

DOSSIER TECHNIQUE

ROBOT TONDEUR



SOMMAIRE

1.	PRESENTATION GENERALE	3
1.1.	Mise en situation	3
1.2.	Fonctionnement de la partie opérative	4
1.3.	Photographies et modélisation des pièces principales de la PO.....	5
1.4.	Fonctionnement de la partie commande.....	7
1.5.	Photographies de la PC	8
2.	ANALYSE ET EXPRESSION DU BESOIN	9
2.1.	Analyse du besoin	9
2.2.	Problématique.....	9
2.3.	Expression du besoin.....	9
2.4.	Validation du besoin.....	10
2.5.	Identification des fonctions de service	10
3.	Présentation de la solution industrielle.....	12
3.1.	Description des chaînes d'énergie.....	12
3.1.1.	transmission de puissance aux roues motrices.....	12
3.1.2.	Caractéristiques du moteur électrique des roues motrices.....	13
3.1.3.	Caractéristiques du réducteur	14
3.1.4.	Description et rôle de la roue avant (roue "jockey")	16
3.1.5.	Système de coupe	17
3.2.	Modélisation des chaînes d'énergie et d'information	19
3.3.	Analyse fonctionnelle.....	19
4.	PRESENTATION DE LA SOLUTION DIDACTISEE	20
4.1.	Berceau didactisé.....	20
4.2.	Détails du berceau didactisé.....	21
5.	Présentation de la maquette de commande (ponts en H) des moteurs de roues.....	22
5.1.	Présentation globale	22
5.2.	Présentation plus détaillée	22

1. PRESENTATION GENERALE

1.1. Mise en situation

La tondeuse robot RL500 permet la tonte en autonomie complète d'une pelouse dont la surface maximum de la zone de tonte peut avoisiner 250 m². Pour une surface supérieure, plusieurs zones de tonte peuvent être définies.

Chaque zone de tonte est délimitée par un fil électrique périphérique tendu à même le sol et alimenté par un boîtier électronique (commutateur de périmètre).

La mise en service du commutateur de périmètre permet l'établissement d'un champ magnétique reconnaissable par la tondeuse robot.

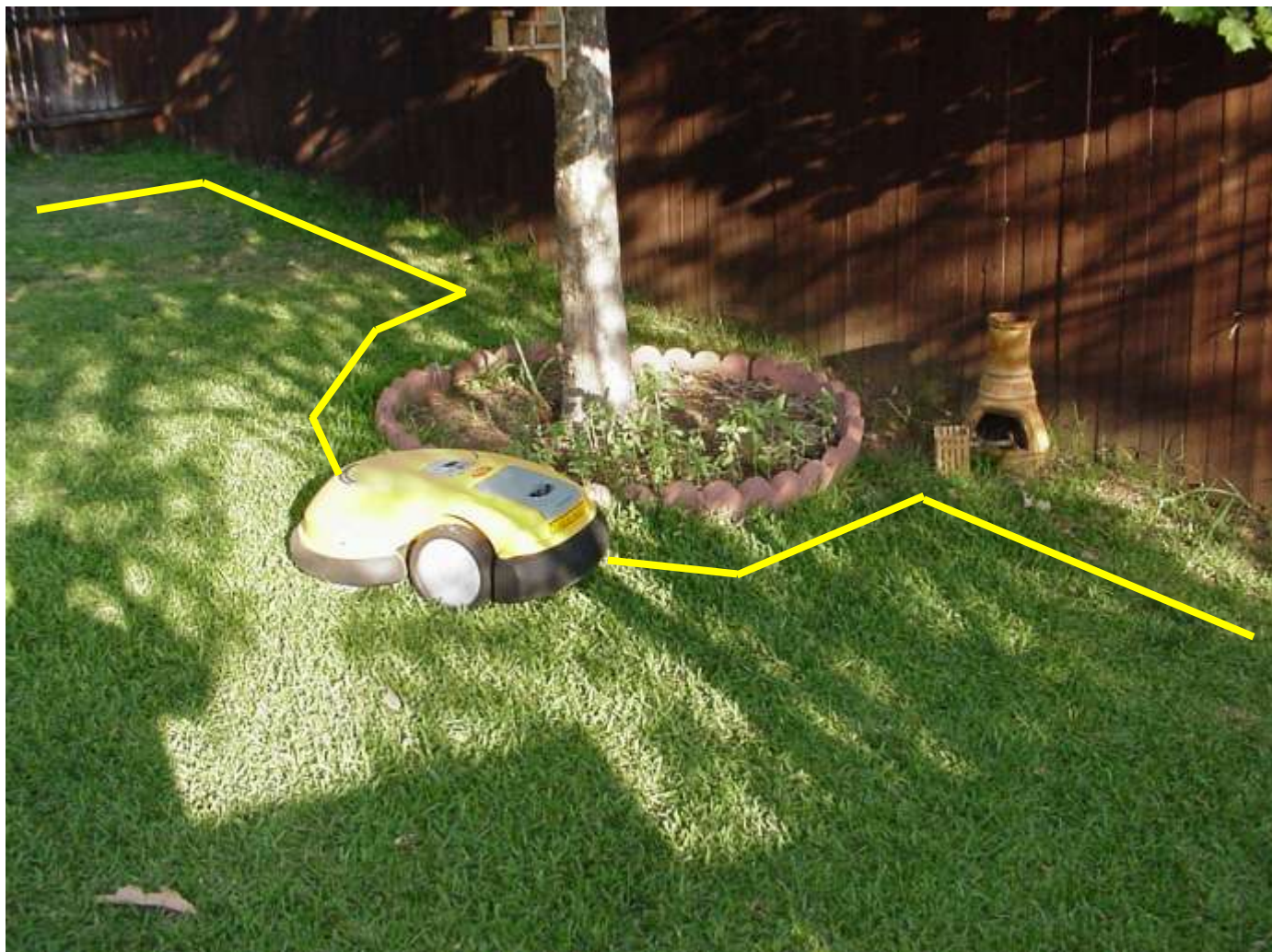
Les zones de tonte interdites (parterre de fleurs, piscine, bassins, etc.) sont également délimitées par un champ magnétique. Les obstacles pleins (arbres, murs, etc.) sont eux directement évités par la tondeuse robot (détecteurs dans les pare-chocs).

Après une initialisation lors de la première mise en service, la tondeuse robot commence par tondre la périphérie de la zone de tonte avant de tondre de manière aléatoire le reste de la zone délimitée.

La durée de tonte dépend de la surface et de la configuration de la zone de tonte (environ 1h pour 100m²). Cette durée sera programmée après avoir effectué un ou plusieurs essais.

Le procédé « mulching » permet de broyer l'herbe coupée avant qu'elle ne retombe et évite le ramassage et le stockage des déchets de tonte tout en assurant un engrais naturel.





1.2. Fonctionnement de la partie opérative

La tondeuse robot est munie de deux roues motrices arrières et d'une roue "folle" à l'avant tournant librement sur elle même de type "jockey".

Les deux roues motrices arrières sont toutes les deux motorisées de manière indépendante ce qui permet de faire tourner la tondeuse sur elle même en faisant tourner les deux moteurs dans un sens différent (système "char").

Les roues motrices sont montées dans un berceau dont la position par rapport au châssis de la tondeuse est réglable de manière à augmenter ou diminuer la hauteur de tonte.

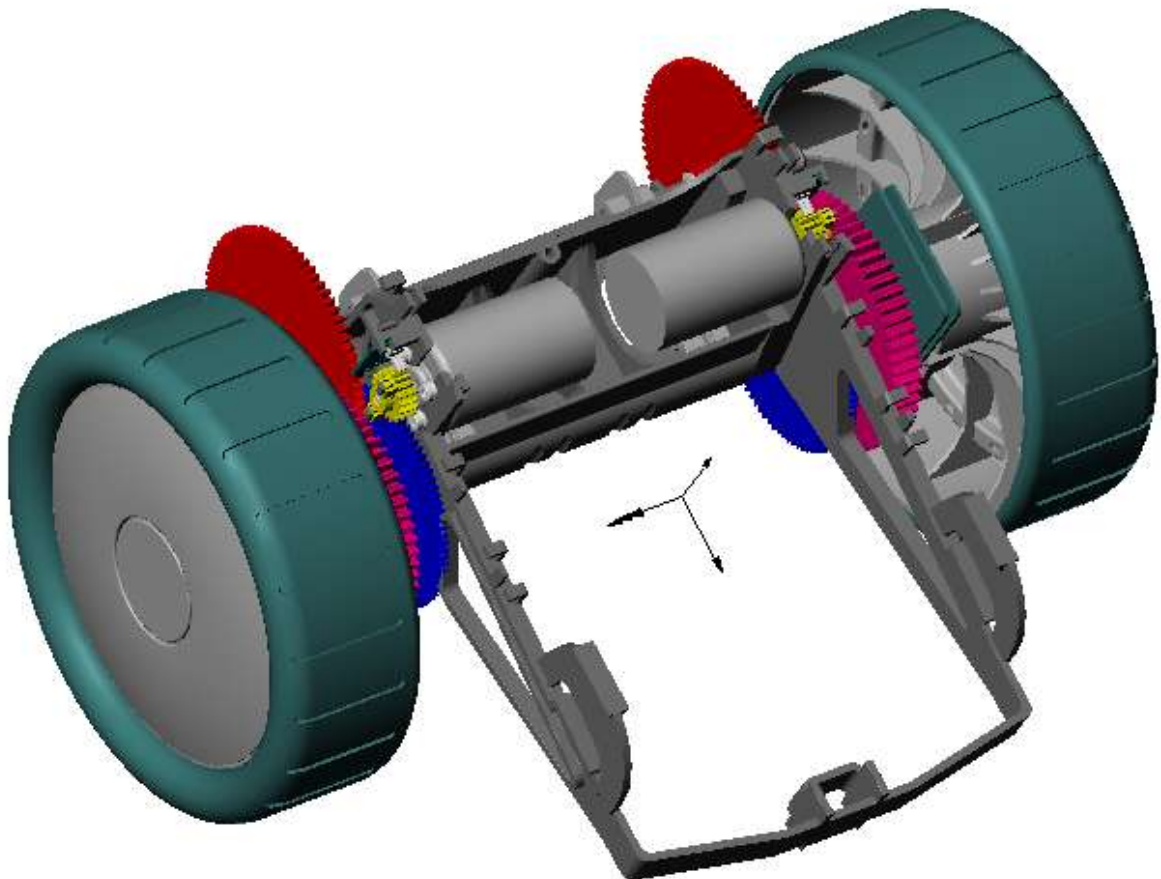
La position en hauteur de la roue "jockey" par rapport au châssis de la tondeuse est également réglable de manière à obtenir en association avec le réglage du berceau différentes hauteurs de tonte.

La coupe est assurée par 3 lames motorisées de manière indépendante ce qui permet d'obtenir une largeur de tonte de 56 cm.

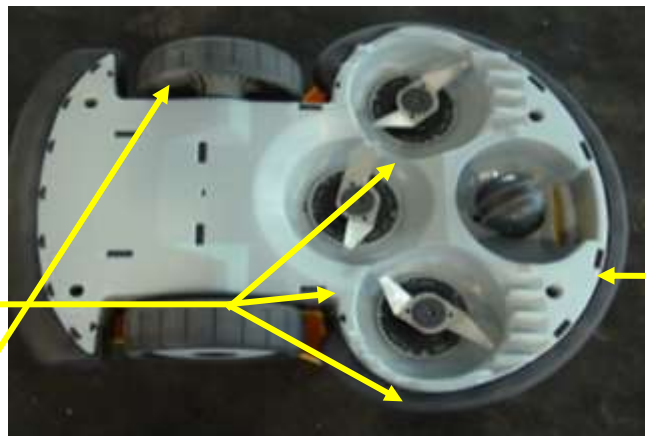
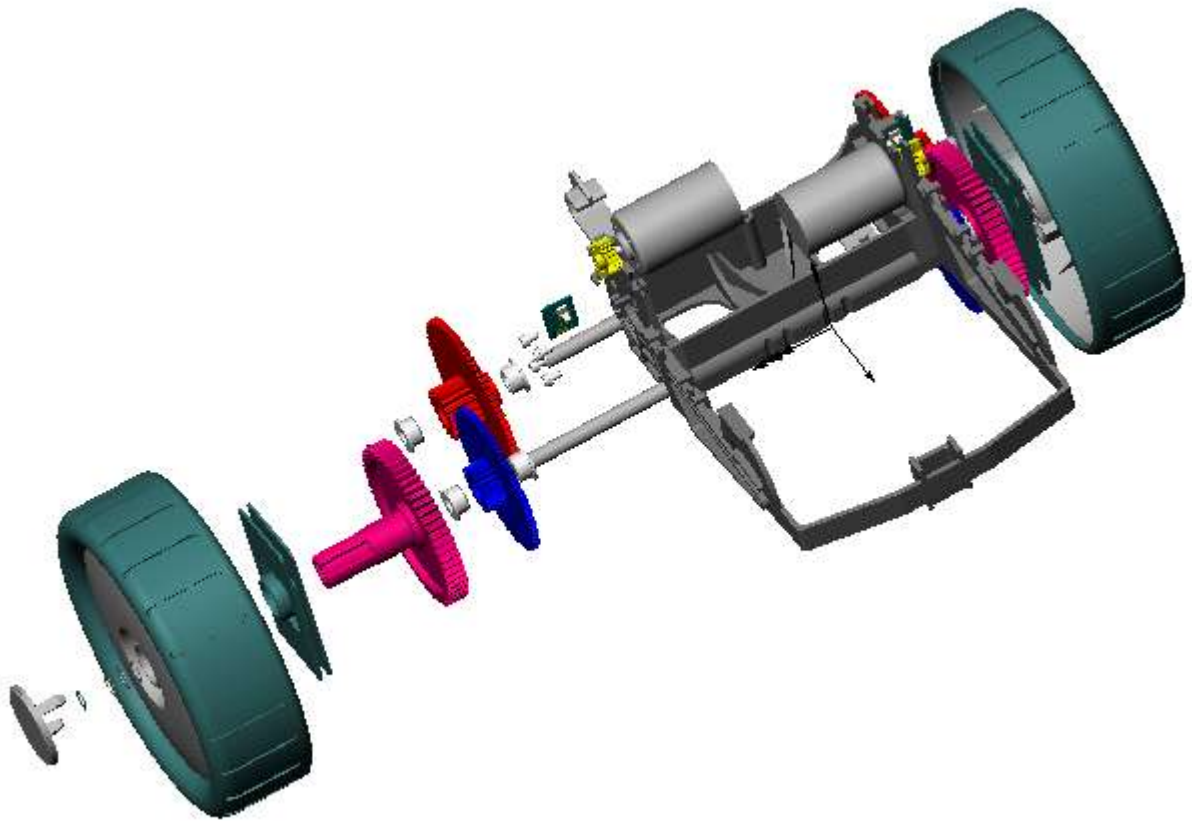
1.3. Photographies et modélisation des pièces principales de la PO



Modélisation sous Solidworks : berceau complet.sldasm



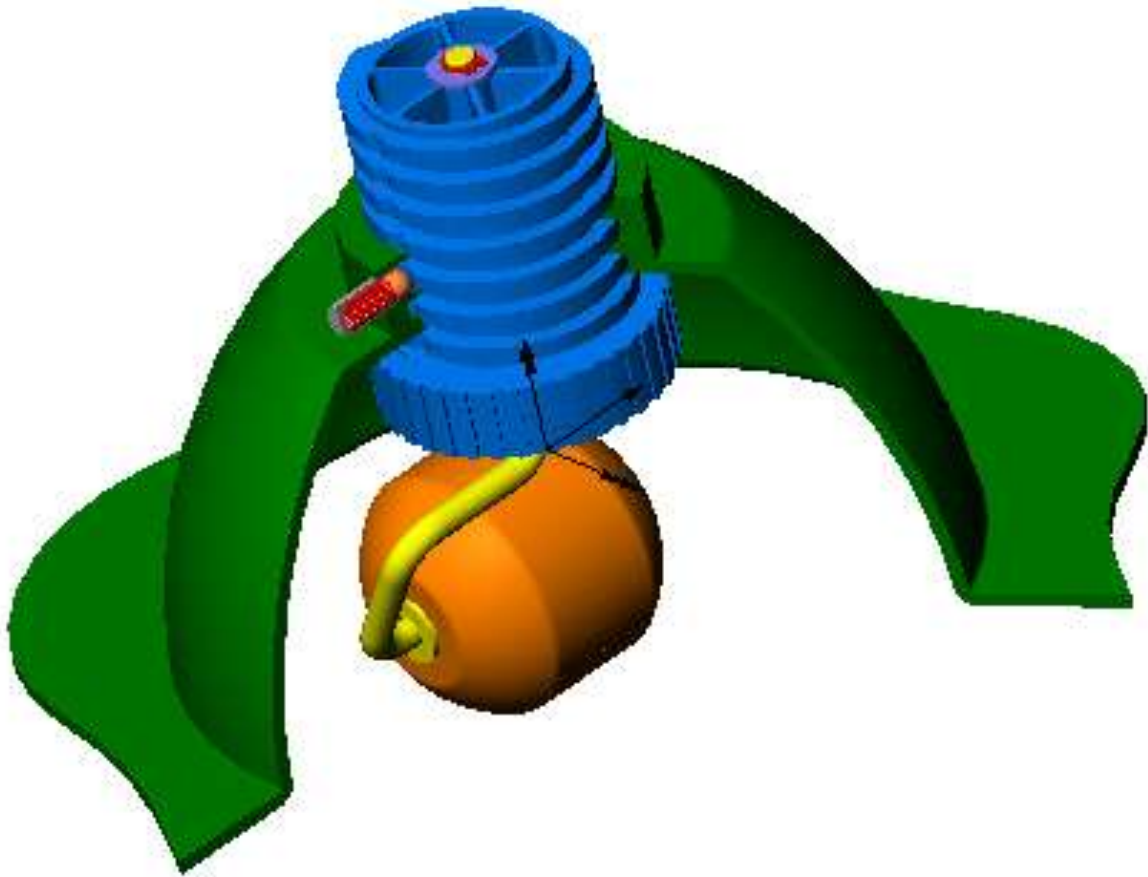
Eclaté du berceau complet



3 lames de coupe

Roue "jockey"

2 roues motrices



1.4. Fonctionnement de la partie commande

La tondeuse robot possède une “carte mère” regroupant les différentes fonctions de puissance et de commande.

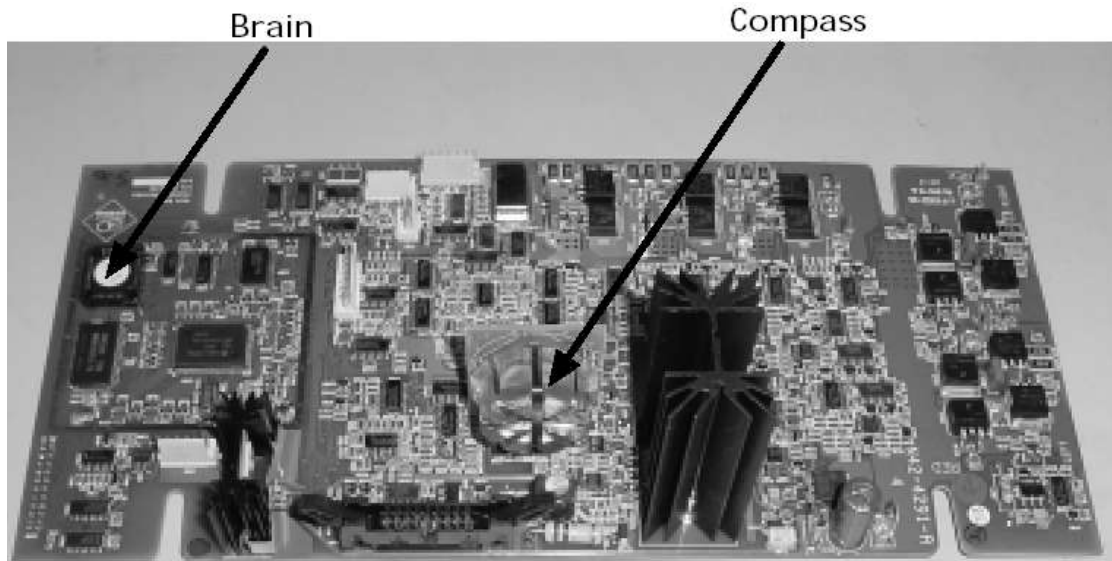
Les seuls éléments décentralisés de cette carte mère sont les différents capteurs qui renseignent la partie commande sur l'état du système ou les événements qui se produisent pendant le fonctionnement.

Un boîtier de commande permet de configurer les paramètres de tonte et de déplacer la tondeuse soit pour tondre manuellement ou pour amener la tondeuse sur la zone de tonte.

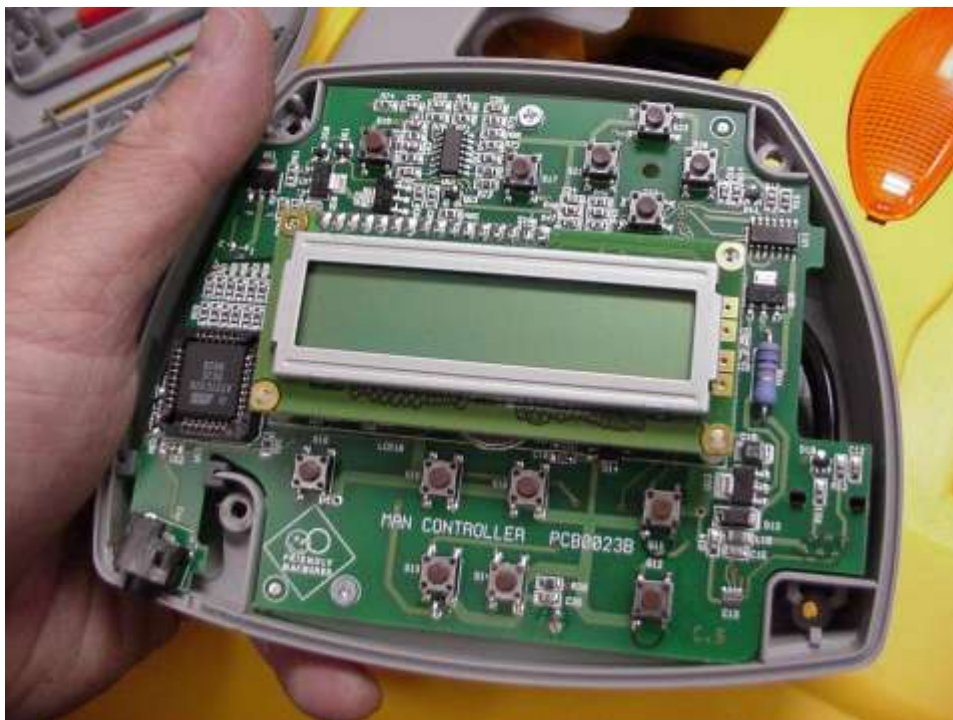
Pour des explications de fonctionnement plus détaillées, voir le “**Manuel de l'utilisateur**” fourni par le constructeur et donné avec le dossier d'accompagnement de la tondeuse.

1.5. Photographies de la PC

Carte mère



Boîtier de commande



2. ANALYSE ET EXPRESSION DU BESOIN

2.1. Analyse du besoin

La tonte d'une pelouse est un travail long, fastidieux et répétitif souvent synonyme de perte de temps.

Cette perte de temps ne se limite pas uniquement à la tonte elle-même mais également à l'entretien de la tondeuse, au stockage et à l'élimination des déchets de tonte.

L'idéal ne serait-il pas d'avoir une tondeuse nécessitant peu d'entretien et se chargeant du travail à votre place ?

2.2. Problématique

Tondre une pelouse de manière autonome en tenant compte de sa configuration intrinsèque et en nécessitant peu de préparation et d'entretien.

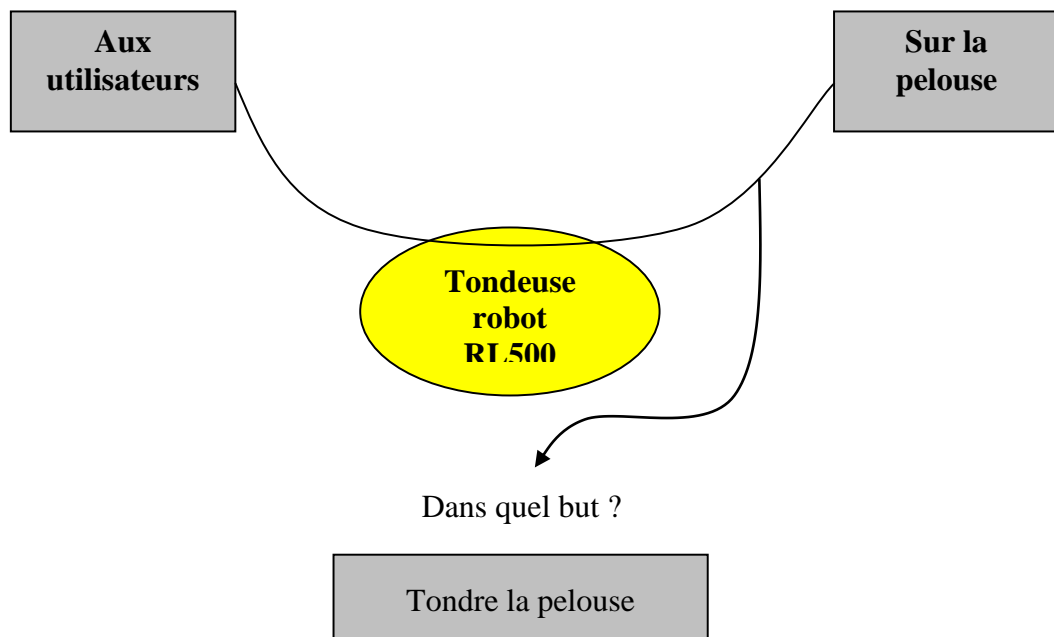
2.3. Expression du besoin

Point de vue retenu :

- Contexte : **Constructeur**
- Produit : **Tondeuse robot RL500**
- Spécification selon un point de vue : **Utilisateur**
- Expression du besoin : **Point de vue de l'utilisateur**

A qui rend-il service ?

Sur quoi agit-il ?



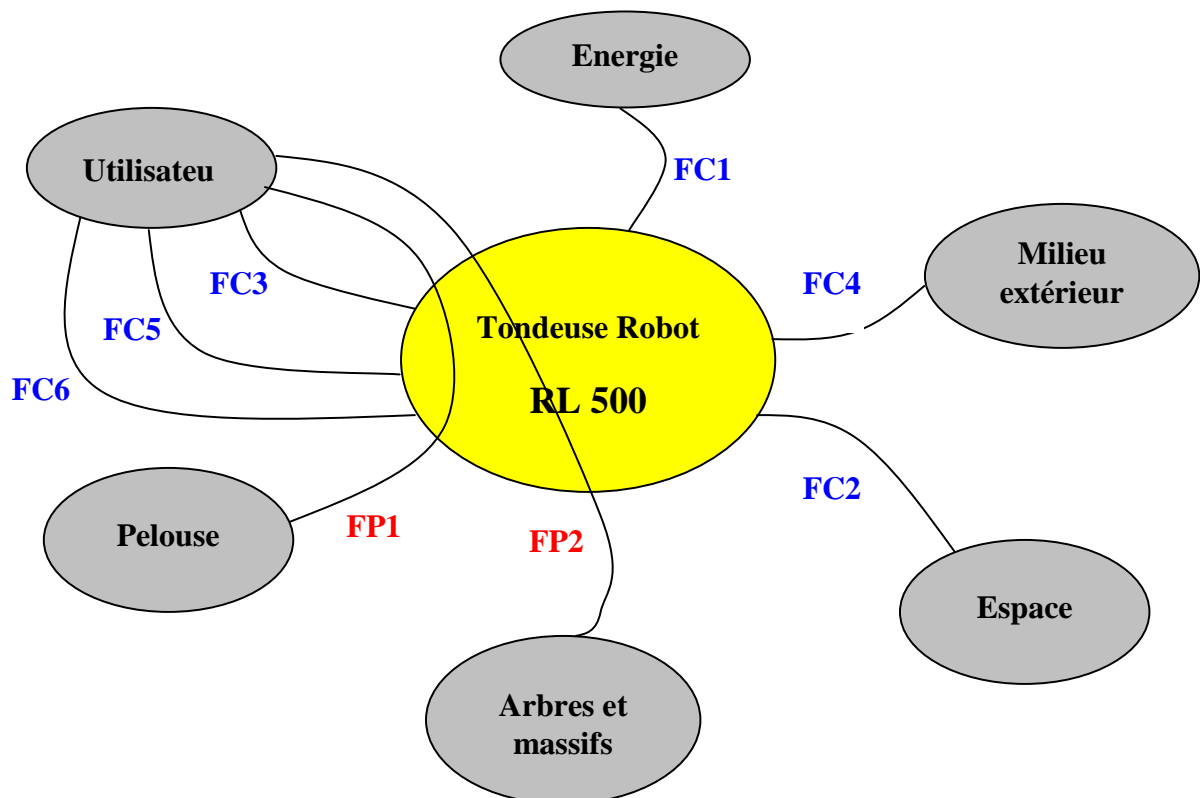
2.4. Validation du besoin

Pourquoi le besoin existe-t-il ?

Pour tondre une pelouse sans effort et sans perte de temps.

Comment pourrait-il disparaître ?	Comment pourrait-il évoluer ?
<ul style="list-style-type: none"> Par l'utilisation d'une pelouse « naturelle » dont la pousse serait très limitée. 	<ul style="list-style-type: none"> Par l'augmentation de l'autonomie (donc de la surface de tonte). Par la recharge de la batterie de manière autonome. Par une programmation et un fonctionnement à commande vocale.

2.5. Identification des fonctions de service



FP1 : Tondre la pelouse.

FP2 : S'adapter à la configuration du terrain.

FC1 : Recharger la batterie.

FC2 : S'orienter.

FC3 : Etre facile d'utilisation.

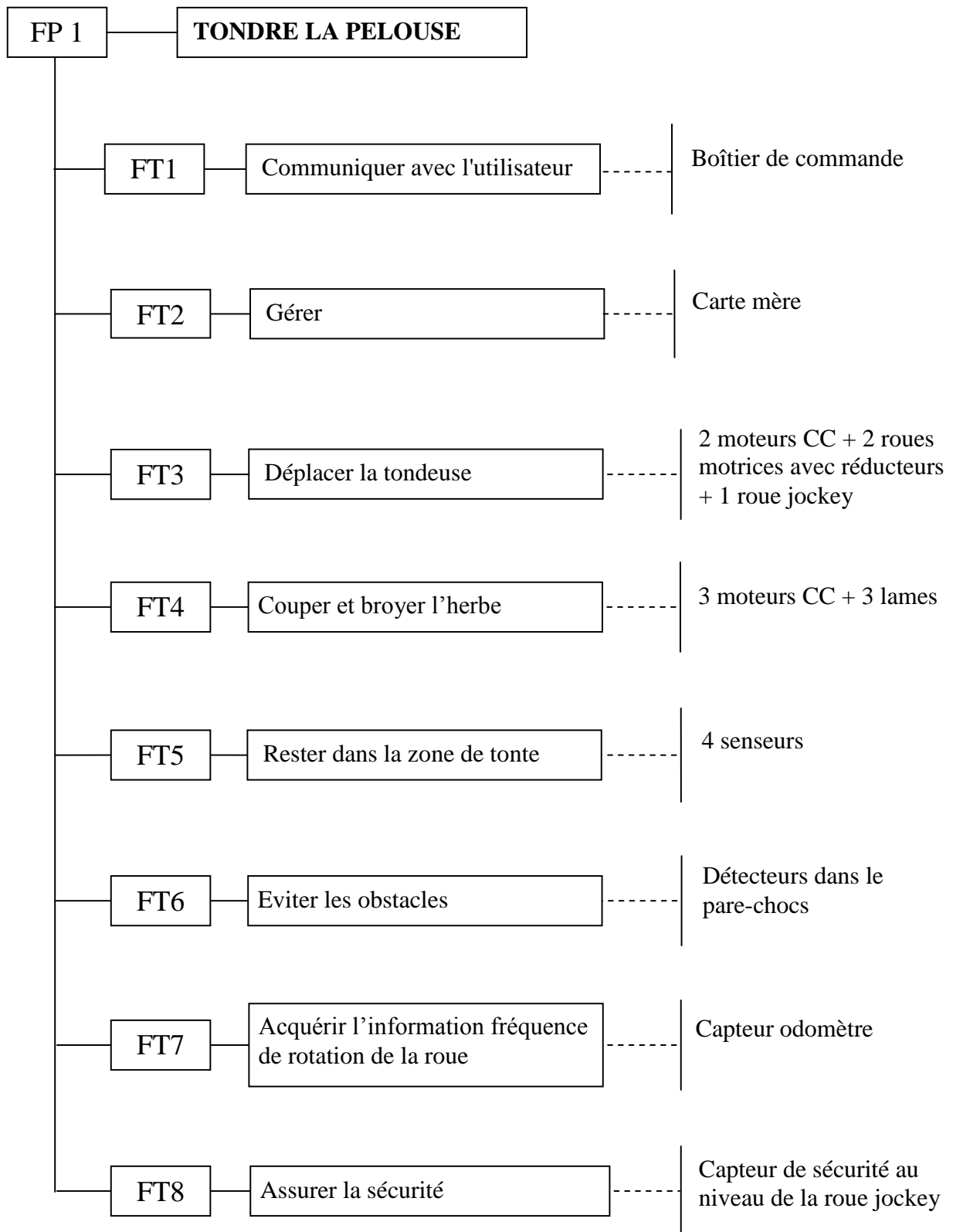
FC4 : Ne pas être perturbé par des champs magnétiques extérieurs.

FC5 : Etre esthétique.

FC6 : Etre facilement transportable.

FC7 : Avoir une autonomie suffisante.

Diagramme FAST

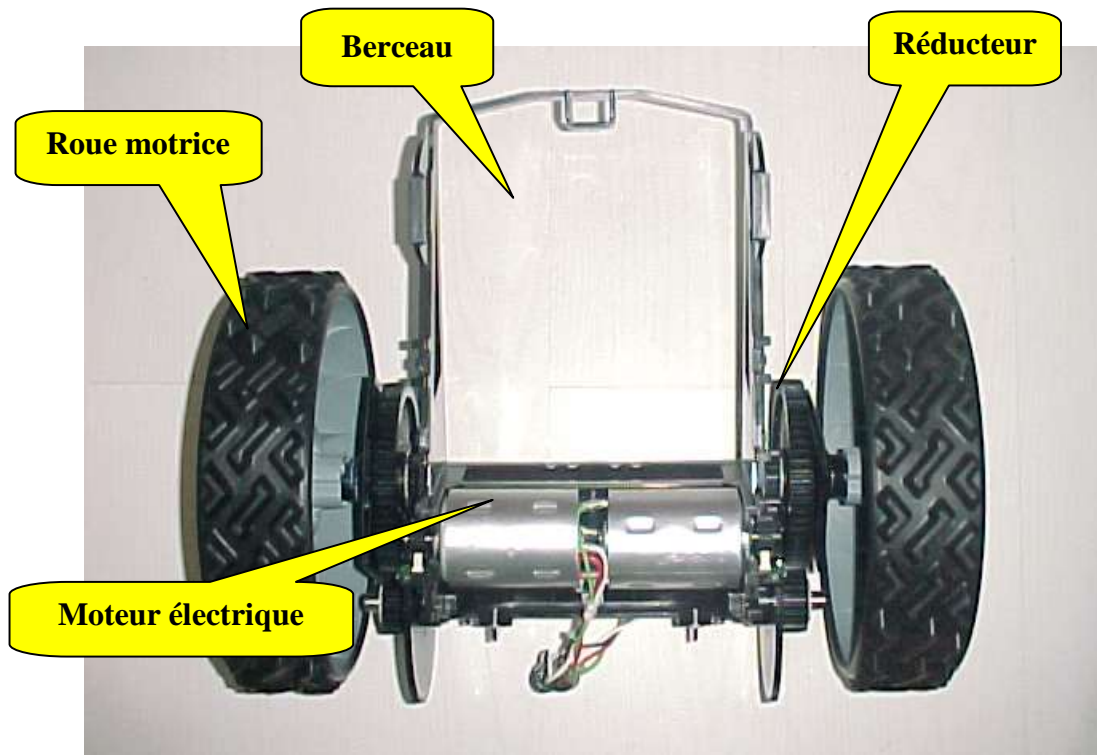


3. Présentation de la solution industrielle

3.1. Description des chaînes d'énergie

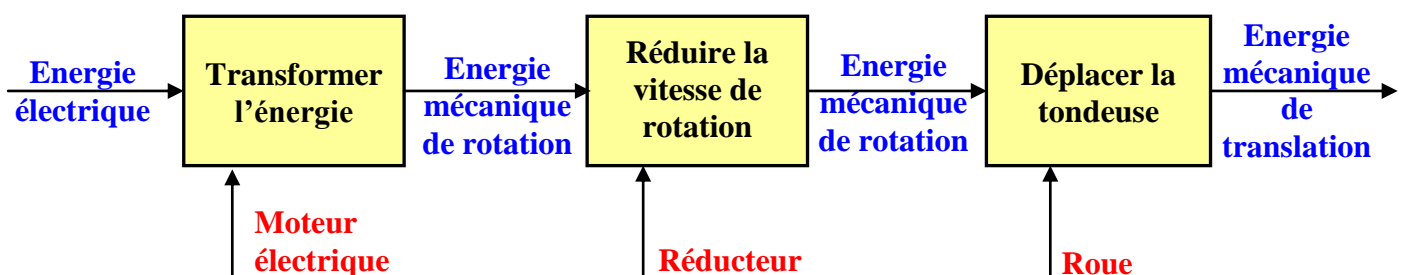
3.1.1. transmission de puissance aux roues motrices

La chaîne cinématique de transmission de puissance aux deux roues motrices forme un sous-ensemble indépendant monté dans un berceau (voir photo ci-dessous).



Cette configuration permet un démontage facile du sous-ensemble "berceau" complet de la coque permettant ainsi une accessibilité et une interchangeabilité maximum.

Chaque roue motrice est indépendante et possède sa propre chaîne cinématique de transmission de puissance (voir chaîne d'énergie ci-dessous).



3.1.2. Caractéristiques du moteur électrique des roues motrices

Spécifications techniques du moteur électrique par le constructeur

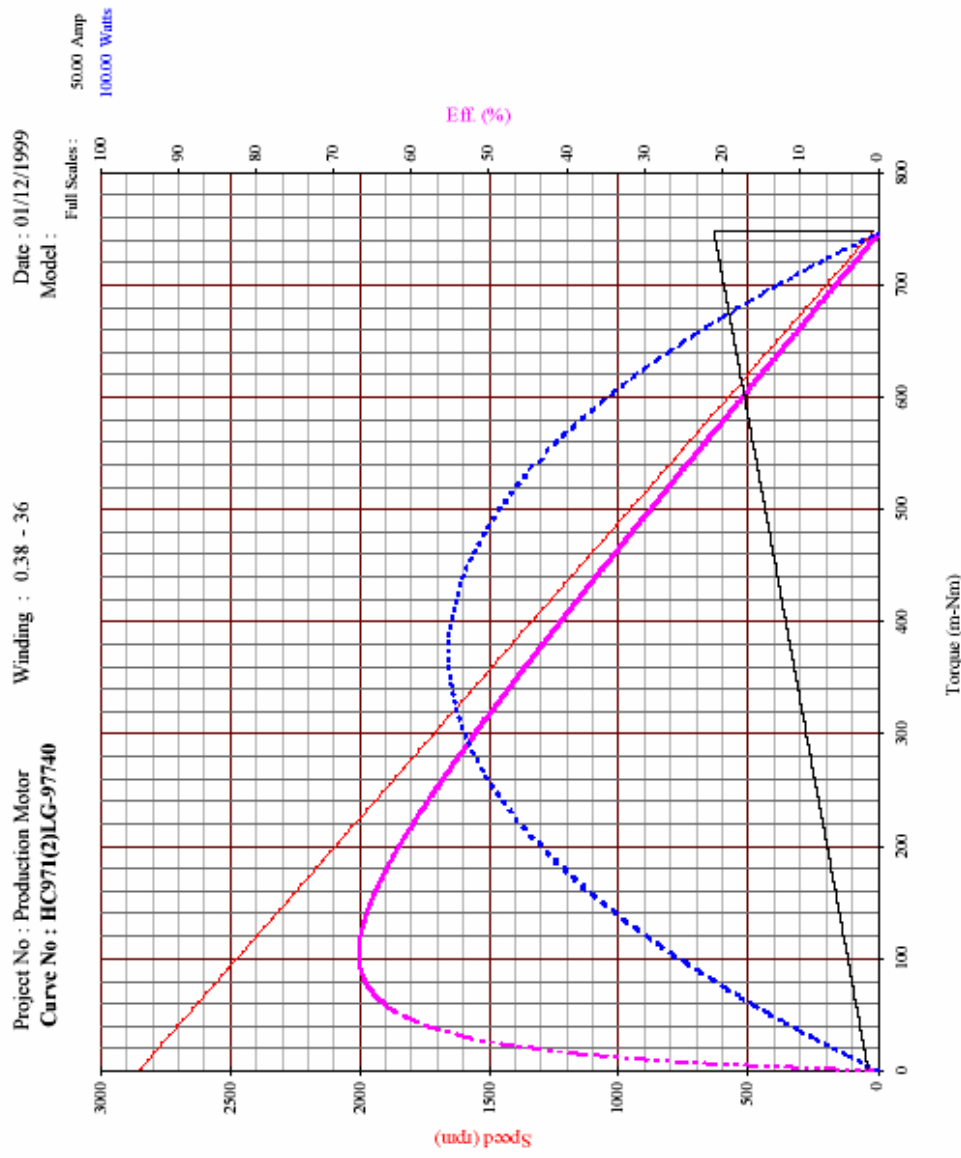
JOHNSON ELECTRIC ENGINEERING LTD.

6-22, Dai Shun St., Tai Po Industrial Estate, N.T., H.K. Fax: 852-2883 6108

<p>Motor tested rapidly to prevent significant temperature rise.</p> <p>At a constant voltage of 24.00 Volts with a circuit resistance of 0.000 Ohm (At the ambient temperature of 25-30 deg C)</p>	
At No Load	<p>Speed : 2828 Rpm Current : 0.273 Amp</p>
At Stall (Extrapolated)	<p>Torque : 746.08 m-Nm Current : 10.17 Amp</p>
<p>At Maximum Efficiency</p> <p>Efficiency : 66.76 % Torque : 104.45 m-Nm Speed : 2432 Rpm Current : 1.66 Amp Output : 26.59 Watts</p>	
<p>At Maximum Power</p> <p>Torque : 373.04 m-Nm Speed : 1414 Rpm Current : 5.22 Amp Output : 55.20 Watts</p>	
<p>Characteristics</p> <p>Torque Constant : 75.3500 m-Nm/Amp Dc. Resistance : 2.3590 Ohms Motor Regulation : 3.7900 Rpm/m-Nm</p>	

COMPUTER PRINT-OUT
NOMINAL MOTOR CURVES.
Performance and characteristics are measured based on limited motor samples only.

Reference no : 33677



Issued by R&D/P Dept., File No. 97740-04, 18/06/2001

3.1.3. Caractéristiques du réducteur

Le réducteur est composé de roues et de pignons à denture droite. Il possède 3 étages de réduction.

Les roues et les pignons sont repérés de manière identique sur la photo du réducteur et sur son schéma cinématique (ainsi que dans le tableau des caractéristiques des engrenages).

Capteur odomètre à effet Hall

Photo du réducteur

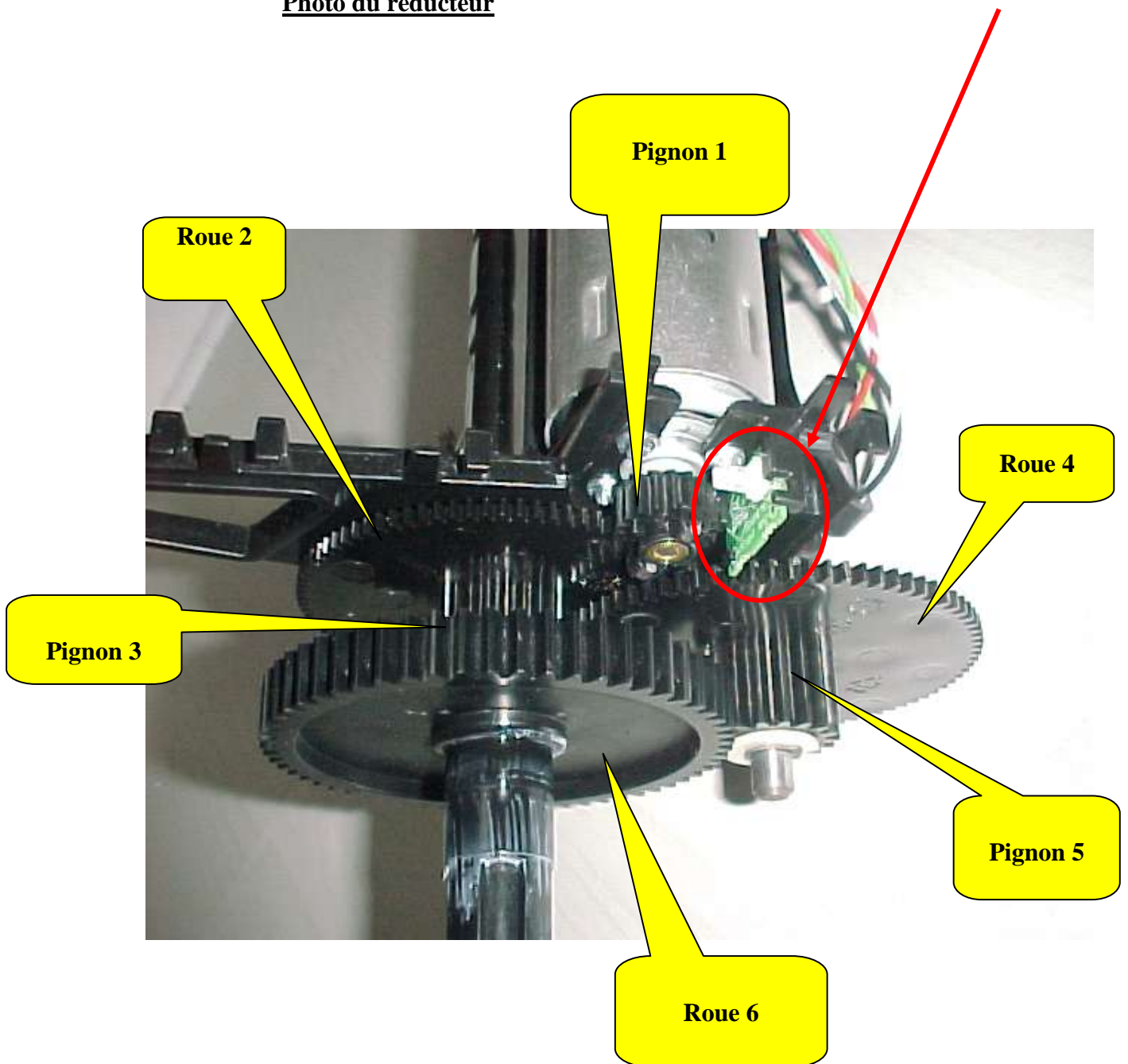
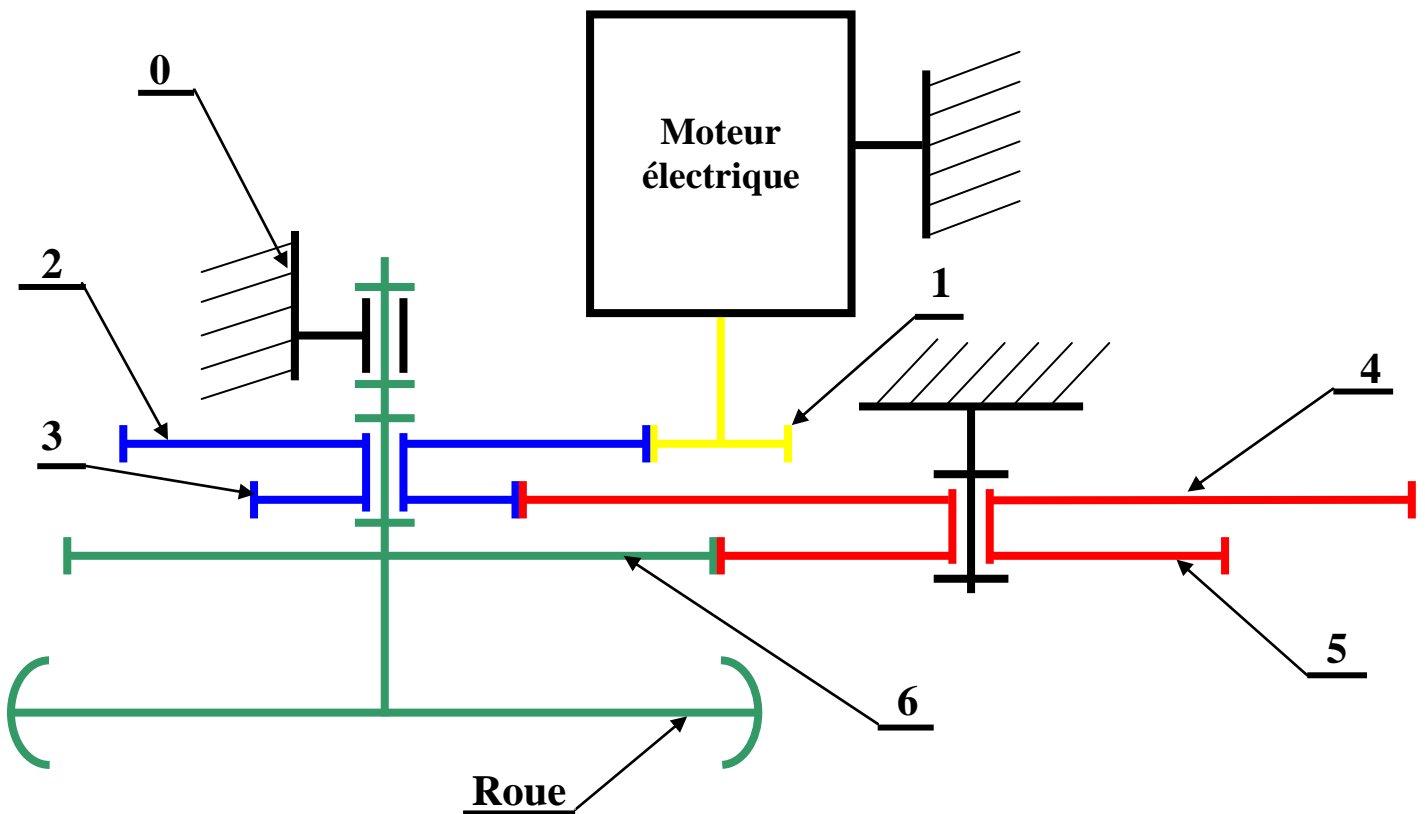


Schéma cinématique minimal:



(Ø de la roue : 240 mm)

$$r1 = Z1/Z2 = 0.207$$

$$r2 = Z3/Z4 = 0.268$$

$$r3 = Z5/Z6 = 0.3$$

Rapport de réduction global = $r1 \times r2 \times r3 = 0,0166428$ (environ 1/60)

Caractéristiques des engrenages

	Nombre de dents Z	Module m	Diamètre primitif d
Pignon 1	18	1.25	22.5
Roue 2	87	1.25	108.75
Pignon 3	22	1.5	33
Roue 4	82	1.5	123
Pignon 5	18	2	36
Roue 6	60	2	120

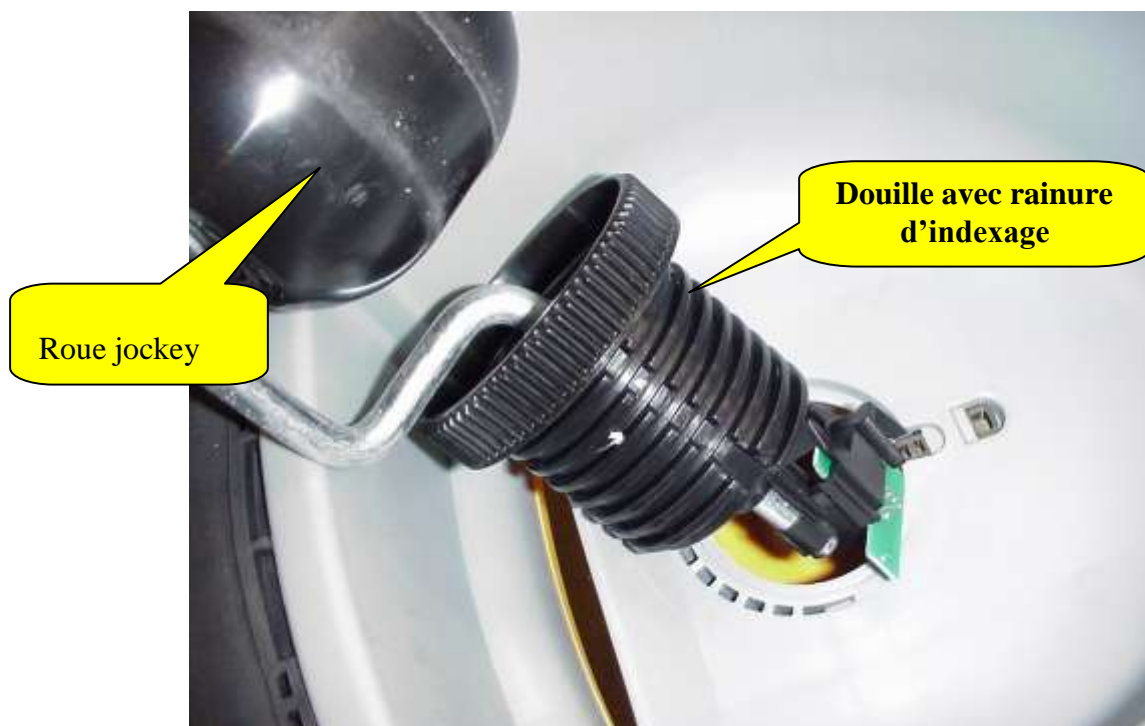
3.1.4. Description et rôle de la roue avant (roue “jockey”)

La roue avant est une roue pivotant librement autour d’un axe vertical. Elle peut également translater le long de cet axe (liaison pivot glissant) lorsque la tondeuse est soulevée ce qui interrompt l’alimentation des moteurs de coupe assurant ainsi une sécurité de fonctionnement.

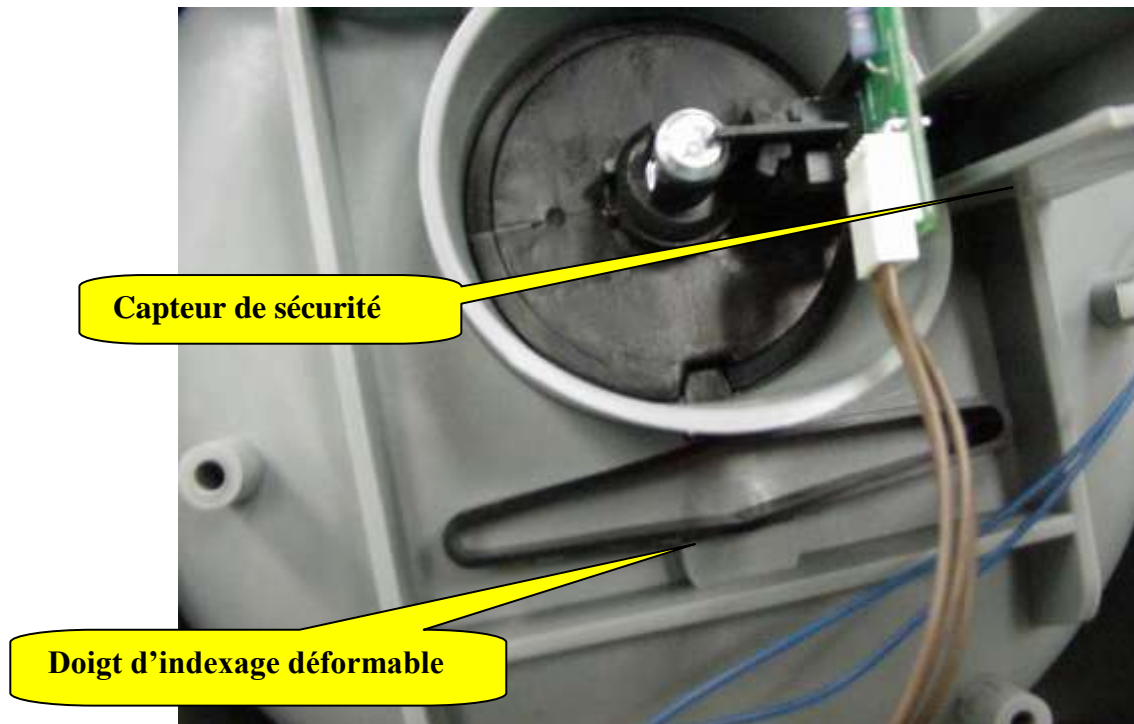
Le guidage de cette roue jockey est placé dans une douille en liaison glissière hélicoïdale indexée avec le châssis de la tondeuse ce qui permet en vissant et en dévissant cette douille d’obtenir une hauteur de coupe réglable (6 hauteurs de coupe possibles de 20 à 76mm par plage de 6mm). Ces hauteurs de coupe sont à combiner avec le réglage de la hauteur du berceau des roues arrières motrices pour obtenir la hauteur de coupe désirée (3 réglages possibles par plage de 15mm).

Photos de la roue jockey

Vue extérieure



Vue intérieure



3.1.5. Système de coupe

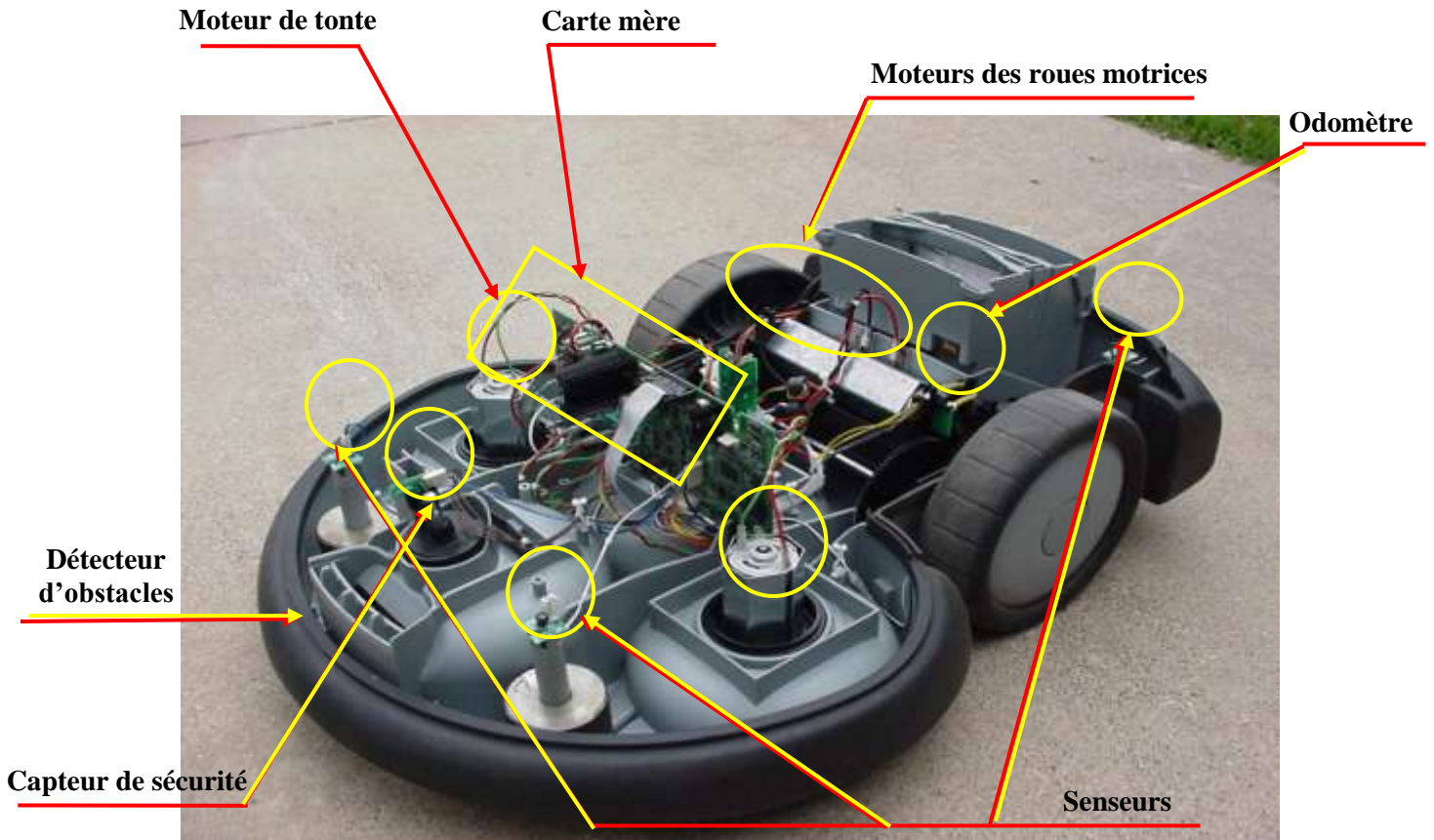
Le système de coupe de la tondeuse robot est constitué de 3 lames motorisées de manière indépendante dont les surfaces de travail se complètent pour obtenir une largeur de coupe de **56cm**, ce qui donne une largeur de coupe supérieure à celles proposées par les tondeuses de la même catégorie.

Les moteurs entraînant chacune des trois lames sont les mêmes que ceux utilisés pour les roues motrices (voir caractéristiques de ces moteurs au chapitre 3.1.2.).

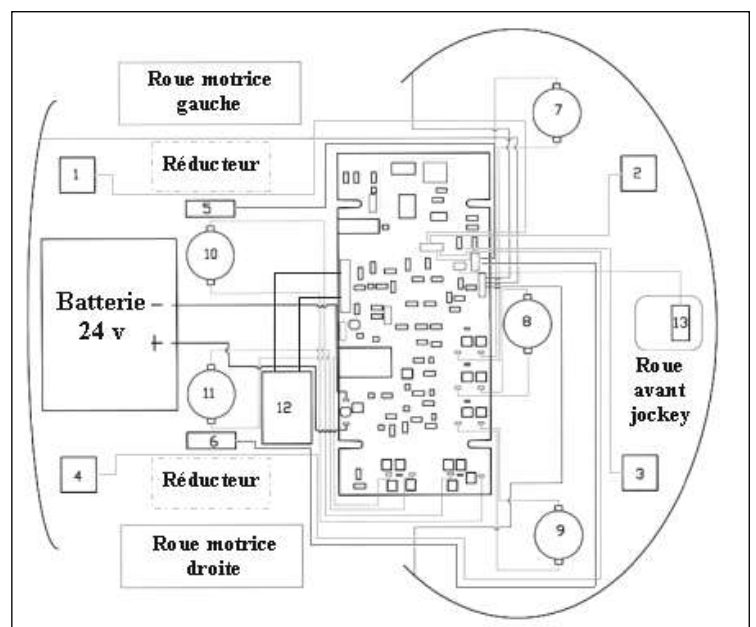
Des photos de l'intérieur de la tondeuse et de la vue de dessous extérieure permettent de voir d'une part, l'implantation des moteurs sur la coque, et d'autre part le système de clipsage des lames permettant un démontage rapide afin de changer ou d'affûter les lames.

Remarquer sur la vue de dessous extérieure la forme particulière (sphérique) des logements des lames facilitant le brassage et le broyage de l'herbe coupée (mulching). Ce procédé permet d'éviter de ramasser l'herbe coupée tout en assurant un bon engrais naturel pour la pelouse.

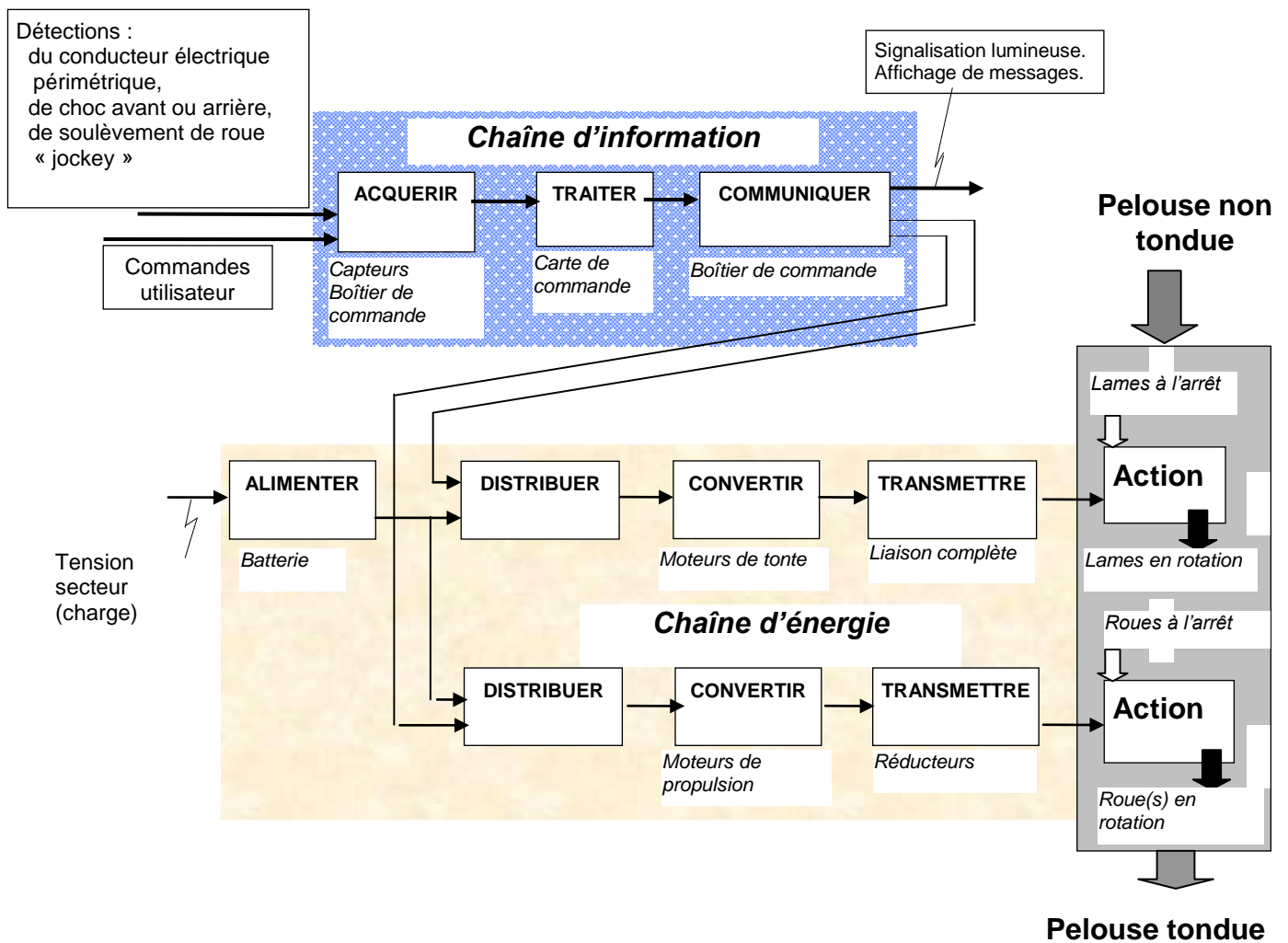
Vue intérieure de la tondeuse



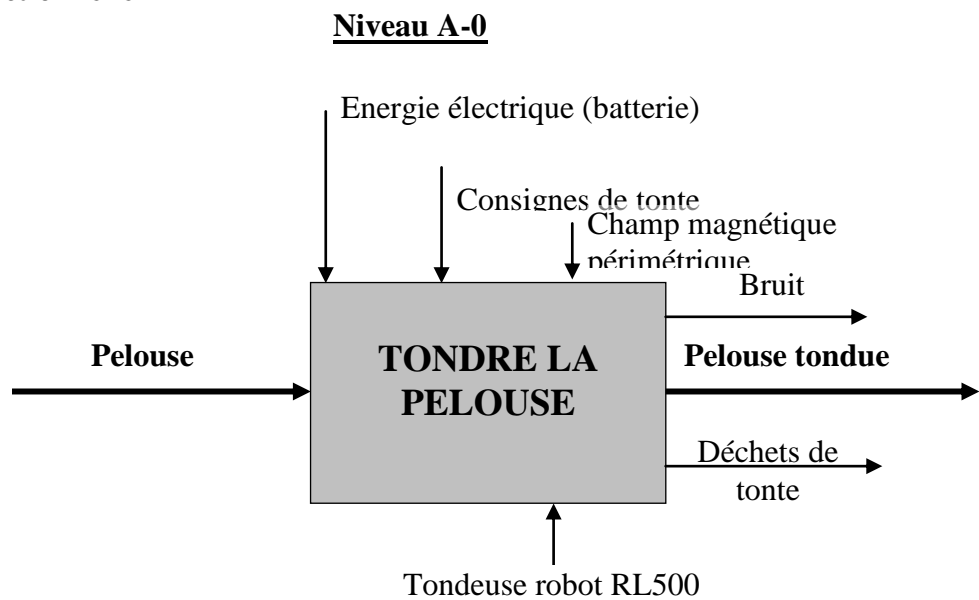
- | | | |
|---------------------------------|---|--|
| Détection du champ magnétique | { | 1 : senseur arrière gauche |
| | | 2 : senseur avant gauche |
| | | 3 : senseur avant droit |
| | | 4 : senseur arrière droit |
| Fréquence de rotation des roues | { | 5 : capteur de l'odomètre gauche |
| | | 6 : capteur de l'odomètre droit |
| | | 7 : moteur de tonte gauche |
| | | 8 : moteur de tonte central |
| | | 9 : moteur de tonte droit |
| | | 10 : moteur d'avance gauche |
| | | 11 : moteur d'avance droit |
| | | 12 : connecteur du boîtier de commande |
| | | 13 : capteur de sécurité de la roue avant jockey |



3.2. Modélisation des chaînes d'énergie et d'information



3.3. Analyse fonctionnelle



4. PRESENTATION DE LA SOLUTION DIDACTISEE

4.1. Berceau didactisé

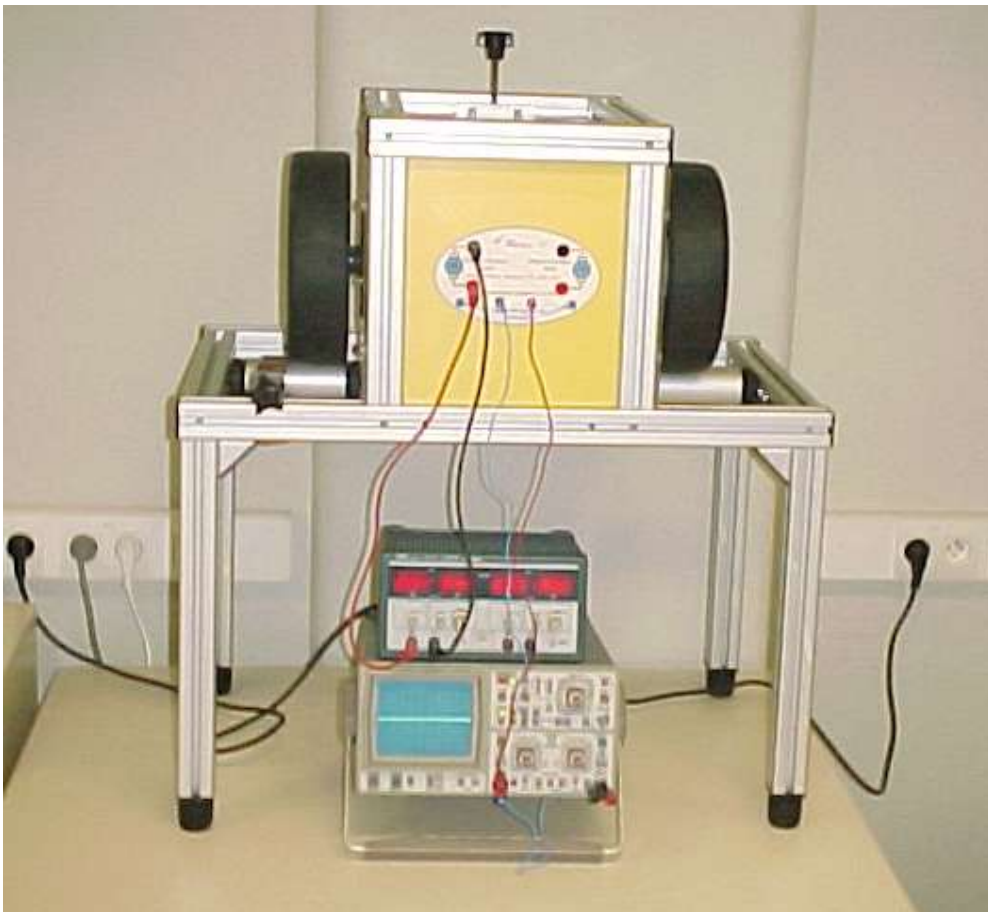
Le berceau de la tondeuse comportant la transmission de puissance des deux roues motrices (moteur + réducteur + capteur + roue) est vendu en option.

Les moteurs peuvent être commandés par la même carte de commande que celle décrite précédemment ou directement par une alimentation stabilisée 24 Volts.

Ce berceau est également placé sur un support permettant de régler le couple résistant et d'observer par la transparence de ses carters l'architecture interne de la tondeuse.

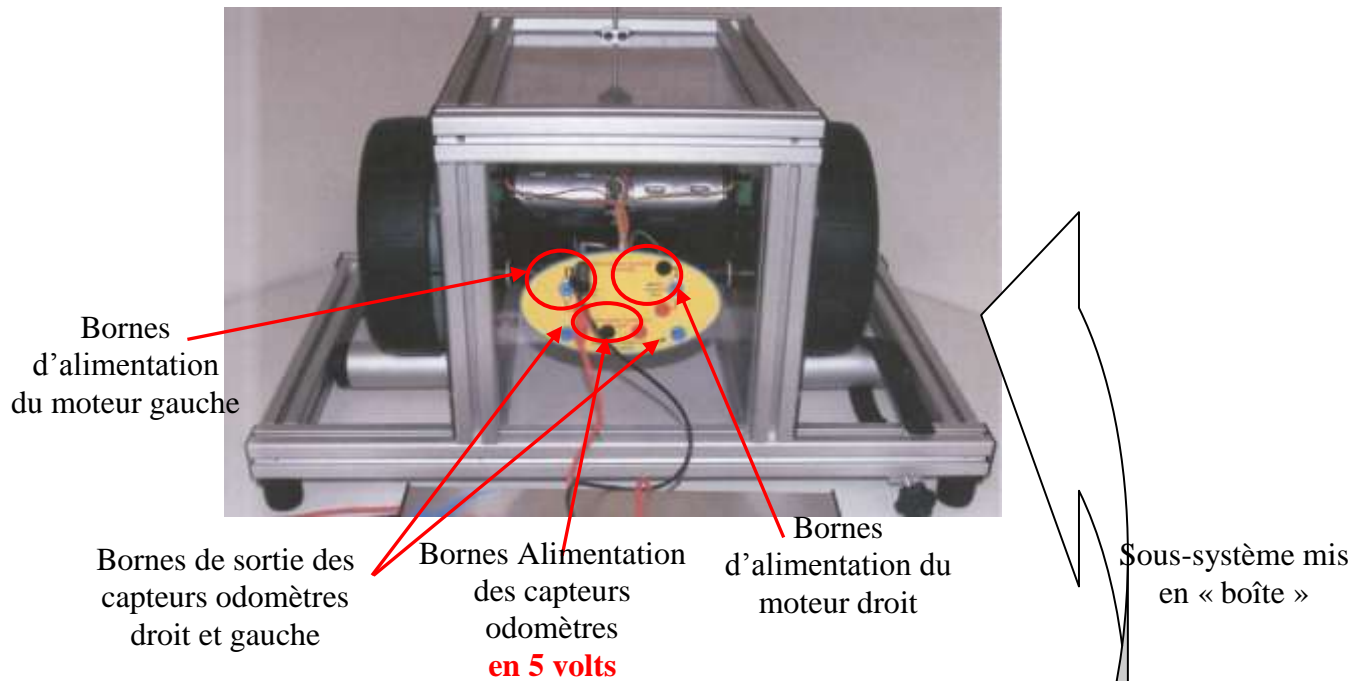
Ce sous-système permet de travailler sur la transmission de puissance, la cinématique, la commande des moteurs à courant continu et l'étude du signal du capteur de l'odomètre.

Il permet également d'étudier le réglage de la hauteur de coupe par le déplacement du berceau par rapport au châssis.

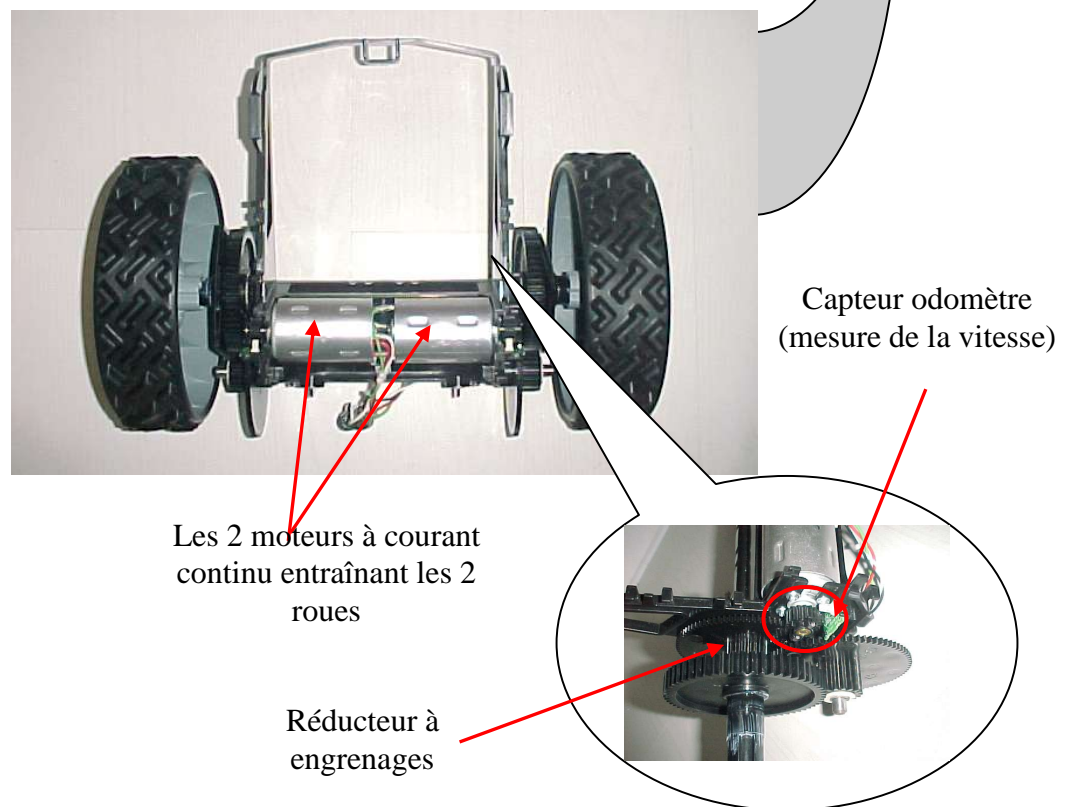


4.2. Détails du berceau didactisé

Maquette pédagogique berceau



Berceau de la tondeuse

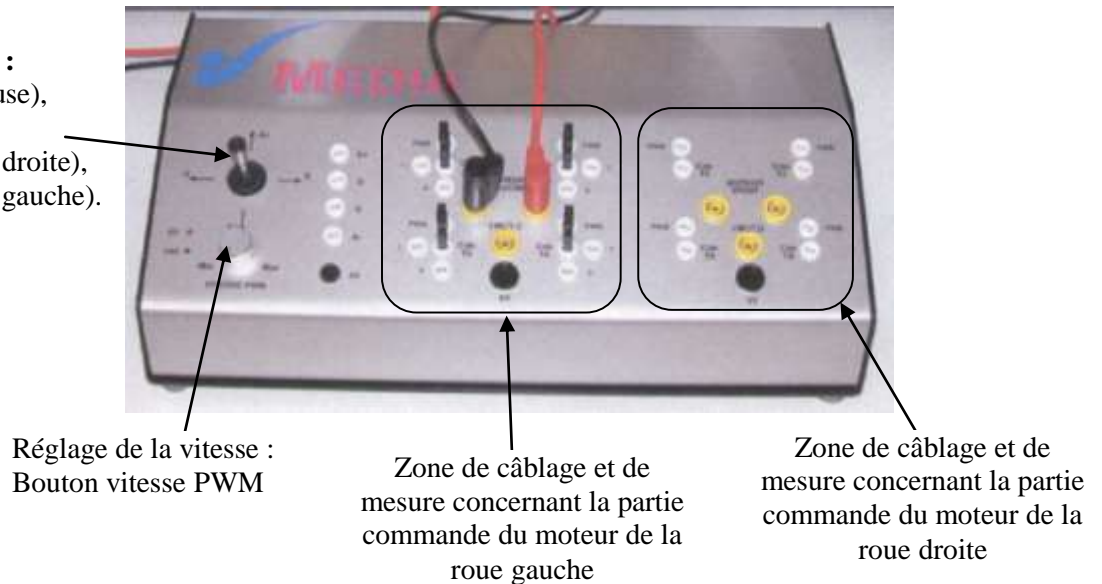


5. Présentation de la maquette de commande (ponts en H) des moteurs de roues

5.1. Présentation globale

Joystick à actionner vers :

- ⇒ Av (avance de la tondeuse),
- ⇒ Ar (marche arrière),
- ⇒ D (la tondeuse tourne à droite),
- ⇒ G (la tondeuse tourne à gauche).

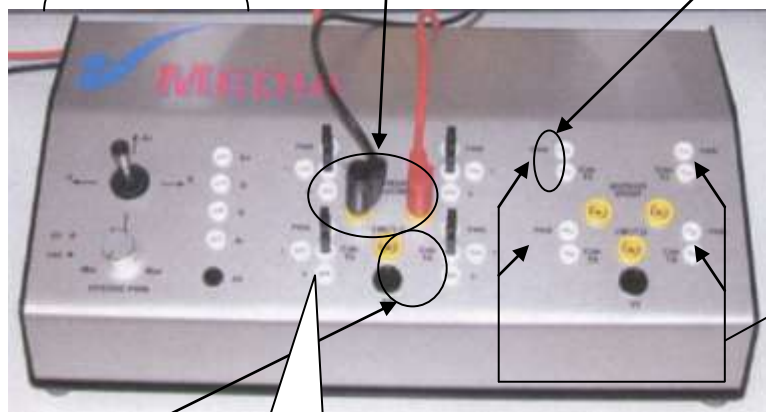


5.2. Présentation plus détaillée

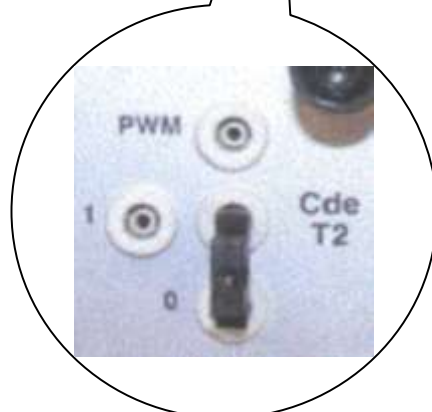
Alimentation de la maquette en 24V sur la partie arrière

Bornes d'alimentation du moteur gauche

Cde T5 : commande du transistor T5 (exemple)
⇒ Borne du haut (sortie de la commande en PWM)
⇒ Borne du bas (commande de l'interrupteur T5)



Tension image du courant moteur gauche



En ce qui concerne la commande du moteur gauche, on a plusieurs possibilités de câblage pour la commande des interrupteurs statiques du pont en H :

- si on relie par un cavalier Cde T2 à 0, l'interrupteur T2 sera ouvert (voir image),
- si on relie Cde T2 à 1, T2 sera fermé,
- si on relie Cde T2 à PWM, l'interrupteur T2 sera fermé périodiquement (commande hachée pour faire varier la vitesse du moteur).