

EPREUVE N° 2 DU PREMIER GROUPE

EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(Coefficient : 7 - Durée : 3 heures 30)

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : Calculatrice

Rappel : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calculs, ou bien élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet.
Tout autre usage est interdit.

Tous les calculs demandés doivent être développés sur la copie

Le candidat traitera chaque partie sur des feuilles séparées

S'il est bien une machine agricole incontournable : c'est bien le tracteur agricole. Depuis ces cinquante dernières années, ce matériel n'a cessé d'évoluer. Ce sujet se propose de « faire le tour » de ce matériel et au delà d'en découvrir quelques aspects économiques.

Le sujet proposé comporte deux parties :

PREMIERE PARTIE : Science et technique des équipements (30 points)

DEUXIEME PARTIE : Economie (10 points)

PREMIERE PARTIE

Science et technique des équipements et physique appliquée

(30 points)

1. Etude du moteur (8 points)

A partir du document 1

- 1.1. Déterminer la cylindrée et le rapport volumétrique du moteur
- 1.2. Les courbes caractéristiques du moteur sont présentées en **Annexe n°1** (à rendre avec la copie) : identifier chaque courbe, indiquer son unité et reporter les valeurs connues sur chacune d'elles.
- 1.3. Calculer la réserve de couple à la puissance nominale et donner la plage d'utilisation de ce moteur. Commenter ces valeurs.

2. Etude statique de l'ensemble tracteur outil (9 points)

Accélération de la pesanteur : $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$

- 2.1. A l'aide d'un schéma, faire le bilan des forces extérieures appliquées au tracteur seul (voir document 1).
Déterminer la distance (L_1) qui sépare la verticale du centre de gravité du tracteur de celle passant par l'axe des roues arrières.
- 2.2. L'utilisateur attelle un outil porté de masse $M_2 = 2500 \text{ kg}$ de poids \vec{P}_2 dont le centre de gravité est situé à $1,08 \text{ m}$ (L_2) de l'axe des roues arrière. Calculer la masse M_3 (de poids \vec{P}_3) de la charge à placer sur le relevage avant afin d'avoir une répartition des charges de 70 % à l'arrière et 30 % à l'avant. (le centre de gravité de la masse M_3 sera situé à $L_3 = 1,8 \text{ m}$ de l'axe des roues avant)
- 2.3. Déterminer les pressions de gonflage des pneumatiques au travail à l'aide des tableaux présentés dans le **document 2** en considérant que l'ensemble tracteur – outil a une masse de 10000 kg répartie de la façon suivante : 40% sur l'avant et 60% sur l'arrière.
N. B : On supposera qu'au travail, l'équilibre de l'ensemble tracteur – outil sera le même que lorsque le matériel est levé.
- 2.4. Citer les conséquences d'un gonflage inadapté.
- 2.5. Donner la signification des marquages des pneumatiques :
 - Avant : 16.9 R 28 136 A8 / 133 B
 - Arrière : 600/65 R 38 147 A8 / 144 B

3. Etude de la transmission (partie mécanique) (4 points)

Dans la transmission à variation continue étudiée (**Document 3** et **Annexe n°2, à rendre avec la copie**), la répartition de la puissance moteur est assurée par un train épicycloïdal dont :

- le porte satellite est entraîné directement par le moteur thermique du tracteur,
- la couronne entraîne la "pompe hydraulique" de l'ensemble hydrostatique par l'intermédiaire d'un train de pignons 43/73 dents,
- le planétaire entraîne par l'intermédiaire d'un train de pignons 20/41 dents l'arbre support du "moteur hydraulique".

- 3.1. Compléter la schématisation du train épicycloïdal et réaliser le schéma cinématique du pont arrière. (**Annexe n°2, à rendre avec la copie**)
- 3.2. Au niveau de l'arbre de roue, préciser le montage utilisé pour les deux roulements N°5 et expliquer le réglage possible au niveau de ce montage.
- 3.3. Donner le nom et le rôle des éléments N°1, 2 et 3.

4. Etude de la transmission (partie hydraulique) (9 points)

N.B. : pour les questions suivantes, on négligera le rendements des composants hydrauliques.

- 4.1. Compléter le circuit hydraulique en schématisant le circuit de gavage, et les sécurités en utilisant les symboles normalisés sur l'**annexe n°2, à rendre avec la copie**.

Remarque :

- le circuit est similaire à une transmission hydrostatique classique.
- la pompe de gavage est entraîné directement par l'arbre du moteur thermique.

- 4.2. On admet que la vitesse de rotation (en tr.min⁻¹) du moteur thermique et la vitesse du moteur hydraulique sont reliées par la formule suivante :

$$\frac{\omega_{\text{thermique}}}{\omega_{\text{moteur hydraulique}}} = \left[\frac{\text{cylindrée du moteur}}{\text{cylindrée de la pompe}} \times 2,31 \right] + 1,19$$

On admet d'autre part que le rapport entre la vitesse de rotation des roues arrières et la vitesse de rotation du moteur hydraulique est le suivant (gamme haute) :

$$\frac{\omega_{\text{roues}}}{\omega_{\text{moteur hydraulique}}} = 0,1167$$

Donner l'expression du rapport de transmission suivant :

$$\frac{\omega_{\text{roues}}}{\omega_{\text{thermique}}}$$

4.3. Pour les 2 situations suivantes, calculer la vitesse théorique d'avancement du tracteur.

	1 ^{er} cas	2 ^{ème} cas
régime moteur thermique	1500 tr/min	1500 tr/min
pression maxi du circuit	450 bars	450 bars
cylindrée de la pompe	30 cm ³ /tr	200 cm ³ /tr
cylindrée du moteur	233 cm ³ /tr	15 cm ³ /tr

4.4. Pour les 2 situations précédentes, calculer le débit (théorique) et la puissance hydraulique maximale (théorique) transmissible par le circuit.

4.5. En déduire l'inclinaison respective du moteur et de la pompe à vitesse faible (démarrage), et à vitesse élevée (proche de la vitesse maximale) ?

4.6. Donner l'intérêt de ce type de transmission.

DEUXIEME PARTIE

Economie

(10 points)

Une ETARF (entreprise de travaux agricoles ruraux et forestiers) a acquis le 1^{er} juin 2000 un tracteur d'une valeur HTVA de 50 000 €. Ses exercices comptables commencent le 1^{er} janvier et se terminent le 31 décembre.

QUESTION 1 :

Ce tracteur est amorti linéairement sur 4 ans. Présenter le tableau d'amortissement.
(1 point)

QUESTION 2 :

Le tracteur est revendu le 30/11/2003. Quelle est sa valeur nette comptable à cette date ? **(1 point)**

QUESTION 3 :

La valeur de revente est de 11 000 € HTVA. Où cette cession va-t-elle figurer dans la comptabilité de l'exercice 2003 ? Quelles sont ses conséquences fiscales ? **(2 points)**

QUESTION 4 :

L'ETARF est assujettie à la TVA. Quelles sont ses obligations comptables ? **(1 point)**

QUESTION 5 :

Pour le renouvellement du tracteur un concessionnaire propose un crédit-bail. En quoi cela consiste-t-il ? Quels en sont les avantages et les inconvénients ? **(2 points)**

QUESTION 6 :

Le nouveau tracteur a finalement été autofinancé pour un montant de 70 000 € HTVA.

- il est amorti sur 5 ans au taux de 30 %.
- le capital investi est rémunéré au taux annuel de 3 %.
- les autres charges fixes s'élèvent à 1 000 € par an.
- les charges horaires sont de 9 €.

Exprimer sous forme mathématique le coût d'utilisation horaire de ce tracteur.
(2 points)

QUESTION 7 :

L'usage du tracteur avec main-d'œuvre (11 € par heure) est facturé 35 € par heure. Combien l'ETARF devra-t-elle au minimum facturer d'heures par an pour rentabiliser son investissement ? **(1 point)**

DOCUMENT 1

Caractéristiques du tracteur

Caractéristiques du moteur :

6 cylindres 4 temps Turbo Diesel ;
Course / Alésage : 127 mm / 107 mm ;
Volume de l'espace mort : 67,2 cm³
Puissance nominale : 92 kW
Consommation spécifique à la puissance nominale : 220 g.kW⁻¹.h⁻¹
Couple maximum : 550 Nm
Consommation spécifique au couple maximum : 210 g.kW⁻¹.h⁻¹
Consommation spécifique minimum 200 g.kW⁻¹.h⁻¹
Régime maximum à vide : 2200 tr.min⁻¹

Les courbes caractéristiques sont présentées en Annexe N°2

Les conditions de mesure sont les suivantes :

Pression atmosphérique 10⁵ Pa ;
Température 20°C ;
Masse volumique de l'air (ρ_a) = 1,17 kg. m⁻³
Masse volumique du gazole (ρ_g) = 850 kg. m⁻³
Pouvoir calorifique du carburant (PCI) : 43000 kJ.kg⁻¹

Transmission :

à variation continue de type hydro-mécanique

Circuit hydraulique load sensing :

Débit : 80 L.min⁻¹
Pression maxi. : 200 bars
Pression d'attente : 30 bars

Dimensions et masse :

Voie	1900 mm
Largeur hors tout	2400 mm
Longueur	4950 mm
Empattement	2700 mm

Masse (à vide sans masse, sans outil) 6000 kg (55 % sur l'essieu arrière)

Pneumatiques : (voir Annexe N°3)

Avant : 16.9 R 28 136 A8 / 133 B X M 27
Arrière : 600/65 R 38 147 A8 / 144 B X M 108

DOCUMENT 2

CARACTERISTIQUES DES PNEUS RADIAUX MICHELIN POUR ROUES MOTRICES DE TRACTEURS ET D'ENGINS DE TRAITEMENT													
Ø en pouces	Charge par pneu (en kg) (1)				Pression de gonflage (2)		Caractéristiques des pneus				Largeur de jante (3)	Chambre à air	Capacité litres
	50	40	30	10	bar	p.s.i.	Cotes normalisées		Cotes Michelin				
	km/h	km/h	km/h	km/h			S	D	R'	C.d.R.			
							mm	mm	mm	mm	pouces	repère	
28	16.9 R 28 TL 136 A8 / 133 B AGRIBIB												
			1340	1710	0.5	7	429	1420	643	4255	W 14 L DW 14 L W 15 L DW 15 L	SANS ou 28 UT	362
	1360	1460	1560	1980	0.6	9							
	1500	1610	1730	2190	0.8	11							
	1640	1770	1890	2410	1.0	14							
	1780	1930	2060	2620	1.2	17							
	1920	2080	2230	2830	1.4	20							
	2060	2240	2400	3040	1.6	23							
				3150	1.7	24							
				3360	1.9	27							
28	16.9 R 28 TL 136 A8 / 133 B X M27												
			1340	1710	0.5	7	429	1420	639	4235	W 14 L DW 14 L W 15 L DW 15 L	SANS ou 28 UT	374
	1360	1460	1560	1980	0.6	9							
	1500	1610	1730	2190	0.8	11							
	1640	1770	1890	2410	1.0	14							
	1780	1930	2060	2620	1.2	17							
	1920	2080	2230	2830	1.4	20							
	2060	2240	2400	3040	1.6	23							
				3150	1.7	24							
				3360	1.9	27							
38	18.4 R 38 TL 146 A8 / 143 B AGRIBIB												
			1800	2300	0.5	7	467	1750	788	5235	W 15 L DW 15 L W 16 L DW 16 L	SANS ou 38UT	575
	1800	1950	2090	2660	0.6	9							
	1980	2160	2310	2940	0.8	11							
	2170	2370	2540	3220	1.0	14							
	2350	2580	2760	3510	1.2	17							
	2540	2790	2990	3790	1.4	20							
	2725	3000	3210	4070	1.6	23							
				4220	1.7	24							
				4500	1.9	27							
38	18.4 R 38 TL 146 A8 / 143 B X M27												
			1800	2300	0.5	7	467	1750	777	5246	W 15 L DW 15 L W 16 L DW 16 L	SANS ou 38UT	510
	1800	1950	2090	2660	0.6	9							
	1980	2160	2310	2940	0.8	11							
	2170	2370	2540	3220	1.0	14							
	2350	2580	2760	3510	1.2	17							
	2540	2790	2990	3790	1.4	20							
	2725	3000	3210	4070	1.6	23							
				4220	1.7	24							
				4500	1.9	27							
38	600/65 R 38 TL 147 A8 / 144 B X M108												
			1650	2000	0.4	6	591	1745	780	5250	W 15 L DW 15 L W 16 L DW 16 L W 18 L DW 18 L	SANS ou 38 VT	695
	1640	1800	1970	2380	0.5	7							
	1940	2130	2290	2770	0.6	9							
	2230	2440	2620	3180	0.8	11							
	2510	2760	2960	3590	1.0	14							
	2660	2920	3120	3790	1.1	16							
	2800	3075	3290	4000	1.2	17							
				4410	1.4	20							
				4610	1.5	21							

(1) Pour labour et autres travaux avec couple, employer la colonne 30 km/h.
10 Vitesse maxi 10 km/h sans couple élevé et soutenu : engins de récolte et de traitement dans les champs.
30 Utilisation champ sous couple et déplacements sur route jusqu'à 30 km/h.
40 Tous engins sur route jusqu'à 40 km/h.
50 Tous engins sur route jusqu'à 50 km/h.
(2) 0.4 et 0.5 bar pour traitement de surface uniquement, pression adaptée à la charge.
(3) La jante recommandée est indiquée en caractères gras.
TL = Tubeless.

S : largeur de section du pneu.

R : rayon sans charge.

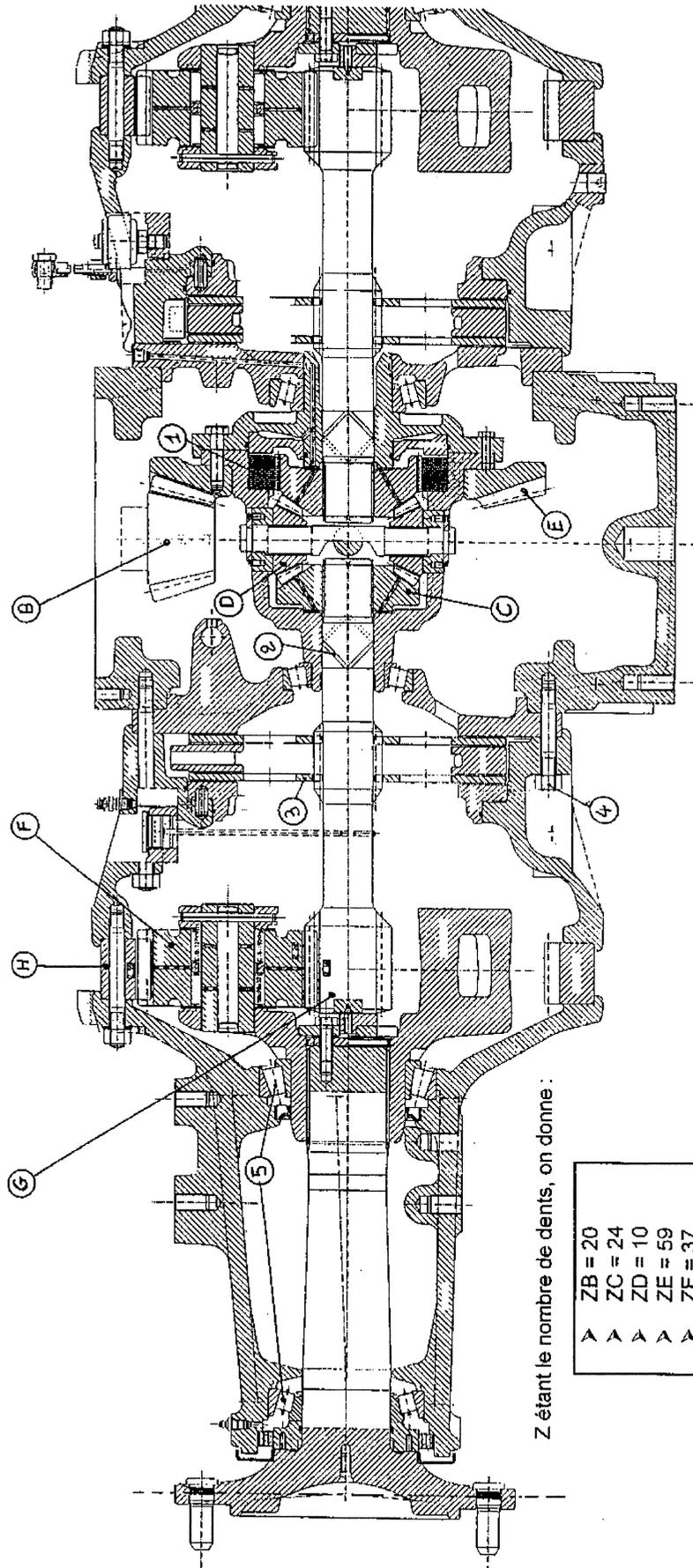
R' : rayon avec charge.

D : diamètre extérieur du pneu, égal à 2 R.

C.d.R. : circonférence de roulement du pneu à charge et pression de référence (mesure en dynamique).

DOCUMENT 3

PONT ARRIERE DE TRACTEUR AGRICOLE



Z étant le nombre de dents, on donne :

ZB = 20
ZC = 24
ZD = 10
ZE = 59
ZF = 37
ZG = 22
ZH = 75

▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲

B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :
Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

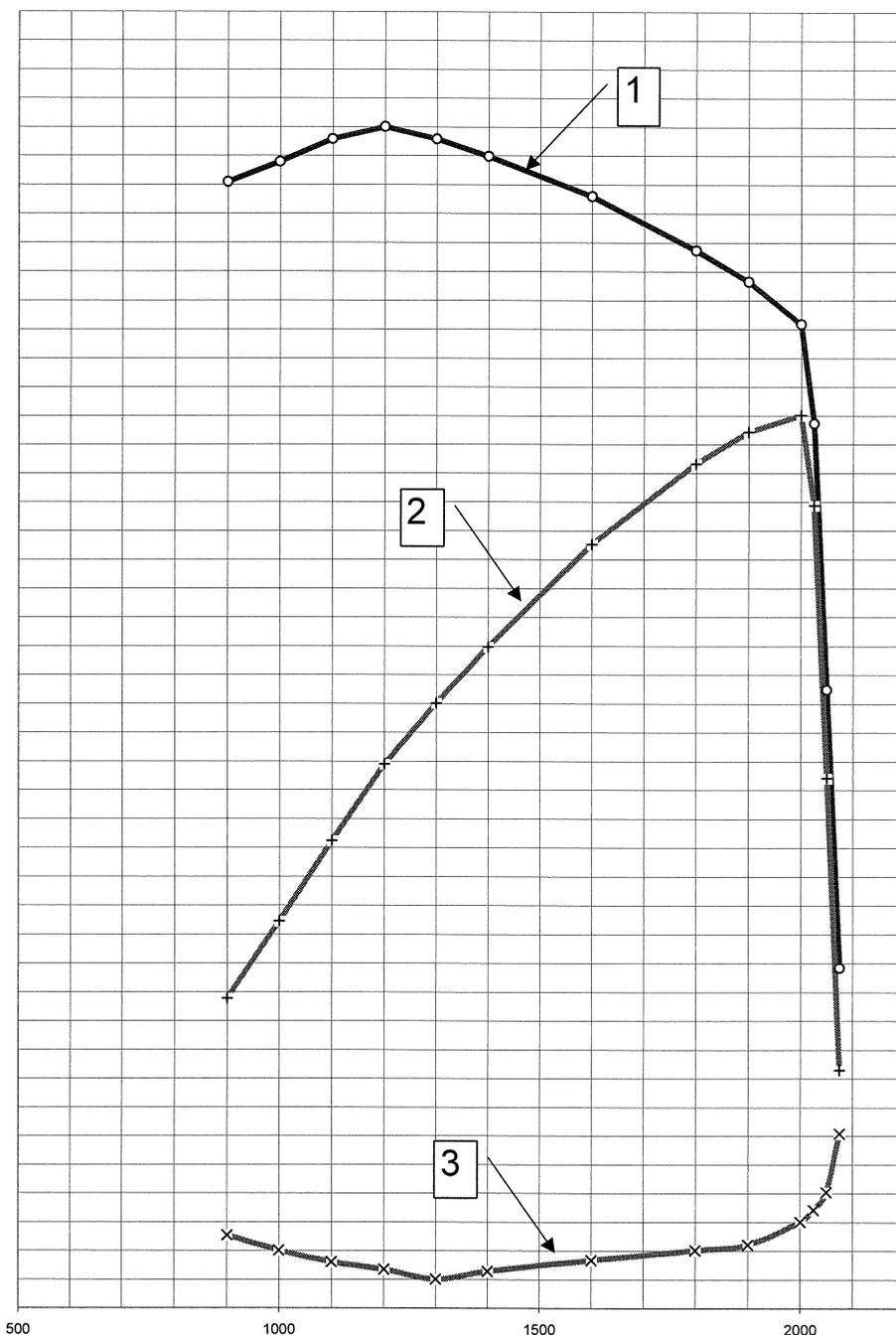
Date :

N° ne rien inscrire

SESSION 2006
France Métropolitaine
BTSA option : **GENIE DES EQUIPEMENTS AGRICOLE**

N° ne rien inscrire

ANNEXE N° 1
(à compléter et à rendre avec la copie)



B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

SESSION 2006

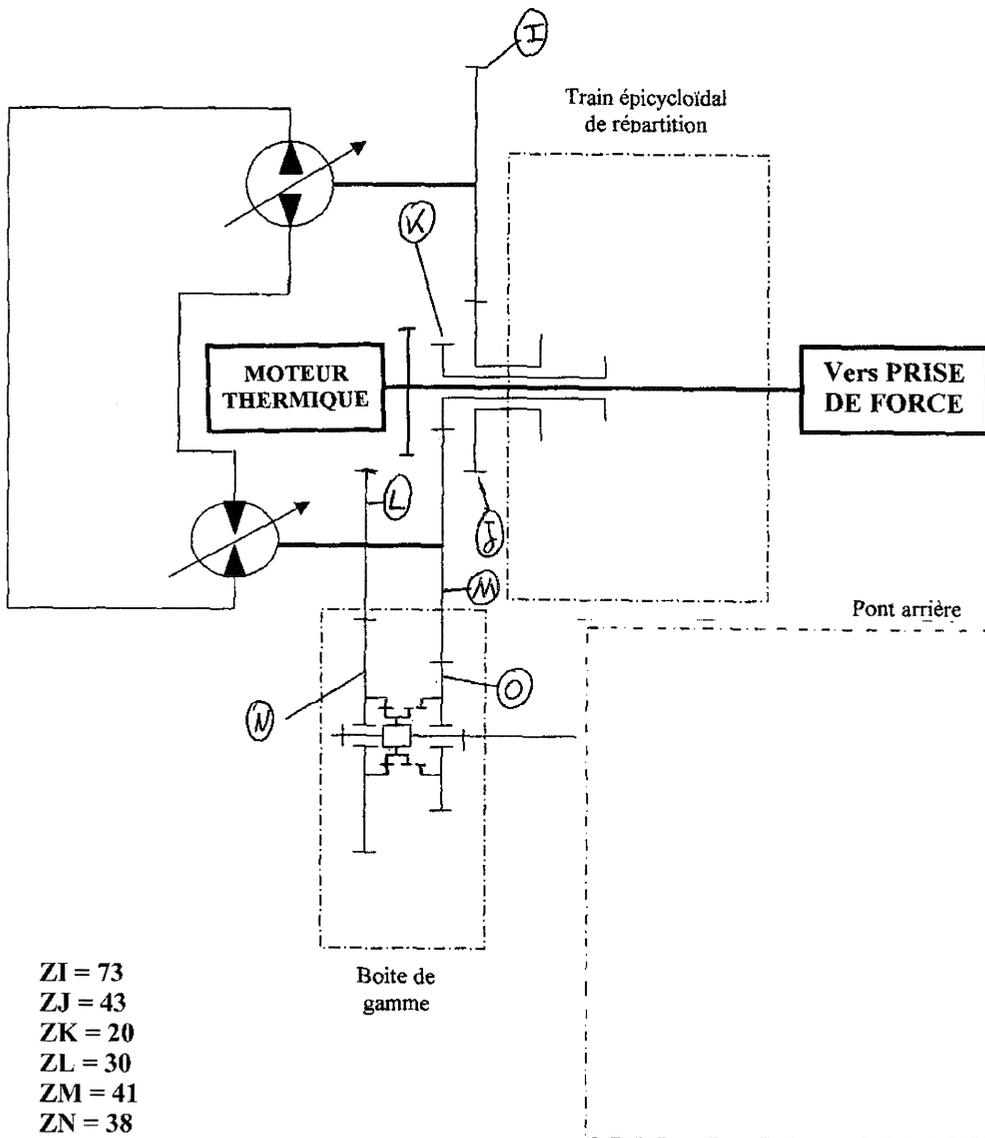
France Métropolitaine

B TSA option : GENIE DES EQUIPEMENTS AGRICOLE

ANNEXE N° 2

(à compléter et à rendre avec la copie)

Schématisation hydraulique et mécanique de la transmission continue



- ZI = 73
- ZJ = 43
- ZK = 20
- ZL = 30
- ZM = 41
- ZN = 38
- ZO = 27

ROUE