$C_{Pl.ext} = -C_{Pl.int}/r_b = C_{PS}/(r_b - 1)$$

formule de Ravigneaux

7. ANALYSE DU DIFFERENTIEL DE BOGIE D5 (INTER-ESSIEUX ARRIERES)

Répondre sur feuille de copie.

Q26) Sachant que la raison basique est $r_{b5}=+1/2$, montrer que;

$$\Rightarrow 2 \omega_{91} = \omega_{93} + \omega_{94}$$

$$\frac{\omega_{Co} - \omega_{PS}}{\omega_{Pl} - \omega_{PS}} = \frac{\omega_{50} - \omega_{54}}{\omega_{53} - \omega_{54}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \omega_{53} - \omega_{54} = 2 \times \omega_{50} - 2 \times \omega_{54}$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \omega_{50} = \omega_{53} + \omega_{54}$$

Q27) En appliquant la formule de Ravigneaux ci-dessus, déterminer en % comment sont répartis les couples entre les deux essieux arrières.

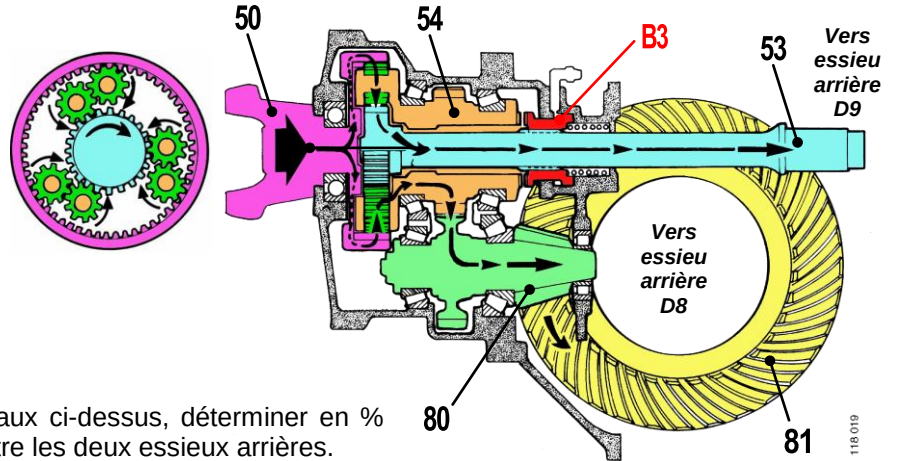
$\Rightarrow$ On montrera pour cela que $2 C_{50} = C_{53} = C_{54}$

Pl.ext $\rightarrow$ 50 ; Pl.int $\rightarrow$ 53 ; PS $\rightarrow$ 54

$$\Rightarrow (\text{formule de Ravigneaux}) \quad C_{50} = -\frac{C_{53}}{1/2} = -2 \times C_{53}$$

$$C_{50} = \frac{C_{54}}{1/2 - 1} = -2 \times C_{54}$$

Les couples sont répartis 50% – 50%



7. ANALYSE DU DIFFERENTIEL D'ESSIEU ARRIERE D9

Répondre sur feuille de copie.

Q28) Sachant que la raison basique est $r_{b9}=-1$, montrer que: $2 \omega_{91} = \omega_{93} + \omega_{94}$

$$\frac{\omega_{Co} - \omega_{PS}}{\omega_{Pl} - \omega_{PS}} = \frac{\omega_{93} - \omega_{91}}{\omega_{94} - \omega_{91}} = -1$$

$$\Rightarrow \omega_{93} - \omega_{91} = \omega_{91} - \omega_{94}$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \omega_{91} = \omega_{93} + \omega_{94}$$

Remarquez que la loi cinématique est analogue à celle de différentiel précédent.

Q29) En appliquant la formule de Ravigneaux ci-dessus, déterminer en % comment sont répartis les couples entre les deux roues gauche et droite.

$\Rightarrow$ On montrera pour cela que $2 C_{50} = C_{53} = C_{54}$

Pl.ext $\rightarrow$ 93 ; Pl.int $\rightarrow$ 94 ; PS $\rightarrow$ 91

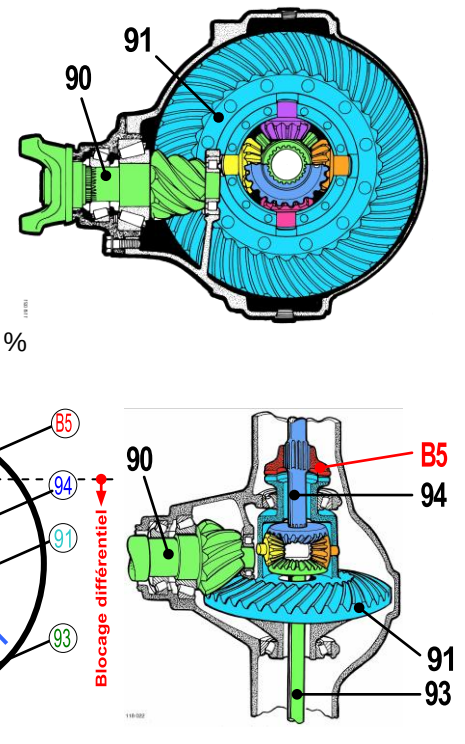
$$\Rightarrow (\text{formule de Ravigneaux}) \quad C_{93} = -\frac{C_{94}}{-1} = C_{94}$$

$$C_{93} = \frac{C_{91}}{-1 - 1} \Rightarrow C_{91} = -2 \times C_{93}$$

Les couples sont répartis 50% – 50%

Remarquez là encore que la loi dynamique est analogue à celle de différentiel précédent.

Q30) Justifiez cette similarité.



SYNTHESE

On donne la liste des commandes de différentiel présentes sur le tableau de bord.



Petite vitesse de la boîte de transfert.



Blocage de différentiel de la boîte de transfert.



Blocage de différentiel de l'essieu avant.



Blocage de différentiel entre les ponts arrière.

Toutes roues arrière motrices (entraînement tandem).



Blocage de différentiel des ponts arrière.
Ceci bloque les deux ponts arrière.

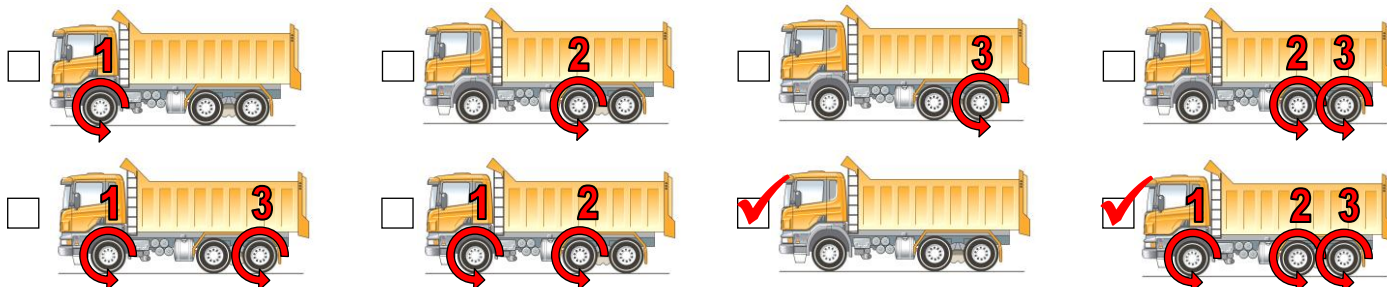


Mécanisme de désengagement des roues motrices.

Ne s'utilise que lors des remorquages.

S1) La traction intégrale est-elle permanente? **OUI (sauf désengagement toute roue motrice)**

Cochez les configurations possibles quant à la motricité des essieux repérés 1, 2 et 3:



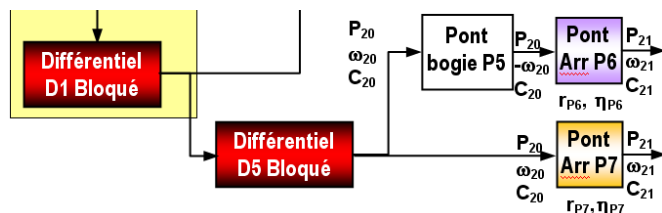
S2) Reporter ci-dessous le repère donné sur le schéma cinématique page 2 du composant commandé par chaque interrupteur puis, préciser leurs conditions d'utilisation (conduite tout-terrain, sur asphalté, perte d'adhérence avant/arrière/gauche/droite, trajectoire rectiligne ou courbe, remorquage,...).

Interrupteur	repère	Conditions d'utilisation	interrupteur	repère	Conditions d'utilisation
	DG 2			B1	
	B2				
	B6 B7				

S4) Vérifier la compatibilité des sens de rotation des roues jusqu'au moteur.

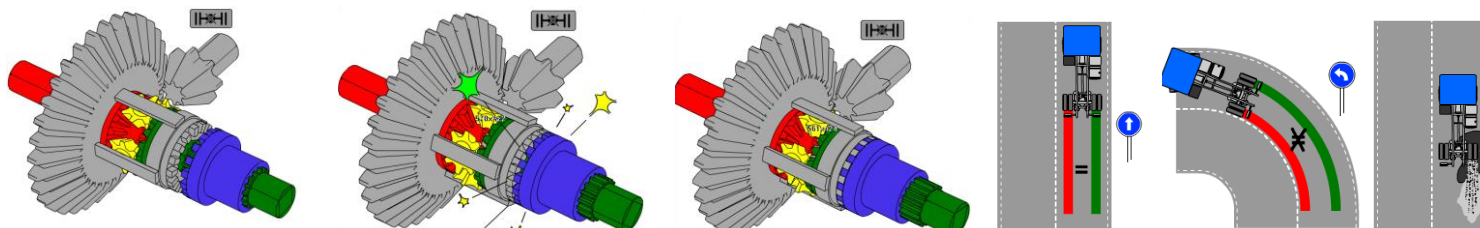
Vous expliquerez en particulier quelle disposition des deux ponts arrière P6 et P7 (pourtant identiques) permet d'obtenir des sens de rotation identiques en sortie ($+\omega_{21}$) alors que les sens sont différents à l'entrée ($-\omega_{20}$ pour P6 et $+\omega_{20}$ pour P7).

Si le schéma cinématique page 2 ne suffit pas, consulter la diapositive n°40.



S5) Préciser dans quelles conditions le blocage des différentiels peut être commandé.

- ☐ En marche ☐ En ligne droite ☐ En marche avant ☐ Sur grande vitesse de DG2
☒ A l'arrêt ☐ En virage ☐ En marche arrière ☐ A petite vitesse de DG2



Les véhicules sont à traction intégrale en permanence. Un différentiel bloqué ou pas transmet toujours la puissance aux deux sorties.
La boîte de transfert compte deux rapports de démultiplication, haute et petite vitesses. Elle peut également désengager les roues motrices.
La traction avant est enclenchée en permanence, ce qui implique qu'il est impossible de désactiver l'entraînement de l'essieu avant.
Le blocage de différentiel, les hautes et petites vitesses et le désengagement des roues motrices sont des fonctions commandées par l'intermédiaire d'un commutateur situé sur le tableau de bord.

ATTENTION !

Lors de la conduite sur routes à revêtement normal, la **haute vitesse** doit être enclenchée. Mais en quittant les routes asphaltées, il faut enclencher la **petite vitesse** afin de réduire les contraintes au niveau de la boîte de transfert.

Conduite sur petite vitesse

La petite vitesse peut s'utiliser lors de la conduite tout terrain.

Avec le contacteur **petite vitesse dans la boîte de transfert**, on dispose d'une prise directe et en grande vitesse d'un rapport de multiplication de 1,6 et, par conséquent, de rapports plus éloignés au niveau de la boîte de vitesses principale.

1. Le véhicule doit être absolument immobile lors de l'enclenchement de la petite/grande vitesse et le levier de vitesses ordinaire doit être en position de point mort.
2. Enfoncer la pédale d'embrayage.
3. Enclencher la petite vitesse à l'aide du commutateur.
4. Lors de la désactivation de la petite vitesse, le véhicule doit être absolument immobile.

Véhicules avec ABS

Le blocage de différentiel peut être de nouveau activé pendant la conduite. Toutefois, la pédale d'embrayage doit être enfoncée pour supprimer la charge pesant sur la boîte de vitesses. Appuyer sur le commutateur à la position 2

Choix de vitesse dans la boîte de vitesses principale

Sur la boîte de vitesses GR900, le rapport extra-lent C ne doit pas être utilisé avec la haute vitesse de la boîte de transfert.

Mesure à prendre avant le remorquage

Eviter d'endommager la boîte de vitesses principale et la boîte de transfert lors du remorquage en prenant les mesures suivantes :

1. Etablir le contact.
2. Mettre le levier de vitesses au point mort et le commutateur de gamme à la position haute, gamme haute.
3. Appuyer sur le commutateur de désengagement des roues motrices pour que l'éclairage du commutateur s'allume.

Note ! Si le véhicule est dénué de puissance ou d'air comprimé, les arbres de transmission sur l'essieu avant et le pont arrière doivent être détachés. Cela est obligatoire que le remorquage soit effectué avec ou sans relevage de l'essieu avant.

Remorquage sans levage de l'essieu avant

Il est possible d'effectuer le remorquage **sans** déposer l'arbre de transmission lorsque les roues motrices sont désengagées et que l'essieu avant n'est **pas** relevé.

Remorquage avec essieu avant relevé

L'arbre de transmission **doit être détaché** sur le pont arrière lors du remorquage **avec** l'essieu avant relevé et les roues motrices désengagées. Sur les véhicules 6x6, l'arbre de transmission doit être détaché sur le pont arrière à l'avant afin de protéger la boîte de transfert.