

ÉPREUVE N°2

ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE COMMUNE A L'ENSEMBLE DE LA SECTION : PHYSIQUE APPLIQUÉE, TECHNOLOGIE

(Coefficient : 1 - Durée : 4 heures)

Matériel(s) et document(s) autorisés : Calculatrice – matériel graphique – crayons de couleur

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.

LE TRACTEUR AGRICOLE

Le sujet porte sur divers aspects scientifiques et technologiques relatifs au tracteur agricole.

Les contraintes environnementales et énergétiques obligent les constructeurs à améliorer les rendements des équipements, à minimiser les émissions polluantes et à réduire les coûts des composants. Ces évolutions favorisent l'introduction du progrès technologique dans la constitution des agroéquipements.

Ce sujet porte sur quelques aspects de ces évolutions. Il est structuré en 6 parties indépendantes évaluées avec un barème total de 40 points :

1^{ère} partie : Le moteur thermique	(08 points/40)
2^{ème} partie : La suralimentation des moteurs	(04 points/40)
3^{ème} partie : L'alternateur	(04 points/40)
4^{ème} partie : Les transmissions avec passage sous charge	(08 points/40)
5^{ème} partie : Le réducteur différentiel	(08 points/40)
6^{ème} partie : Le relevage hydraulique	(08 points/40)

Les annexes sont à rendre avec la copie

SUJET

Partie 1 : Le moteur thermique

Les moteurs thermiques alternatifs à combustion interne transforment une partie de l'énergie calorifique en énergie mécanique.

Pour les moteurs Diesel à grande vitesse de rotation (1500 à 5400 tr.min⁻¹), on assimile généralement leur fonctionnement au cycle mixte. Les cycles (théorique et réel) sont représentés sur l'**annexe n°1** .

Consignes et formulaire :

- On note : T : Température, T_{max} : Température maximale du cycle ;
P : Pression ;
V : Volume.
- On considère que le fluide gazeux réel (mélange air + carburant) évoluant dans le moteur, est assimilable à un gaz parfait.
- On donne $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$: rapport des capacités calorifiques massiques à pression constante (C_p) et à volume constant (C_v) ; C_v = 713 J.kg⁻¹.K⁻¹
- On rappelle que dans le cas d'une transformation isentropique, entre deux états 1 et 2 :
 $p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma$ et $T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_2^{\gamma-1}$

1.1 Citer et repérer, sur l'**annexe n°1** , la (ou les) phase(s) qui caractérise(nt) un cycle mixte.

1.2 Repérer sur l'annexe n°1, et **justifier** les différences entre les deux tracés.

1.3 Expliciter les abréviations et indications portées sur le cycle théorique de l'**annexe n°1** .

1.4 Déterminer les températures et les pressions correspondant aux points du tracé B, C, D, E et F.

En déduire le rendement thermodynamique du moteur.

Nota : Considérer les valeurs caractéristiques suivantes.

- Au point B, l'air aspiré est à la pression atmosphérique (10⁵ Pa) et sa température est de 300 K.
- $\alpha = \frac{T_{\max}}{T_B} = 9$
- $\lambda = \frac{P_D}{P_C} = 2,5$
- $\beta = \frac{V_E}{V_F} = 0,072$
- $\Delta = \frac{V_E}{V_D} = 1,43$
- $\tau = 20$ (rapport de compression volumétrique).

Partie 2 : La suralimentation des moteurs

2.1. La suralimentation des moteurs thermiques permet d'améliorer leur rendement.

2.1.1 Expliquer, en six lignes au maximum, le principe de fonctionnement d'un turbocompresseur.

2.1.2 Citer deux types de turbocompresseur.

2.1.3 Représenter, sur l'**annexe n°1**, le cycle mixte réel d'un moteur suralimenté.

2.2. La suralimentation des moteurs thermiques nécessite une régulation de la pression de suralimentation.

Le **document n°1** représente, de façon simplifiée, le système de suralimentation et précise la frontière de son domaine d'étude.

2.1.1 Établir l'actigramme A0 (A zéro) du dispositif de la régulation de la pression de suralimentation.

2.1.2 Réaliser le schéma fonctionnel de la boucle de régulation de la pression de suralimentation.

Partie 3 : L'alternateur

L'**annexe n°2** représente une partie du schéma électrique des circuits internes de l'alternateur du tracteur agricole.

3.1 Citer la fonction globale d'un alternateur.

Expliquer brièvement son principe de fonctionnement.

3.2 Matérialiser, sur la figure **n°2A**, le sens du courant à l'instant T dans le pont de diodes.

3.3 Représenter, sur la figure **n°2B**, la forme de la courbe de l'intensité obtenue en sortie de l'alternateur en fonction du temps.

Partie 4 : Transmission avec passage sous charge

Le **document n°2** représente un amplificateur de traction à 2 vitesses (doubleur).

4.1. Citer l'intérêt que représente ce système dans l'utilisation d'un tracteur.

4.2. Désigner, le plus précisément possible, les éléments de l'ensemble repérés par : **B ; C ; D** et **3 , 4 , 5 , 7 , 8**.

4.3. L'arbre principal est guidé.

4.3.1 Nommer le type de roulement et le type de montage utilisés.

4.3.2 Les ajustements utilisés pour ce montage sont H7 ; m6.

Justifier ce choix.

Préciser les réglages des roulements.

4.4. Expliquer brièvement le fonctionnement de ce mécanisme (doubleur de gamme).

EXAMEN PROFESSIONNEL (article R*813-9 du code rural)
SESSION 2011

Section : Sciences et Technologie de l'agroéquipement

4.5. Les caractéristiques de l'embrayage multidisques sont les suivantes

- Nombre de disques : 4
- Diamètre extérieur du piston (17) : 110 mm
- Diamètre intérieur du piston (17) : 80 mm
- Rayon moyen des garnitures = 48 mm
- Coefficient d'adhérence = 0,25
- Pression d'utilisation = 1,8 Mpa.

4.5.1 Calculer l'effort exercé par le piston sur le disque.

4.5.2 Calculer le couple maximum transmissible par cet embrayage.

4.6. Calculer, à partir des indications et des dimensions relevées sur le document n°2, le rapport de transmission dans les deux positions de fonctionnement.

Nota : On rappelle la formule de Willis (non légendée) :
$$\frac{W_p - W_{ps}}{W_c - W_{ps}} = - \frac{Z_c}{Z_p}$$

4.7. Représenter le schéma hydraulique de commande du système, pour obtenir les deux positions de fonctionnement.

Légènder les symboles normalisés des composants du circuit.

Partie 5 : Le réducteur différentiel

L'**annexe n°3** représente deux types de 'Réducteur-Différentiel' (type A et type B).

5.1. Considérons le 'Réducteur-Différentiel' de type A, la vitesse angulaire d'entrée est de $96,7 \text{ rad.s}^{-1}$ avec un couple de 60 daN.m.

5.1.1 Réaliser le schéma cinématique minimal en respectant les symboles normalisés.

Légènder les symboles normalisés des composants.

5.1.2. Expliquer brièvement le fonctionnement du 'Réducteur-Différentiel' de type A dans trois situations : avancement en ligne droite ; virage, perte d'adhérence d'une roue.

5.1.3. Pour une situation d'avancement en ligne droite :

- **Calculer** la vitesse de rotation de la pièce repérée par 4.
- **En déduire** le couple.

5.1.4. Déterminer la vitesse de rotation de la pièce repérée 5 lorsque celle de la pièce 1 est constante et celle de la pièce 4 est nulle.

Décrire brièvement une situation concrète correspondant à ce cas.

EXAMEN PROFESSIONNEL (article R*813-9 du code rural)

SESSION 2011

Section : Sciences et Technologie de l'agroéquipement

5.2. Considérons le 'Réducteur-Différentiel' de type B : il possède un mécanisme supplémentaire par rapport au type A.

5.2.1 Repérer sur l'annexe n°3 ce mécanisme.

Préciser sa fonction.

5.2.2 Citer deux avantages de ce mécanisme supplémentaire.

Partie 6 : Relevage hydraulique

L'**annexe n°4** représente l'attelage trois points du tracteur étudié.

Cet attelage est actionné par 2 vérins hydrauliques à piston plongeur (repère C). Le limiteur de pression du circuit de relevage est taré à 19 Mpa.

Dans la position représentée sur l'**annexe n°4**, l'effort vertical maximum pouvant être exercé sur chaque rotule est de 26000 N au point A (effort d'arrachement).

6.1. Déterminer graphiquement l'effort au point **B**.

En déduire le diamètre du vérin de relevage (repère C).

Nota : on suppose que l'ensemble du demi attelage est dans un plan vertical.

6.2. L'axe (repère B), monté en chape, est réalisé en acier E360 (limite élastique = 360 Mpa).

Calculer son diamètre minimal, pour satisfaire aux conditions d'utilisation (effort maximum sur la tige du vérin de relevage).

6.3. Les canalisations d'alimentation des 2 vérins de relevage sont réalisées en tube acier S235 (résistance à la rupture = 340 Mpa) de diamètre 10/14.

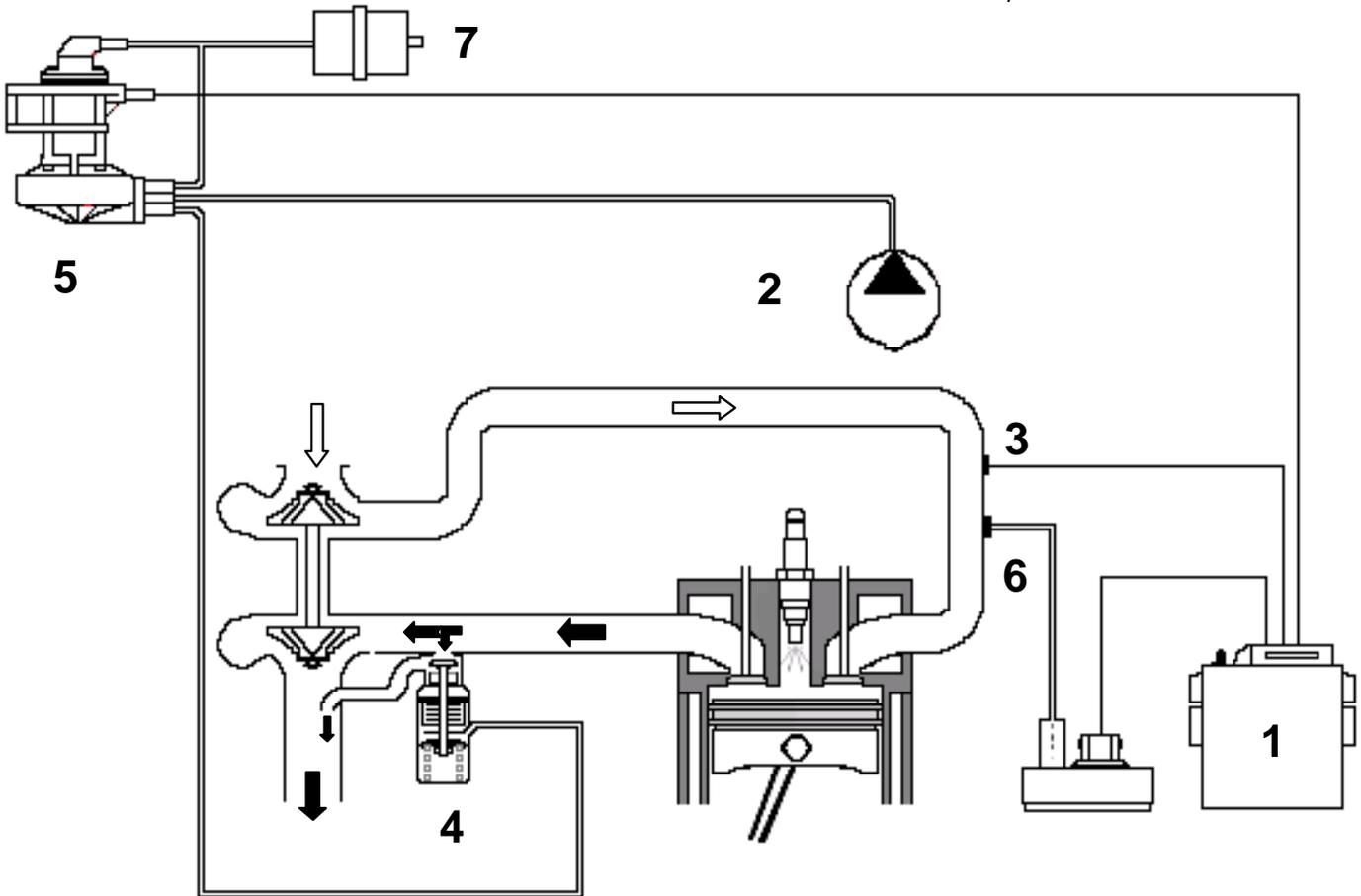
Calculer la pression d'éclatement d'une de ces canalisations.

Commenter le résultat.

DOCUMENT 1

DISPOSITIF DE REGULATION DE LA PRESSION DE SURALIMENTATION

À partir de documents Bosch et Garret



Légende :

1	Module de commande
2	Pompe à vide
3	Capteur de température
4	Positionneur à dépression du clapet de décharge
5	Convertisseur électropneumatique
6	Capteur de pression de suralimentation
7	Filtre

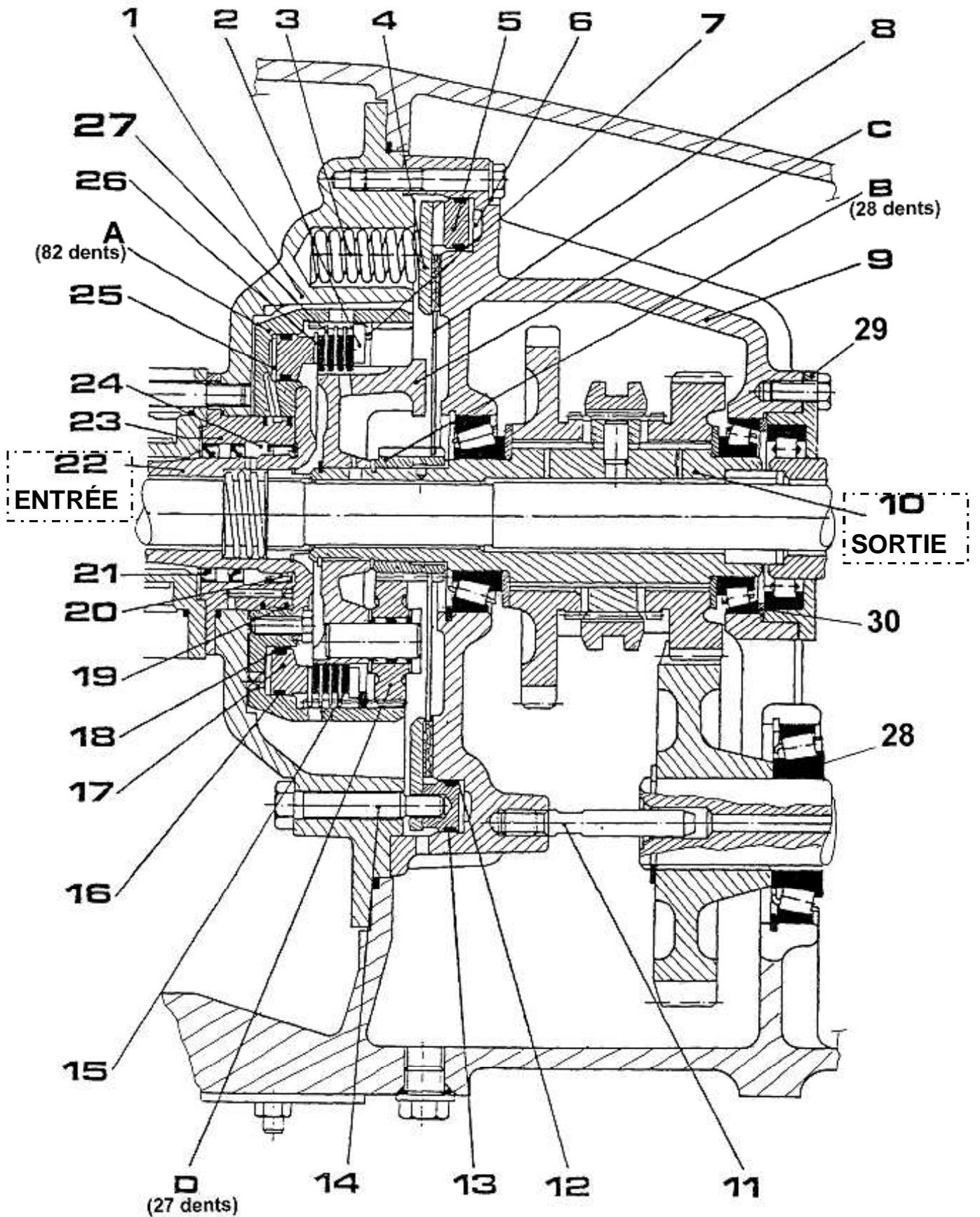
Principe :

En fonction de la position de la commande d'accélérateur (manuelle ou pédale) et du régime moteur, le système de traitement va comparer le débit massique d'air réel (en relation avec la pression de suralimentation et la température des gaz) au débit massique nécessaire.

En fonction des évolutions du débit et de la température de l'air, le système commandera la position du volet de pression. La variation de pression est validée par le capteur de pression ; quand la pression voulue est atteinte, la correction est terminée. A toute variation d'un des paramètres d'entrée ou de pression ou de température de l'air, le système commande une correction de la position du volet jusqu'à obtenir la pression voulue.

DOCUMENT 2
Amplificateur de traction

À partir de document Massey-Ferguson



B E C D

Nom :
(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Date de naissance : 19

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

ANNEXE N°2

**Circuits internes de l'alternateur
(à compléter et à rendre avec la copie)**

(A partir document CEMAGREF)

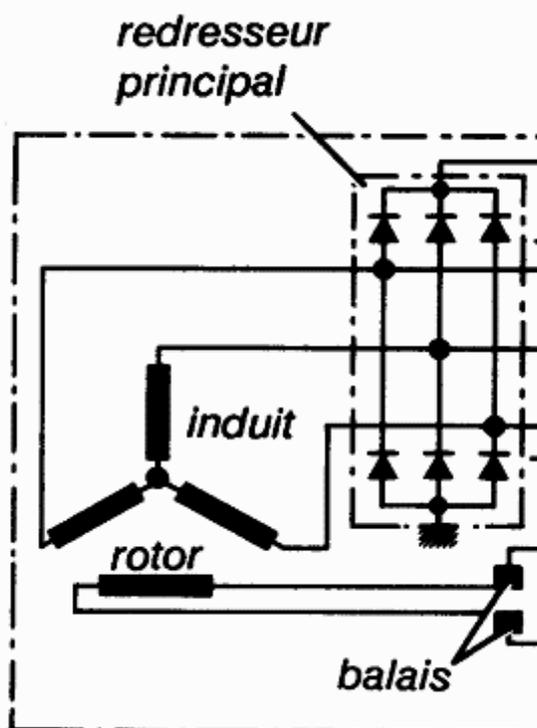


Figure n°2A : Schéma simplifié d'une partie des circuits internes

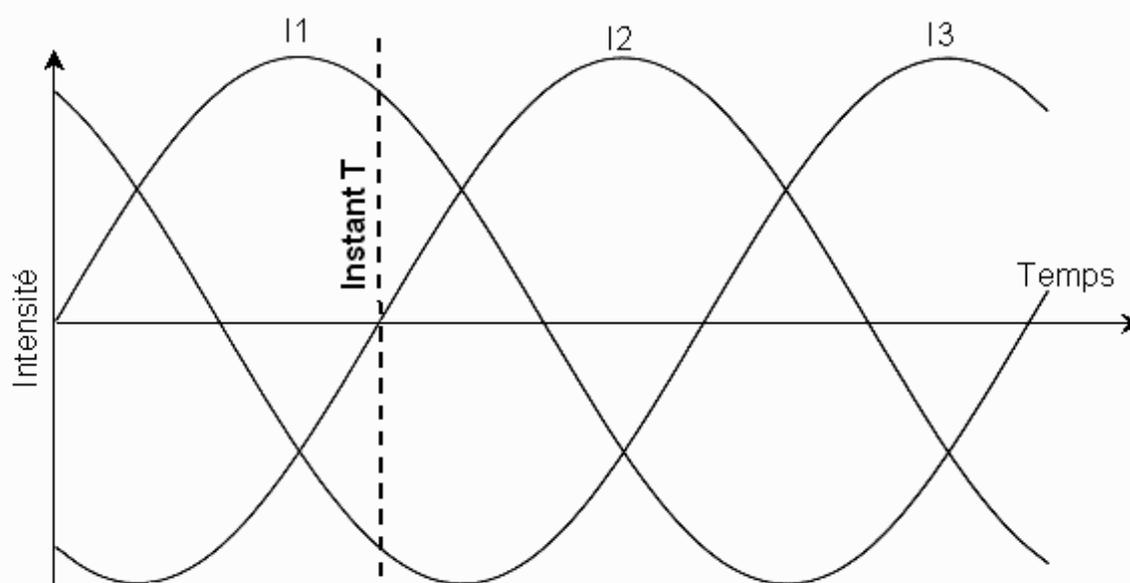


Figure n°2B : Évolutions des intensités

B E C D

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

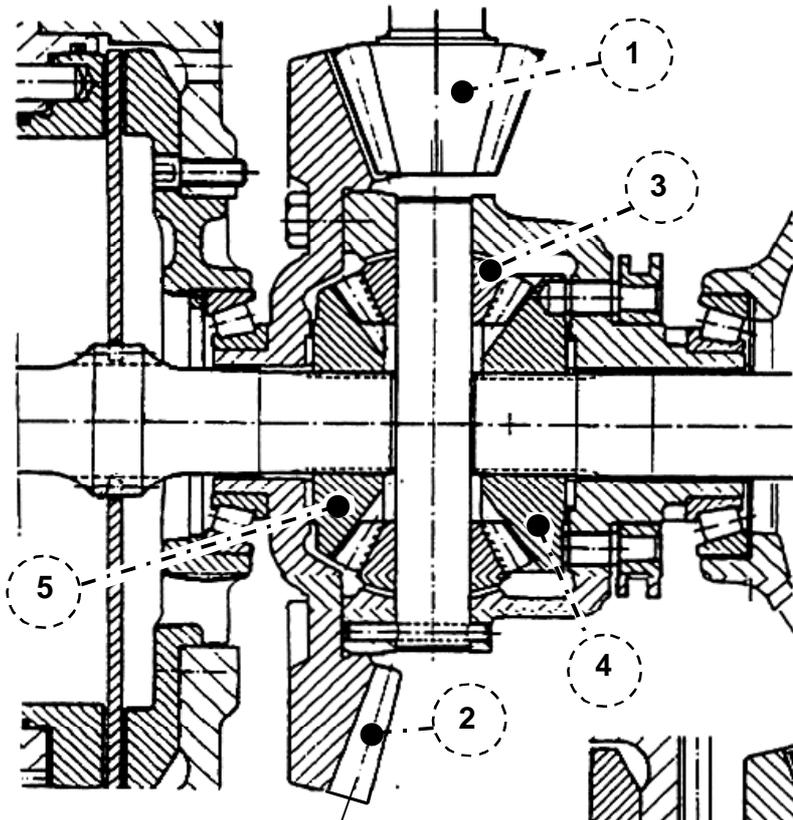
N° ne rien inscrire

(À partir document RTMA n°18)

ANNEXE N°3
Réducteur-Différentiel
(à compléter et à rendre avec la copie)

Légende :

Repère	Nombre de dents
N°1	9
N°2	31
N°3	8
N°4	15
N°5	15



TYPE A

TYPE B

