



Épreuve de Sciences de l'ingénieur Série S

Annales « zéro » : exemples de sujets

Partie écrite ; durée : 4 heures - coefficient : 4

Session 2003 : première année d'application des nouvelles modalités de l'épreuve (BO n° 27 du 4 juillet 2002) découlant de la réforme de son programme d'enseignement.

Sujet 3 Tondeuse robot RL 500

Avertissement : Les sujets proposés ne sont pas représentatifs de l'ensemble des possibilités offertes par les programmes et la définition des épreuves de sciences de l'ingénieur. Ils ne constituent donc pas une liste fermée de ces possibilités. Aussi doivent-ils être considérés non comme des modèles mais comme "des exemples possibles" conçus à la suite de réflexions conduites à partir du programme de SI dans sa globalité.

Le présent document figure sur un CD-ROM diffusé auprès des IA-IPR concernés. Chaque professeur chargé d'enseigner les sciences de l'ingénieur peut s'adresser à l'inspecteur de son académie pour en obtenir une copie. Ce CD-ROM contient la version Word des différents exemples de sujets et de leur corrigé, des modélisations 3D et des documents complémentaires.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL SESSION 2003 Série S-SI

SUJET ZÉRO

Composition écrite de Sciences de l'ingénieur

Durée 4 heures, coefficient 4.

Étude d'un système pluritechnique.

TONDEUSE ROBOT RL 500



figure 1: robot en situation de tonte.

Sommaire:

temps conseillé

	Présentation du système et description du fonctionnement	page 2	15 min.
Etude n°1	Analyse des solutions technologiques.	page 4	30 min.
Etude n°2	Étude du déplacement en "zig-zag".	page 4	1h15 min.
Etude n°3	Étude énergétique.	page 6	50 min.
Etude n°4	Évolution d'une solution technologique.	page 7	1h10 min.
DOCUMENT REPONSE 1		page 8	
	Tableau des fonctions à compléter.		
	Tableau synoptique des chaînes d'information et de conversion d'énergie.		
DOCUMENT REPONSE 2		page 9	
	Schéma cinématique du réducteur et tableau du nombre de dents à compléter.		
	Tableau récapitulatif à compléter.		
	Relevé expérimental de l'évolution du courant moteur.		
DOCUMENT REPONSE 3.		page 10	
	Extrait du schéma de la carte de commande à compléter et tables de vérité.		
DOCUMENT REPONSE 4		page 11	
	Courbes caractéristiques du moteur Johnson HC971.		
ANNEXE 1	Représentation 2D de la roue jockey actuelle.	page 12	
ANNEXE 2	Représentation 3D de la roue et vue d'une lame de tonte.	page 13	

Présentation du système

La tonte d'une pelouse est une opération fastidieuse et répétitive qui ne nécessite pas une qualification élevée de la part de l'utilisateur.

La tondeuse électrique autonome robot RL 500, produit innovant, est capable d'effectuer la tonte de la pelouse avec un minimum d'intervention de la part de l'utilisateur. Cette intervention se limite à une phase de préparation, effectuée une fois pour toutes, et à une phase de mise en service, effectuée à chaque tonte.

Dans la phase de préparation, on délimite la surface à tondre à l'aide d'un conducteur électrique périmétrique posé et fixé au niveau sol afin de créer une frontière magnétique, puis on initialise les paramètres de la tondeuse. Cette initialisation consiste principalement à caler une boussole électronique dans la direction du nord géographique.

Dans la phase de mise en service, l'utilisateur dispose la tondeuse sur la pelouse, fixe la durée de la tonte et démarre la tondeuse. Lorsque la tonte automatique est terminée, il conduit éventuellement la tondeuse vers les zones restantes afin de les tondre en mode manuel puis il range la tondeuse et met la batterie en charge.

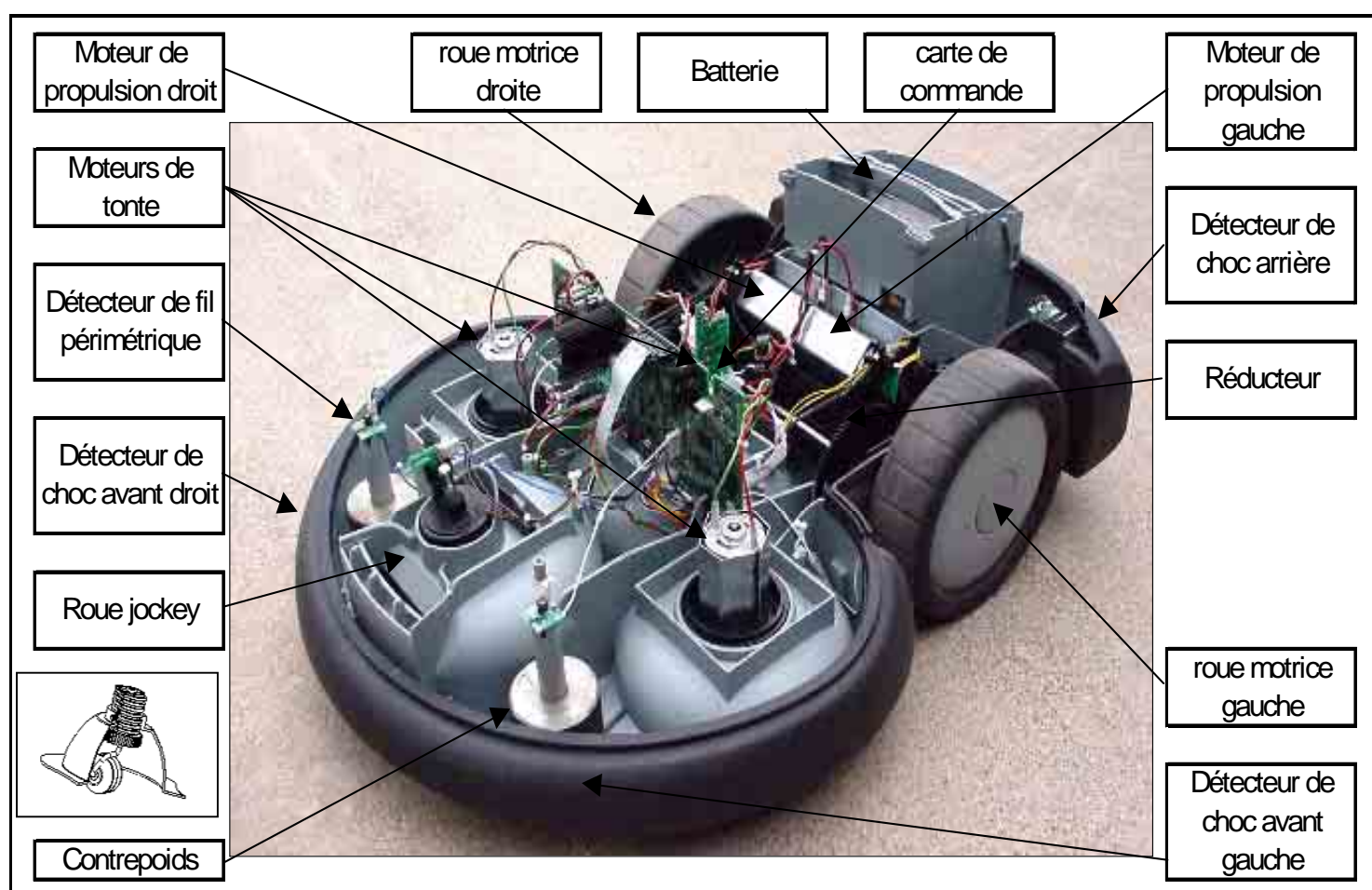


Figure 2 : vue générale de la tondeuse, carter supérieur enlevé.

Limites d'utilisation :

Cette tondeuse ne convient pas à l'entretien d'une pelouse dont la superficie dépasse 500 m², dont les déclivités dépassent 15°, dont les creux ou les bosses trop accentués risquent de provoquer le patinage des roues motrices.

Les conditions idéales d'utilisation correspondent à une tonte régulière d'une pelouse de forme simple, déjà bien entretenue, et dans une région dont le climat n'est pas trop humide.

Description du fonctionnement

Commandes au boîtier

Un boîtier de commande détachable est situé sur le carter supérieur, il permet:

- l'initialisation géographique de la boussole électronique. Cette opération est effectuée à la première mise en service,
- l'arrêt d'urgence,
- la tonte en commande manuelle à l'aide d'un pavé directionnel.

Délimitation de la zone à tondre

Le périmètre de la pelouse est délimité par un fil conducteur semi-enterré, formant une boucle, et relié à un boîtier d'alimentation alimenté par piles.

Le boîtier d'alimentation fournit un courant haute fréquence au conducteur périmétrique ce qui permet la détection du signal par un des quatre détecteurs embarqués dans la tondeuse.

Les zones à ne pas tondre (parterres de fleurs, allées, etc.) sont délimitées de la même manière par le conducteur périmétrique.

Les obstacles "rigides" (arbres, bordures, murets, ...) sont détectés par un des trois capteurs de contact situés dans les "pare-chocs" avant et arrière de la tondeuse.

Stratégie de tonte: (figure 3)

1) Tâche d'orientation T1 : l'opérateur ayant posé la tondeuse au sol en un point P quelconque de la parcelle, puis appuyé sur le bouton de démarrage, la tondeuse pivote autour d'un axe vertical dans le sens direct (noté Z+), et s'oriente vers le nord géographique à l'aide de la boussole électronique.

2) Tâche de recherche et de suivi de fil T2 : la tondeuse avance ensuite vers le nord jusqu'à ce qu'elle rencontre le conducteur périmétrique (point A).

Elle pivote dans le sens direct, et suit le conducteur périmétrique afin de tondre le pourtour de la parcelle.

Lorsqu'elle a bouclé un tour et demi (point B), elle pivote vers l'intérieur de la parcelle et commence un cycle de tonte en "zig-zag".

3) Tâche de tonte en "zig-zag" T3 : à chaque fois que la tondeuse rencontre le conducteur périmétrique (point C1) ou un obstacle (point C2), elle s'arrête, pivote autour d'un axe vertical d'environ 5 degrés, et repart en sens inverse.

4) Tâche de pivotement de 60 degrés T4 : si un pivotement de 5 degrés lors de la tâche T3 l'amène à sortir du périmètre, la tondeuse pivote sur elle-même de 60 degrés et repart pour un nouveau cycle de tonte en "zig-zag".

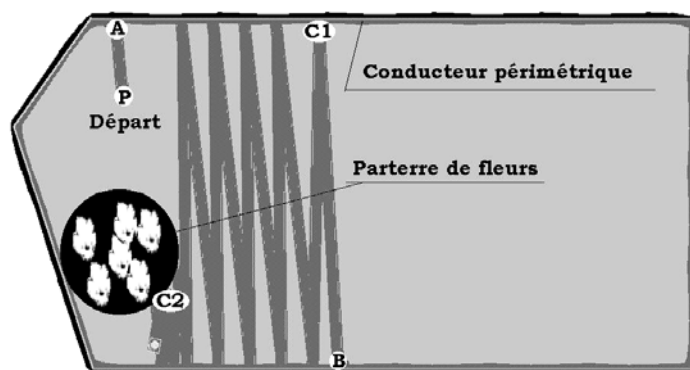


Figure 3 : trajectoire suivie au début de la tonte.

Coupe, motorisation, et alimentation en énergie (document réponse 1 page 8/13 et annexe 2 page 13/13)

Le système de coupe est constitué de trois lames cinématiquement indépendantes, entraînées en rotation autour d'un axe vertical par trois moteurs identiques.

La roue avant porteuse est libre en rotation autour d'un pivot vertical et suit les changements de direction de la tondeuse. Elle est réglable en hauteur et comporte un capteur de rupture de contact au sol qui stoppe les moteurs en cas de soulèvement intempestif.

Les deux roues motrices sont situées à l'arrière (voir figure 4, page 4/13). Elles sont montées sur un berceau réglable en hauteur. Chacune de ces deux roues est entraînée indépendamment de l'autre par un moteur à courant continu à travers un réducteur de vitesse à engrenages. Les cinq moteurs sont identiques (réf HC971, document réponse 4, page 11/13).

Le changement de direction est obtenu grâce à une différence de rotation des deux roues arrières. La position angulaire de chaque roue est connue grâce à un capteur. Chacun des deux capteurs est constitué d'un disque lié à l'arbre moteur, comportant deux aimants diamétralement opposés, tournant devant un détecteur magnétique.

L'alimentation en énergie du système est assurée par une batterie au plomb rechargeable sur le secteur.

Étude du système

Étude n°1 L'objet de cette étude est d'identifier les solutions technologiques choisies par le constructeur pour mettre en œuvre la stratégie de tonte.

La présentation et la description du fonctionnement du système étudié dans les deux pages qui précèdent conduisent à détailler une fonction de service "TONDRE LA PELOUSE" en plusieurs fonctions, dont certaines sont détaillées ci-dessous.

Pour chacune de ces fonctions, un certain nombre de solutions technologiques ont été choisies par le constructeur, une solution technologique donnée pouvant éventuellement correspondre à deux fonctions ou davantage. Certaines de ces correspondances sont détaillées dans le document réponse 1.

Fonctions assurées (liste non exhaustive) :

- communiquer avec l'utilisateur.
- s'orienter par rapport au nord magnétique.
- changer de direction.
- se déplacer dans une direction.
- couper l'herbe.
- fonctionner avec une source d'énergie autonome.

question 1

Compléter le premier tableau du document réponse 1, page 8/13, à l'aide de la présentation et de la description du fonctionnement ainsi que du tableau synoptique des chaînes d'information et de conversion d'énergie.

Étude n°2 L'objet de cette étude est d'analyser la solution technologique permettant de réaliser une partie de la tâche T3 "tondre en zig-zag" et de la vérifier.

La tondeuse coupe l'herbe en se déplaçant en ligne droite à la vitesse maximale de $0,5 \text{ ms}^{-1}$. Lorsqu'elle détecte un obstacle ou le fil périmétrique, elle s'arrête, pivote d'environ 5 degrés selon Z-, repart en sens inverse jusqu'au nouvel obstacle, s'arrête, pivote d'environ 5 degrés selon Z+, et ainsi de suite jusqu'à la fin du temps programmé par l'utilisateur.

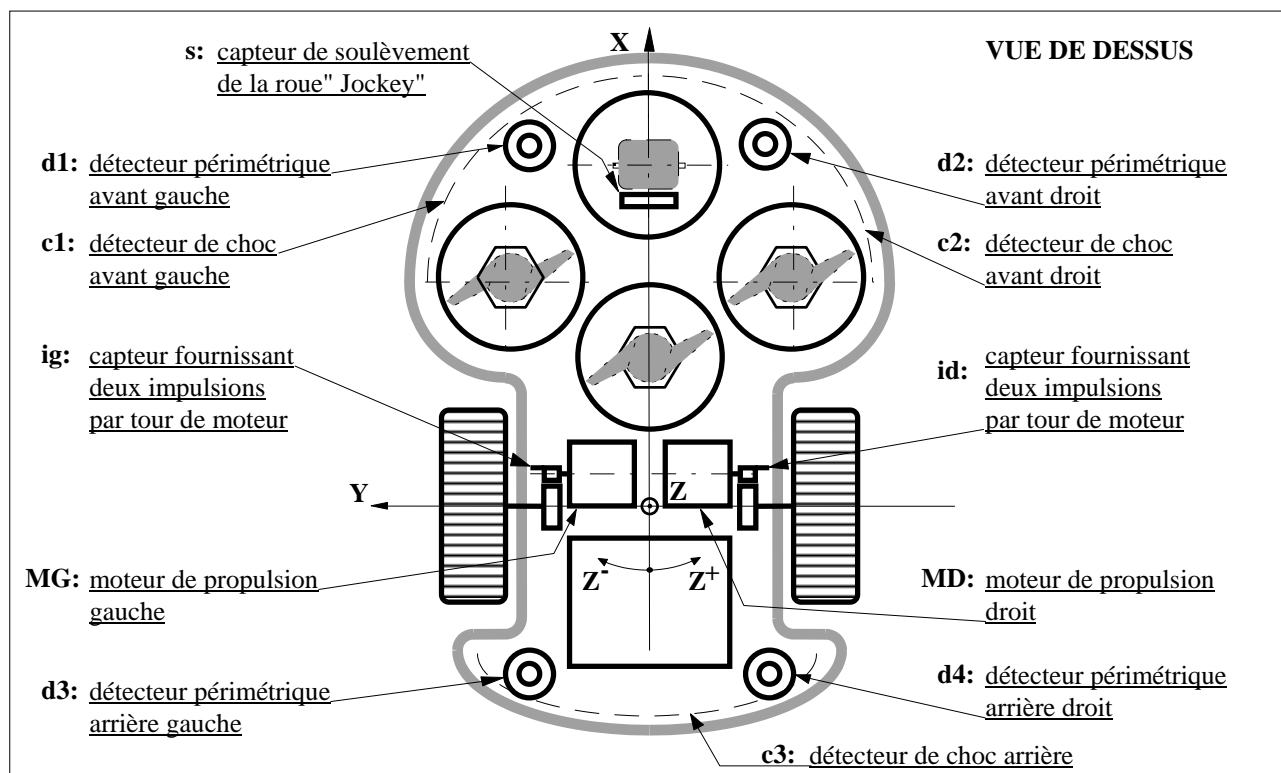
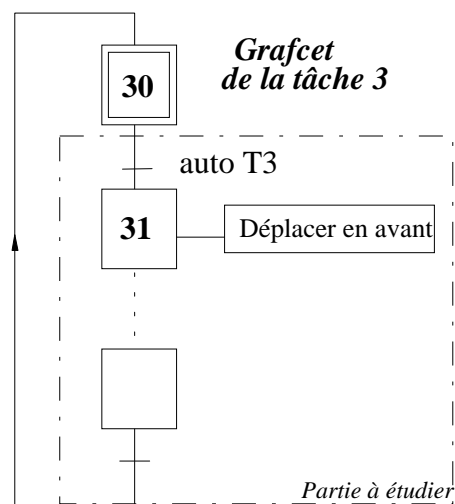
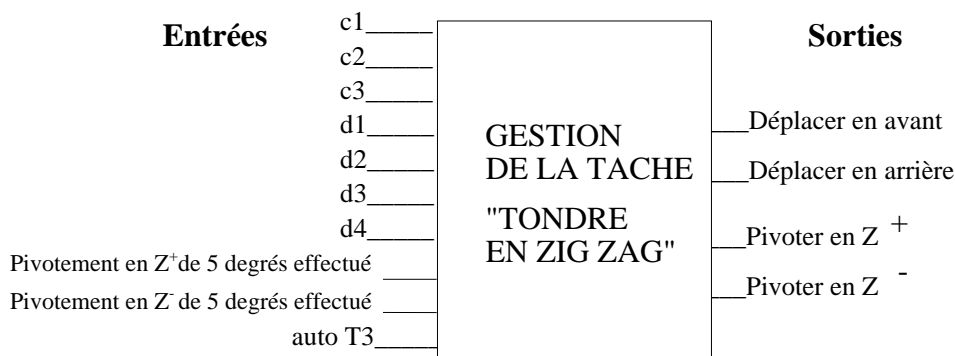


Figure 4: inventaire des informations logiques associées aux capteurs et aux actionneurs.

question 2.1

Donner, sous la forme de deux équations logiques, les informations qui provoquent l'arrêt de la tondeuse lorsqu'elle est en marche avant, et lorsqu'elle est en marche arrière. Représenter, sur feuille de copie, le Grafcet de la tâche T3, en utilisant uniquement les entrées et sorties suivantes:



Boîte fonctionnelle de caractérisation des E/S de la tâche T3

Remarques: la réceptivité **autoT3** provient d'un Grafcet hiérarchiquement supérieur. Les sécurités de fonctionnement (soulèvement) ne sont pas gérées par ce graphe.

question 2.2

De façon à déterminer la fraction de tour que doit effectuer chaque moteur (donc le nombre d'impulsions délivrées par les capteurs **id** et **ig**) afin d'obtenir un pivotement de 5° autour d'un axe vertical, il est nécessaire de déterminer le rapport de réduction entre le moteur de propulsion et la roue.

Le diamètre des roues est 240 mm et les moteurs de propulsion tournent à $\Omega_m = 4000 \text{ min}^{-1}$ (tours par minute). Déterminer le rapport de réduction **K** nécessaire pour que la tondeuse se déplace à la vitesse de $0,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Ce rapport est obtenu par un réducteur à trois étages à axes parallèles (voir figure 7, page 9/13).

Exprimer le rapport **K** en fonction des nombres de dents Z_1 à Z_6 des pignons et roues.

Calculer le rapport (Z_1/Z_2) à partir des valeurs du tableau à compléter de la page 9/13.

Compléter le tableau de la page 9/13 avec le nombre de dents Z_1 du pignon moteur et son diamètre D_1 .

question 2.3

Le changement de direction s'effectue par un pivotement θ d'environ 5° de la tondeuse autour de l'axe vertical (OZ).

On suppose que le mouvement se fait dans le plan $(O;X,Y)$, et que le centre instantané de rotation est le point **O**, situé au milieu de l'essieu.

On fait l'hypothèse que les deux roues roulent sans glisser sur le sol en **G** et **D**.

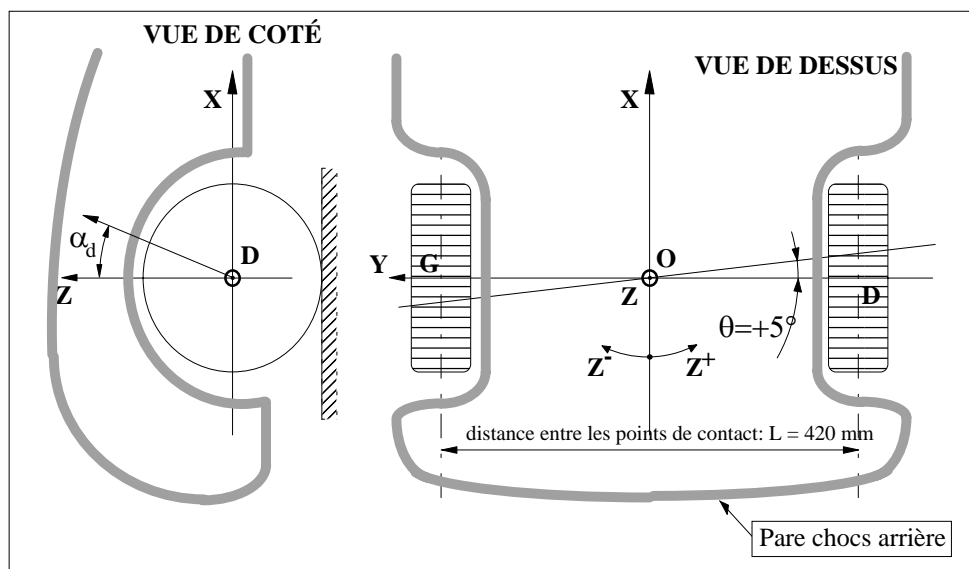


Figure 5: vues de l'essieu arrière

a) Calculer en explicitant la démarche suivie, les valeurs des rotations α_d et α_g des roues par rapport à l'axe Y, en fonction de θ , L et du rayon des roues **R**.

Effectuer l'application numérique et en déduire le nombre de tours N_θ que doit effectuer chaque moteur en fonction du rapport de réduction **K** (pour cette question on prendra $K = 1/100$).

b) La partie commande est informée du nombre de tours effectués par un moteur de traction grâce aux capteurs **id** et **ig**.

Déterminer le nombre d'impulsions, nommé N_{imp} , fourni par chaque capteur en fonction de N_θ .

Effectuer l'application numérique en arrondissant à la valeur entière la plus proche.

c) Calculer le pivotement θ_i correspondant à l'intervalle entre deux impulsions.

question 2.4

L'architecture matérielle de la carte de commande représentée sur le document réponse 3, page 10/13, permet d'obtenir les pivotements θ . Cette architecture est identique pour les deux moteurs.

Le comptage des impulsions **I** est effectué en binaire naturel.

a) A partir de la valeur de N_{imp} , justifier le nombre de bits de sortie de ce compteur (pour cette question, on prendra $N_{imp} = 5$).

Donner la valeur en binaire naturel correspondante, notée N_{bn} .

b) Lorsque l'ordre de rotation est donné (impulsion de 2 ms), le compteur est mis à zéro sur le front montant de ce signal. Dès que ce signal est revenu à l'état bas le compteur est incrémenté par les fronts montants des impulsions **I**. Le comparateur doit fournir un état logique haut **S** tant que le contenu du compteur est inférieur à la consigne N_{bn} .

A partir des tables de vérités caractéristiques des différents composants, compléter les schémas sur le document réponse 3, page 10/13, de manière à obtenir le fonctionnement décrit ci-dessus.

Étude n°3 *Étude énergétique : L'objet de cette étude est de vérifier si les performances annoncées par le constructeur en termes de puissance, d'autonomie, d'efficacité sont effectivement atteintes.*

question 3.1

Les courbes fournies sur le document réponse 4, page 11/13, donnent, en fonction du couple résistant:

- la vitesse de rotation du rotor en tours par minute,
- la puissance électrique absorbée,
- la puissance mécanique disponible sur l'arbre moteur,
- le rendement.

À l'aide du tableau de valeurs numériques, page 11/13, remplir le tableau récapitulatif du document réponse 2, page 9/13.

question 3.2

Les courbes données sur le document réponse 2, page 9/13, donnent les résultats d'un enregistrement sur le terrain de la vitesse moteur et de l'intensité du courant absorbé lors de la tonte.

Proposer une ou plusieurs méthodes permettant de déduire, exactement ou approximativement, de la deuxième courbe la valeur moyenne de l'intensité du courant traversant l'induit du moteur.

question 3.3

Dans sa plaquette publicitaire, le constructeur annonce des performances comparables à celle d'une tondeuse à moteur thermique de 3600 Watts.

La tondeuse électrique de notre étude possède trois moteurs identiques entraînant chacun une lame.

Quelle est la puissance mécanique totale maximale disponible pour la coupe de l'herbe ?

Ces valeurs permettent-elles de justifier cet argument publicitaire ?

question 3.4

A la vitesse de déplacement de $0,5 \text{ m.s}^{-1}$, des essais réalisés sur le terrain ont permis de déterminer l'effort de traction maximal : lorsque la tondeuse gravit une pente de 15 degrés cet effort, mesuré parallèlement à la pente, est alors de 100 N.

Sachant que le rayon des roues arrières est de 120 mm, déterminer le couple nécessaire à chaque roue pour permettre le déplacement souhaité (on rappelle que les deux roues sont motrices et indépendantes).

question 3.5

Calculer le couple résistant correspondant sur l'axe du moteur sachant que le rendement du réducteur est de 0,9. Pour cette question, on prendra pour le rapport de réduction : $K = 0,01$. En vous aidant des courbes caractéristiques du moteur, déterminer la fréquence de rotation du moteur correspondant à ce couple résistant.

question 3.6

Lors d'une tonte d'herbe dans des conditions "normales", la puissance électrique moyenne consommée par chaque moteur de coupe est de 96 watts. Placer sur les courbes du document réponse 4, page 11/13, ce point de fonctionnement pour un moteur de coupe. En utilisant le résultat trouvé à la question 3.5, placer de la même manière le point de fonctionnement pour un moteur de traction.

Les moteurs de traction sont-ils suffisamment dimensionnés?

Pour quelle raison le constructeur a-t-il choisi d'utiliser cinq moteurs identiques ?

question 3.7

Les valeurs moyennes obtenues expérimentalement lors d'un essai de tonte sont résumées dans le tableau ci-contre :

Calculer la puissance totale demandée à la batterie.

La capacité de la batterie indiquée par le constructeur est de 17 A.h sous 24 V.

Calculer l'autonomie de la tondeuse pour cette capacité et pour la puissance calculée précédemment.

en watts	pour un moteur de coupe	pour un moteur de traction
puissance électrique consommée	131,4	19,6
puissance mécanique utilisée	80	6,83

question 3.8

La durée de la recharge totale de la batterie est de 24 heures. Le chargeur fournit une tension de 28 V et l'intensité de la charge est de 980mA.

Calculer le rendement énergétique global du système, c'est à dire le rapport de l'énergie mécanique utilisable (coupe + traction), à l'énergie consommée au réseau électrique.

Commenter le résultat obtenu, compte tenu de ce qu'on attend généralement d'une motorisation électrique.

Étude n°4 Étude d'une solution constructive: L'objet de cette étude est de proposer un agencement pour assurer le réglage en hauteur de l'avant de la tondeuse.

voir annexes 1 et 2, pages 12/13 et 13/13.

Dans sa version actuelle, la roue en polyéthylène, (**repère 8**), est en liaison pivot avec un support constitué d'une tige pliée, en acier chromé (**repère 6**).

Ce support est en liaison pivot d'axe vertical avec une vis-barillet de réglage (**repère 2**).

La vis-barillet est en liaison hélicoïdale avec le carter inférieur, (**repère 1**).

Le réglage en hauteur de l'avant de la tondeuse est obtenu manuellement par la rotation du barillet. La liaison hélicoïdale comporte un indexage entre les deux pièces et qui permet l'immobilisation relative pour chaque tour du barillet.

L'avantage de cette solution est sa simplicité. Son inconvénient majeur est que le réglage de la hauteur nécessite de retourner la tondeuse, ce qu'on ne peut faire sans déposer la batterie.

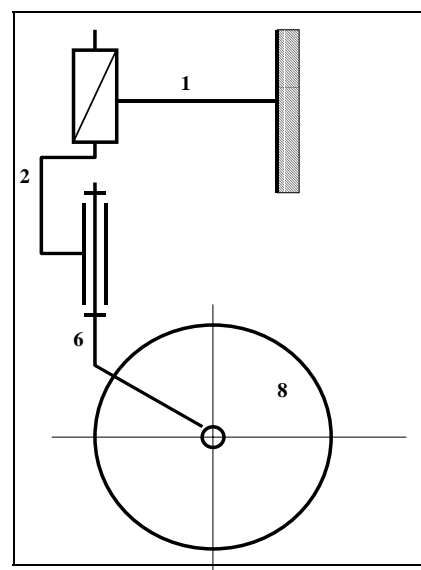


Figure 6 : Solution actuelle

question 4

Solution à développer : conception libre, mais avec le cahier de charges suivant :

Réglage de 20 à 75 mm sur 6 positions ou en continu.

La roue avant ne doit pas s'opposer au pivotement de la tondeuse (orientation sur 360°)

Le réglage doit pouvoir être effectué manuellement, sans retournement de la tondeuse, à l'aide d'un bouton de commande situé sur le dessus du carter.

La roue (**repère 8**) ne sera pas modifiée.

Le carter ne sera modifié que localement.

La solution proposée sera définie par un schéma cinématique, un schéma technologique, une description des composants technologiques choisis et d'un commentaire justifiant les choix effectués.

DOCUMENT RÉPONSE 1

COMPOSANT	CARTER EN COMPOSITE	BATTERIE	ROUES ARRIÈRES	REDUCTEUR DE VITESSE MÉCANIQUE	MOTEUR DE PROPULSION	ROUE AVANT PIVOTANTE	SUPPORT DE ROUE AVANT	BERCEAU DE ROUES ARRIÈRES	DETECTEURS MAGNÉTIQUES	BOUSSOLE ÉLECTRONIQUE	CAPTEURS DE CONTACT	CAPTEUR DE SOULÈVEMENT	CARTE ÉLECTRONIQUE DE COMMANDE	VOYANT LUMINEUX	CLAVIER DE COMMANDE	AFFICHEUR
	Fonction															
												X				X
				X			X									
		X														

question 1: Tableau des fonctions à compléter.

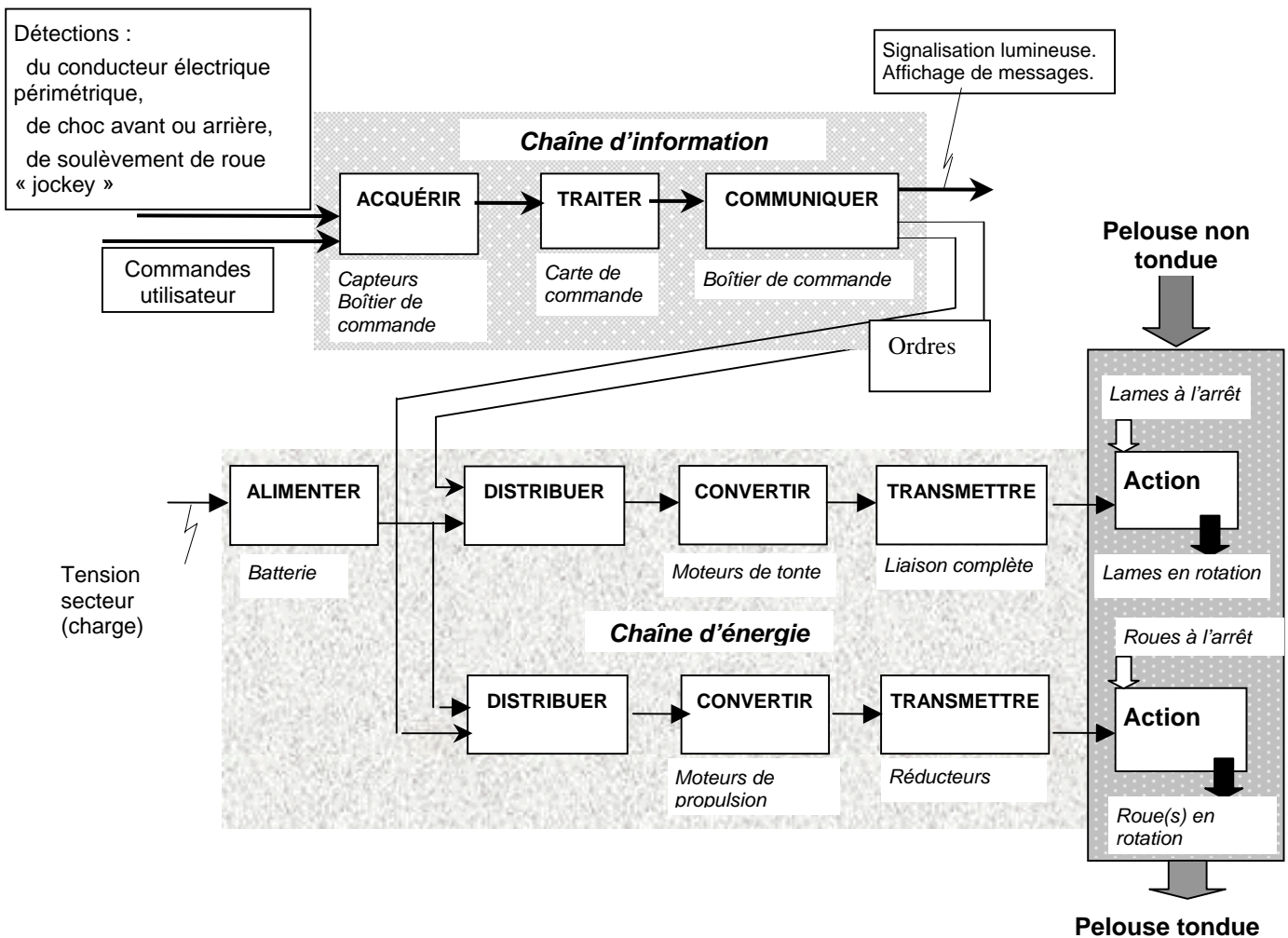


Tableau synoptique des chaînes d'information et de conversion d'énergie

DOCUMENT REPONSE 2

	Nombre de dents Z	Diamètre primitif D (mm)
Pignon 1	$Z1 =$	$D1 =$
Roue 2	$Z2 = 87$	$D2 = 108,75$
Pignon 3	$Z3 = 22$	$D3 = 33$
Roue 4	$Z4 = 82$	$D4 = 123$
Pignon 5	$Z5 = 18$	$D5 = 36$
Roue 6	$Z6 = 60$	$D6 = 120$

**question 2.2 : tableau à compléter
avec les valeurs de $Z1$ et $D1$**

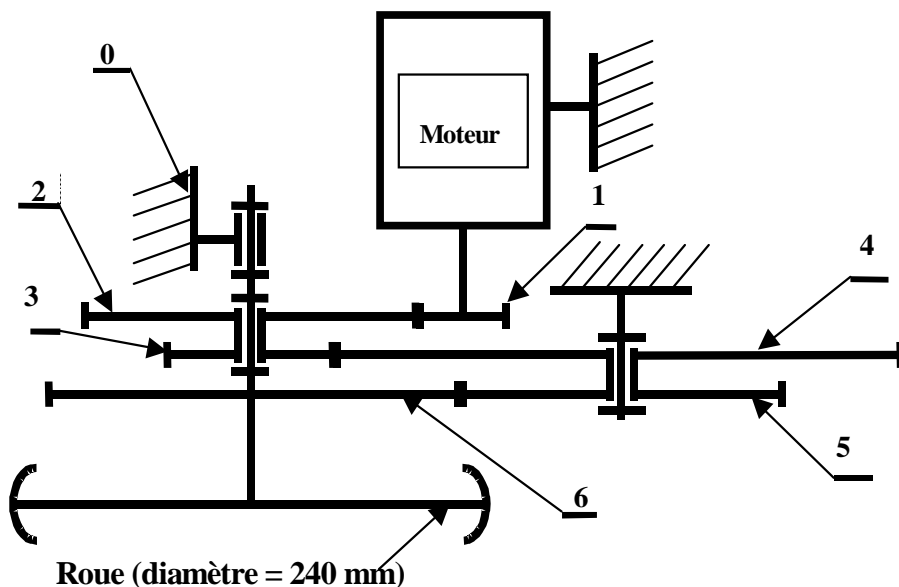
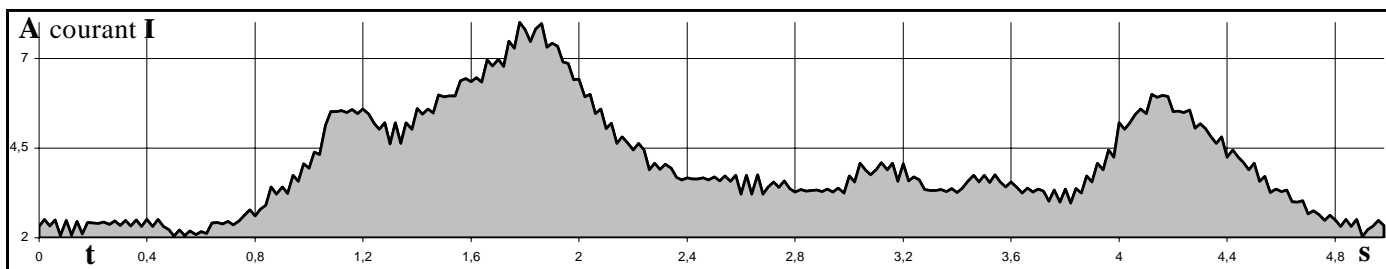
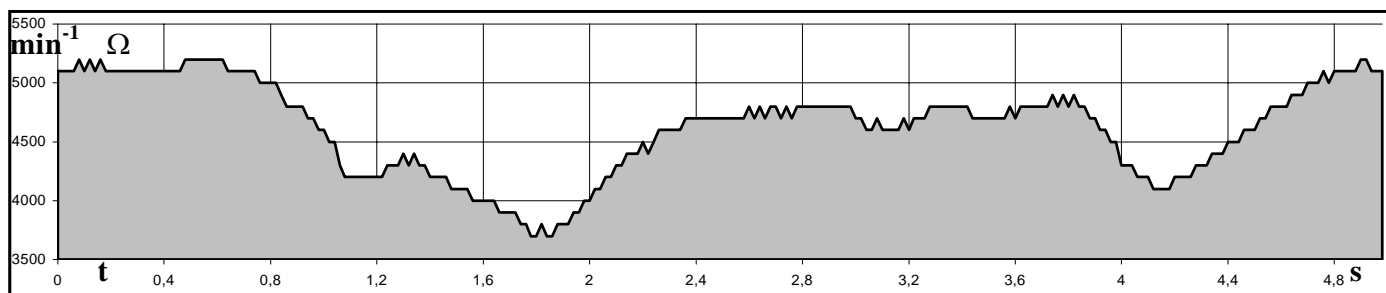


Figure 7 : schéma cinématique du réducteur

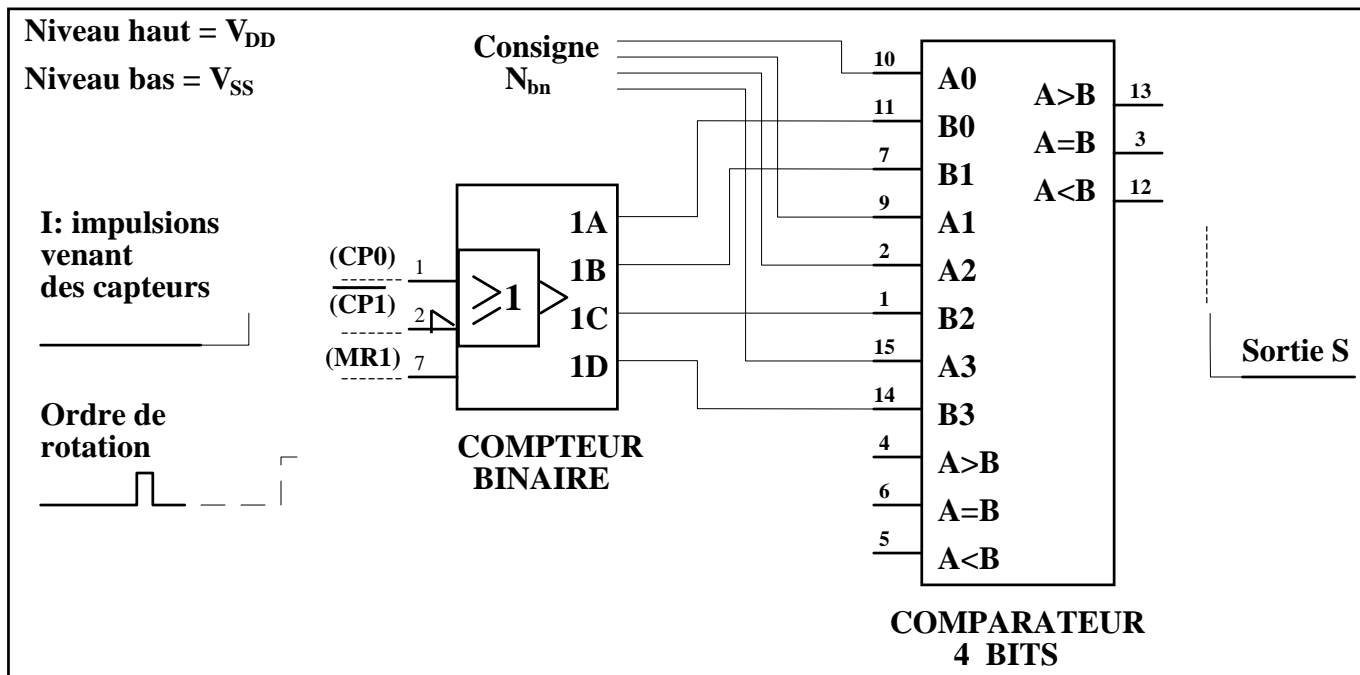
	fonctionnement à vide	fonctionnement au rendement maximal	fonctionnement à la puissance mécanique maximale	fonctionnement rotor bloqué
vitesse du rotor				
puissance électrique consommée				
puissance mécanique disponible				
rendement électrique				

question 3.1: Tableau récapitulatif à compléter.



question 3.2: Enregistrement de la fréquence de rotation et de l'intensité lors d'une tonte. (durée = 5 secondes)

DOCUMENT REPONSE 3



question 2.4 b : schéma à compléter.

Tables de vérité:

compteur binaire

CP0	$\overline{CP1}$	MR1	Mode
↑	H	L	incrémentation
L	↓	L	incrémentation
↓		L	sans changement
	↑	L	sans changement
↑	L	L	sans changement
H	↓	L	sans changement
		H	Mise à 0 des sorties

Poids fort : 1D (broche 6)

comparateur 4 bits

Ce circuit permet la comparaison de deux mots binaires A et B. Il fournit un état logique haut sur une des sorties correspondant au résultat de la comparaison.

Signification des abréviations:

H = état haut (V_{DD}).

L = état bas (V_{SS}).

↑ = front montant

↓ = front descendant

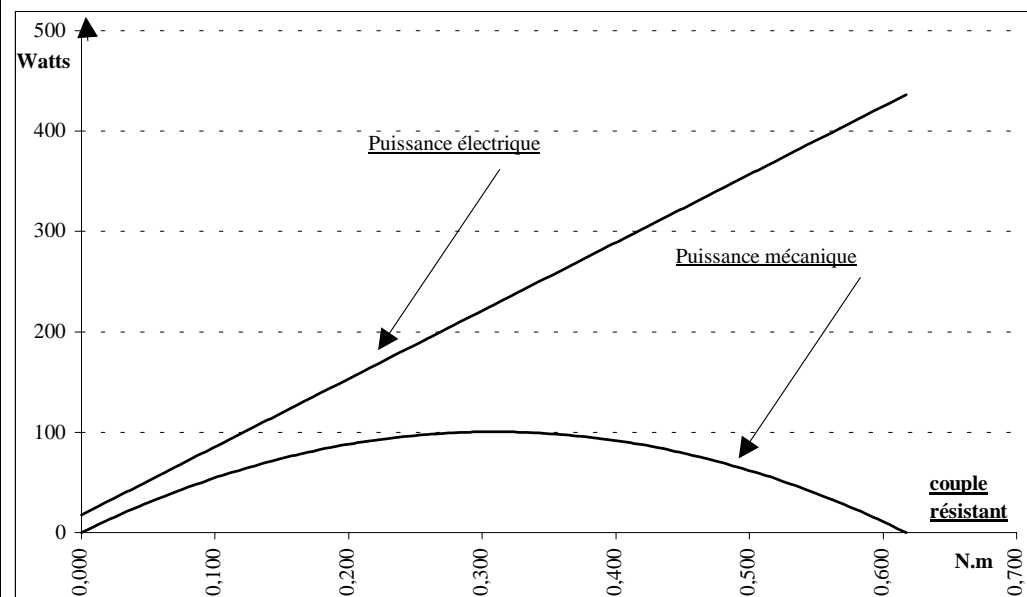
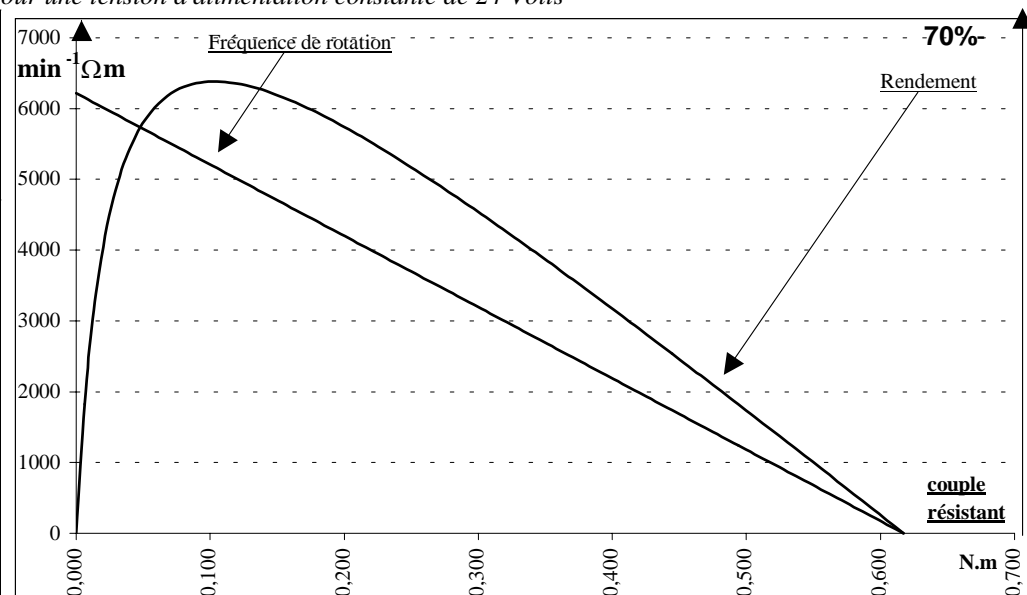
Case vide = état indifférent.

Entrées de comparaison				Entrées en cascade (n° 4 à 6)			Sorties (n° 3, 12,13)		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3							H	L	L
A3 < B3							L	H	L
A3 = B3	A2 > B2			H			H	L	L
A3 = B3	A2 < B2						L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1		H			H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1					L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	H			H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0				L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0		L	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0		H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0		H	H	L	H	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	L	L	L

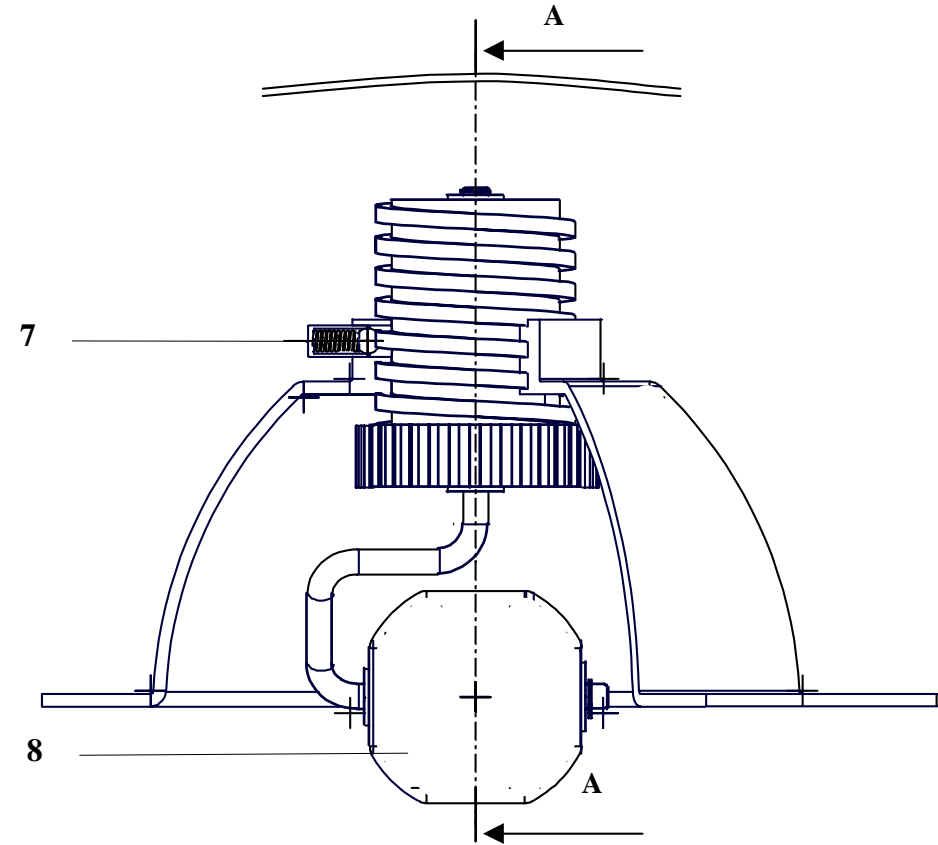
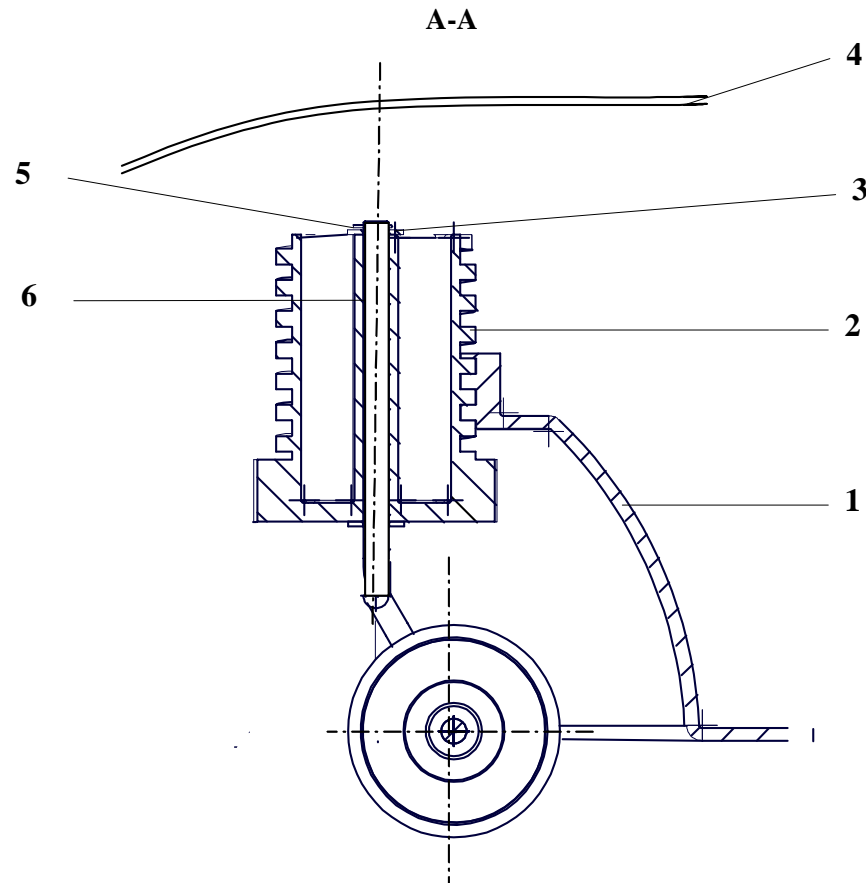
DOCUMENT REPONSE 4: Courbes caractéristiques du moteur à courant continu Johnson Électric HC971

Les quatre grandeurs sont données en fonction du couple résistant sur l'arbre moteur, pour une tension d'alimentation constante de 24 Volts

couple	fréquence de rotation	puissance électrique	puissance mécanique	rendement
Cr	Ωm	Pe=U*I	Pm=Cr* Ωm	Pm/Pe
N.m	min ⁻¹	W	W	%
0,000	6216	17,6	0,0	0%
0,012	6091	26,0	7,9	30%
0,031	5905	38,6	19,1	49%
0,068	5532	63,7	39,3	62%
0,105	5159	88,8	56,7	64%
0,136	4848	109,8	69,0	63%
0,179	4413	139,1	82,7	59%
0,241	3792	180,9	95,6	53%
0,309	3108	227,0	100,5	44%
0,370	2486	268,9	96,4	36%
0,432	1865	310,7	84,4	27%
0,488	1305	348,4	66,7	19%
0,537	808	381,9	45,4	12%
0,580	373	411,2	22,7	6%
0,617	0	436,4	0,0	0%



ANNEXE 1



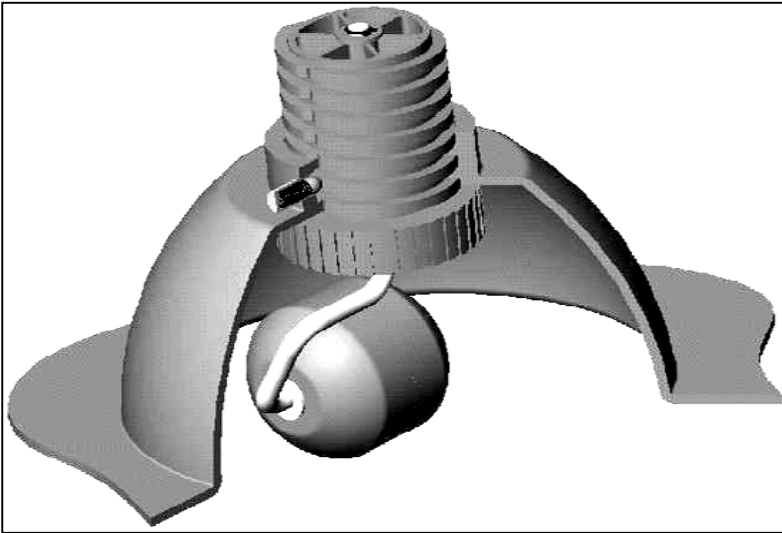
8	1	Roue		
7	1	Poussoir à bille		
6	1	Tige coudée support de roue		
5	2	Anneau d'arrêt		
4	1	Carter supérieur		
3	4	Rondelle L 8		
Rep.	Nb.	Désignation	Mat.	Obs

2	1	Ecrou de réglage		
1	1	Carter inférieur		
Rep.	Nb.	Désignation	Mat.	Obs
ECH : 0,25				
TONDEUSE - ROUE JOCKEY ET MECANISME DE REGLAGE DE HAUTEUR (carters inférieurs et supérieurs partiellement représentés)				

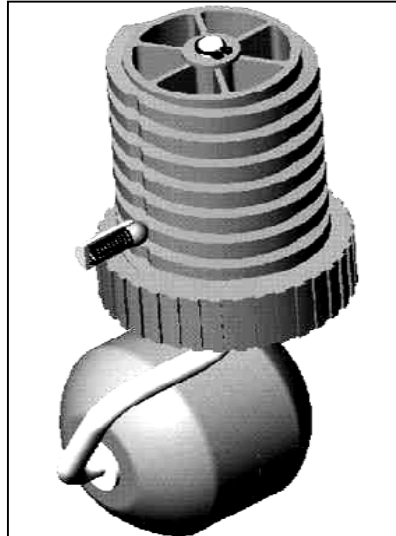
ANNEXE 2

Représentations de la roue avant

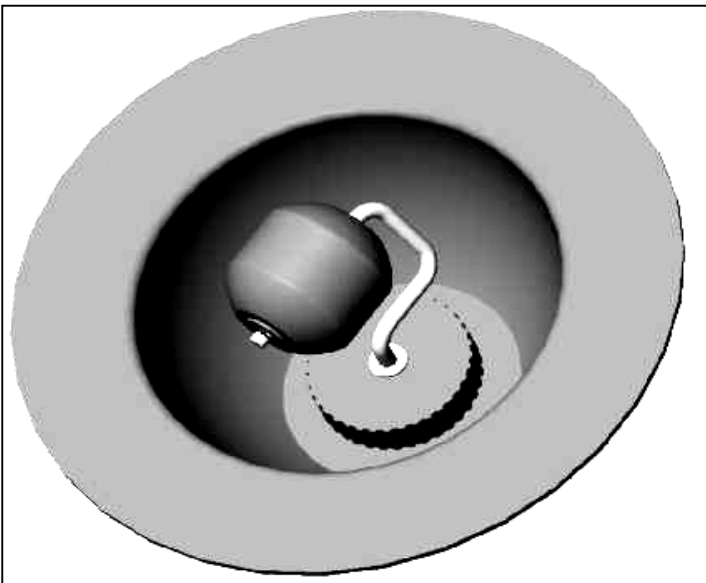
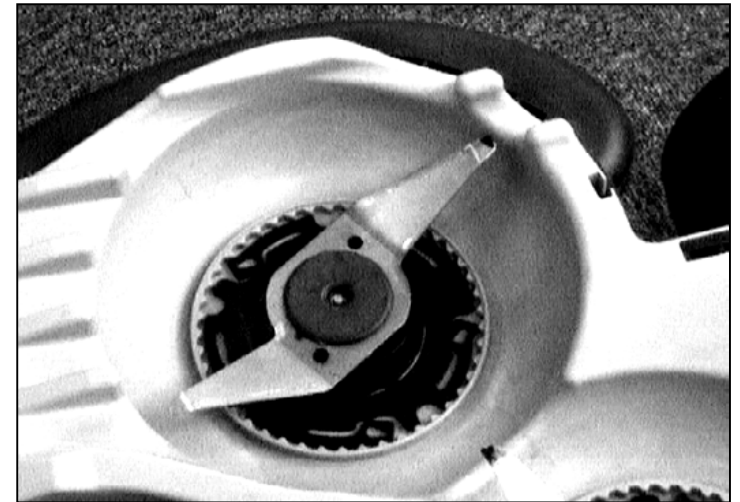
photo d'une lame de tonte



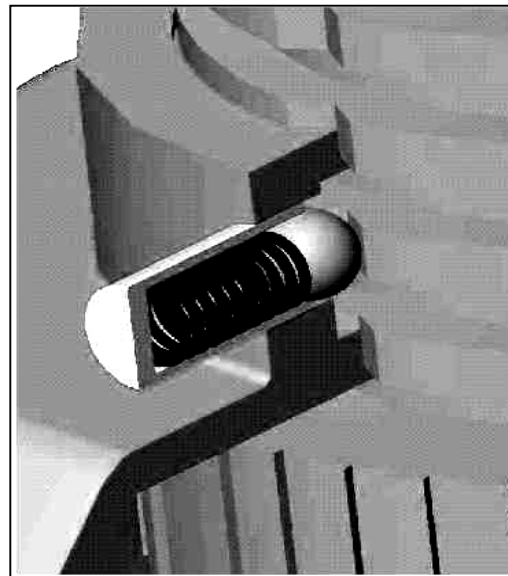
vue d'ensemble, carter coupé



détail de l'écrou



vue de dessous



détail du verrouillage