

Un TP qui vous la coupe

DAVID RAVIART^[1]

En travaux pratiques de classe scientifique option Science de l'ingénieur, l'utilisation de produits pluritechniques, intégrant mécanique, électronique et électrotechnique, permet de comprendre l'interaction entre ces différents domaines, d'intervenir sur toutes leurs phases de conception ou de réalisation, et d'étudier la chaîne d'information ou celle d'énergie. Nous présentons ici un TP, utilisant le logiciel Meca3D sous SolidWorks, mettant en œuvre l'un de ces produits, une tondeuse robotisée.



1 La tondeuse robotisée

Le thème

La tondeuse robotisée RL500 **1** permet la tonte en autonomie complète d'une pelouse. La surface maximale de la zone de tonte avoisine les 250 m²; pour une surface supérieure, plusieurs zones de tonte peuvent être définies. Chacune d'entre elles est délimitée par un fil électrique périphérique tendu à même le sol et alimenté par un boîtier électronique, le commutateur de périmètre, dont la mise en service permet l'établissement d'un champ magnétique reconnaissable par la tondeuse **2**.



2 La zone délimitée

Mots-clés

analyse mécanique, lycée technologique, prébac, produit pluritechnique, travaux pratiques

Les zones interdites à la tonte (parterre de fleurs, piscine, bassin...) sont également délimitées par un champ magnétique. Quant aux obstacles pleins (arbre, mur...), la tondeuse les évite grâce à des détecteurs intégrés aux pare-chocs.

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

La problématique

La hauteur de tonte doit être réglable en fonction du désir de l'utilisateur. Il faut donc que la tondeuse permette facilement et rapidement ce réglage. Nous allons donc étudier à l'aide de maquettes numériques et de la tondeuse les deux systèmes de réglage (à l'avant et à l'arrière), et comparer les valeurs réelles de hauteur de tonte avec celles annoncées par le constructeur. Les élèves utiliseront la tondeuse pour réaliser certaines vérifications et le modèleur 3D SolidWorks associé à Meca3D pour valider les propositions du constructeur fournies dans le cahier des charges.

La fiche pédagogique du TP est fournie en annexe 1.

Le TP

Le déroulement des différentes investigations menées au cours du TP sera celui donné en **3**.

La mise en situation

Dans le dossier interactif de la tondeuse, l'élève clique successivement sur le texte « Boîtier de commande » puis sur « Vidéo utilisation », et visualise à l'aide d'une vidéo le fonctionnement des réglages avant et arrière de la hauteur de tonte **4** (les chaînes d'information et d'énergie sont données en annexe 2).

Les solutions techniques constatées

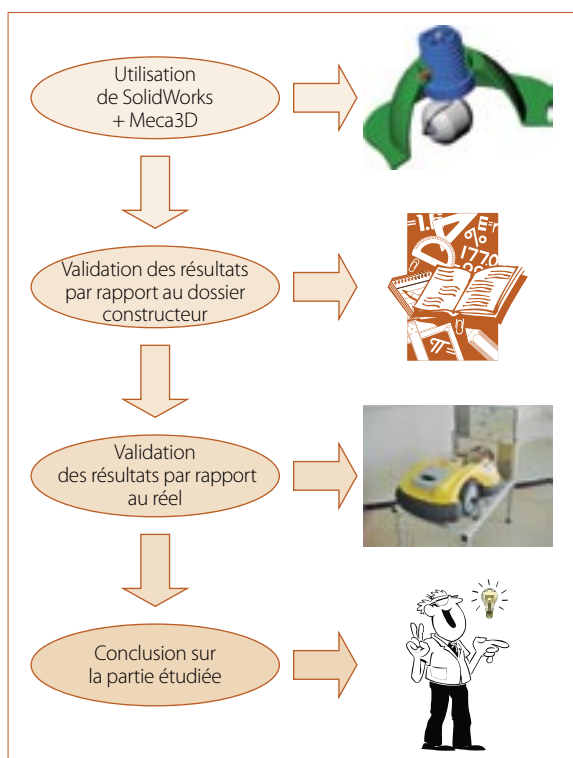
L'élève explique succinctement les solutions techniques observées qui permettent d'effectuer ces deux réglages sur la maquette numérique Meca3D SolidWorks **5**.

Ensuite, il effectue ces réglages sur la tondeuse elle-même (enlevée de son support) afin d'en bien comprendre le fonctionnement.

La conformité des résultats

L'élève recherche dans le guide de l'utilisateur fourni par le constructeur les dimensions caractéristiques de

^[1] Docteur en automatique, professeur agrégé de génie mécanique au lycée César-Baggio de Lille (59).
Courriel : Raviart.david@club-internet.fr



3 Le déroulement du TP



4 La vidéo

ces deux réglages (voir « Le FAST partiel de la fonction principale » en annexe 3) :

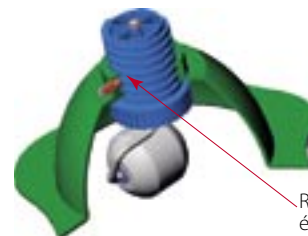
- Réglage roue avant : 6 positions permettant chacune 6 mm de réglage
- Réglage roues arrière : 3 positions permettant chacune 15 mm de réglage

La validation des résultats

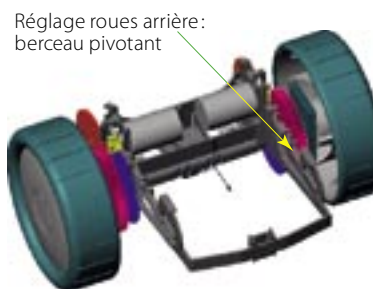
Réglage avant

Sous SolidWorks, l'élève ouvre le fichier « roue_jockey.sldasm » ; il doit obtenir la maquette numérique du réglage de la roue avant **6**.

Sous Meca3D, il effectue ensuite le « calcul mécanique » sans changer les paramètres déjà insérés, et il observe le mouvement obtenu **7**.

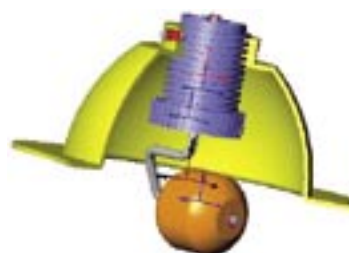


Réglage roue avant : écrou fileté et indexé à chaque tour

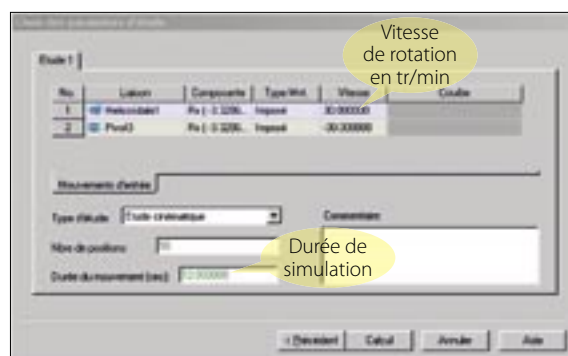


Réglage roues arrière : berceau pivotant

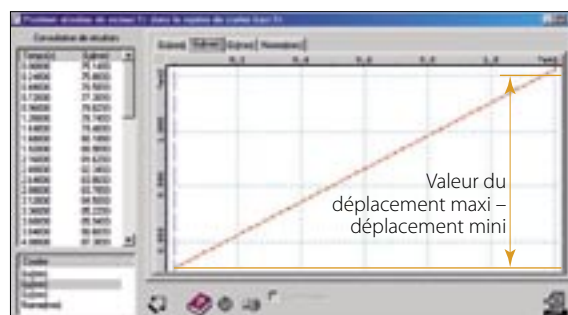
5 Les solutions techniques



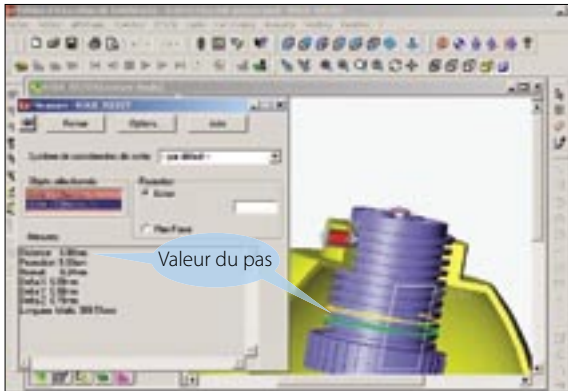
6 La maquette numérique



7 Les résultats du calcul mécanique



8 La courbe de déplacement



9 La mesure virtuelle

On lui demande de donner, à l'aide de la courbe appropriée, la valeur du déplacement vertical maximal de l'écrou par rapport au carter bas **8**.

Grâce aux données d'entrée du module de calcul mécanique, l'élève calcule le nombre de tours effectués par l'écrou :

$$30 \text{ tr/min} = 0,5 \text{ tr/s}$$

$$0,5 \text{ (tr/s)} / 12 \text{ (s)} = 6 \text{ tours}$$

Il déduit ensuite le pas de l'écrou de la maquette numérique en utilisant les outils SolidWorks (« Mesurer ») **9** :

Déplacement vertical de l'écrou :

$$6 \text{ (tours)} \times 6 \text{ (pas)} = 36 \text{ mm}$$

Pas de l'écrou : **6 mm**

Puis il compare le résultat aux données du constructeur (en annexe 3). Elles sont identiques aux valeurs trouvées, la maquette numérique est donc conforme à la réalité.

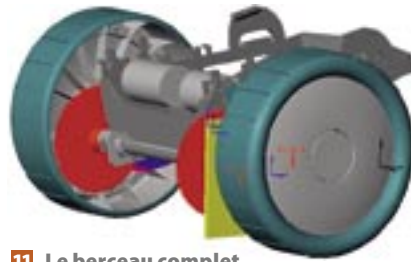
Après avoir recherché des informations dans le dossier constructeur et plus particulièrement dans le diagramme FAST, l'élève valide ses résultats sur le produit réel en utilisant des instruments de mesure conventionnels **10**.

Réglage arrière

Sous SolidWorks, l'élève ouvre le fichier « berceau complet » **11** dans le dossier « réglage hauteur arrière » ; il doit obtenir la maquette numérique permettant d'étudier le réglage de la hauteur du berceau.



10 La validation des résultats



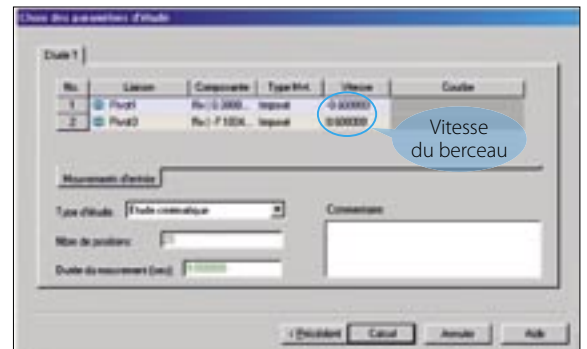
11 Le berceau complet



12 Le châssis

Après avoir caché le composant « roue » (celle au premier plan) situé dans le sous-ensemble « berceau + chaînes cinématiques », il choisit la vue normale de la surface principale du composant « châssis tondeuse », qu'il place horizontalement **12**.

On lui demande d'effectuer, sous Meca3D, le calcul mécanique sans changer les paramètres déjà insérés et d'observer le mouvement obtenu **13**.



13 Les résultats

À l'aide de la courbe appropriée, il donne la valeur du déplacement vertical de la roue par rapport au châssis de la tondeuse **14**. Le déplacement vertical du palier correspond au déplacement vertical de la roue, leurs deux axes étant confondus, c'est-à-dire **43,5 mm**.



Position mini



Position maxi

14 La simulation

L'élève compare cette valeur aux données du constructeur : trois réglages d'environ 15 mm chacun, ce qui fait 45 mm de réglage. La valeur trouvée en est très proche, la maquette numérique du berceau est donc fiable.

Enfin, l'élève valide ses résultats sur le produit réel en utilisant des instruments de mesure conventionnels **15**.

ANNEXE 1

La fiche pédagogique

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Matériel	TONDEUSE ROBOT RL500	Filière	S-S I
Domaine d'appartenance	Produit grand public	Niveau	Terminale S-SI

Axes d'activités mis en œuvre par le TP

	EXT.	INT.	
L'analyse fonctionnelle (AF)			
La chaîne d'information (I)			
La chaîne d'énergie (E)			
La représentation et schématisation (R)			Utilisation d'un logiciel de CAO pour l'analyse de solutions

DONNÉES PÉDAGOGIQUES

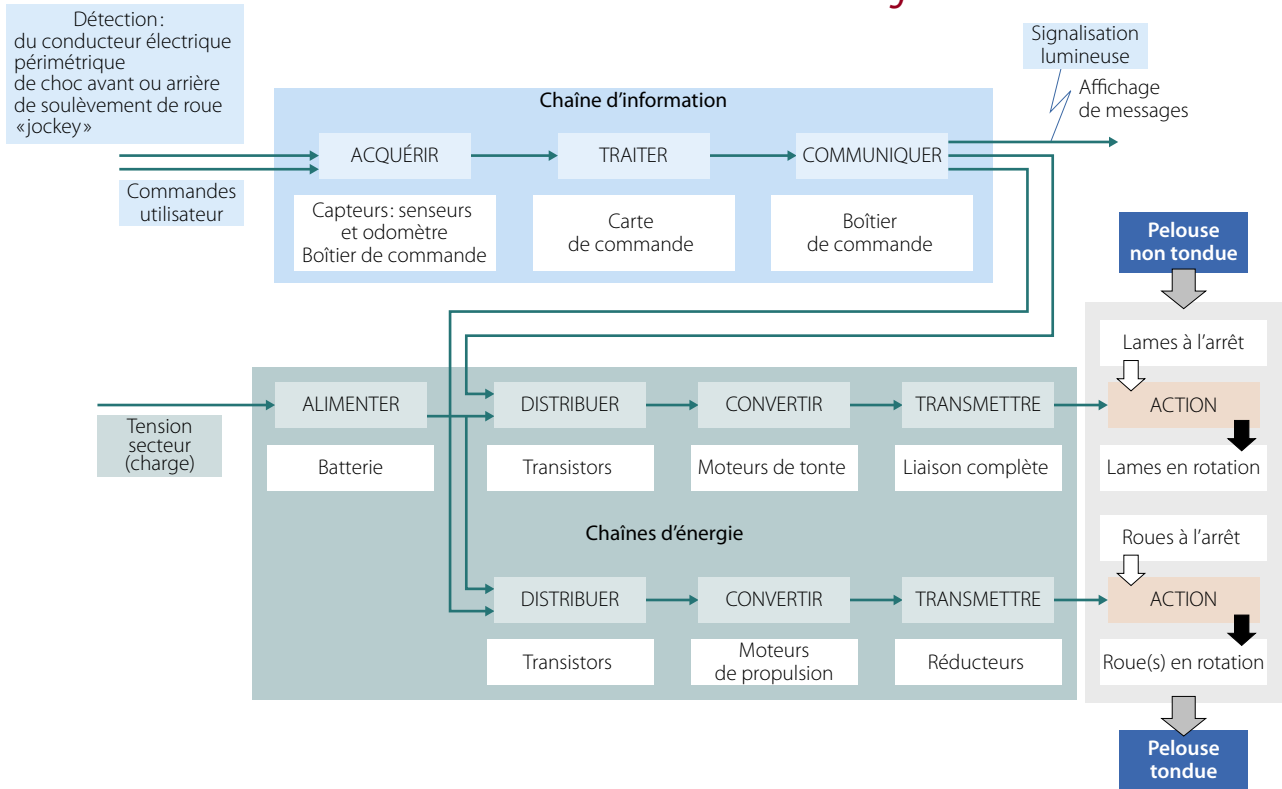
Centre d'intérêt	CI2 – REPRÉSENTATION ET SCHÉMATISATION		
Objectif(s) pédagogique(s) visé(s)	Étudier les solutions constructives Rechercher à l'aide du logiciel de CAO les valeurs des réglages possibles		
Compétence(s) issue(s) du programme officiel	Identifier les différentes pièces constituant l'assemblage Analyser morphologiquement les pièces et identifier les volumes élémentaires et les paramètres associés		
Savoir et savoir-faire associés Niveau taxonomique visé :	D2 – Représentation du réel		
1	2	3	
Prérequis (savoir et savoir-faire) Niveau taxonomique nécessaire :	Utiliser les fonctions de base des logiciels SolidWorks et Meca3D		
1	2	3	
Conditions de réalisation			
Durée du TP	2 heures	Nombre d'élèves	1
Degré d'autonomie	Utilisation des documentations SolidWorks et Meca3D		
Critères et modalités d'évaluation liés aux objectifs pédagogiques	TP formatif : vérifier si la démarche d'utilisation des logiciels est rigoureuse, apporter une aide ponctuelle si le temps passé à répondre à l'un des objectifs du TP est trop important		

DONNÉES TECHNIQUES

Énoncé du problème technique à résoudre	Permettre le réglage de la taille de tonte
Questions associées à la résolution du problème	Utiliser un logiciel de CAO pour simuler le déplacement des pièces permettant le réglage Mesurer à l'aide du logiciel le déplacement des pièces de réglage, vérifier sur la tondeuse
Documents du dossier technique à utiliser	Parties du dossier technique sur le berceau des roues motrices et sur la roue « jockey » Notices d'utilisation des logiciels
Environnement matériel et logiciel nécessaire	Tondeuse robot RL500 Ordinateur et logiciels SolidWorks et Meca3D Fichiers «berceau complet.sldasm» et «roue jockey.sldasm »

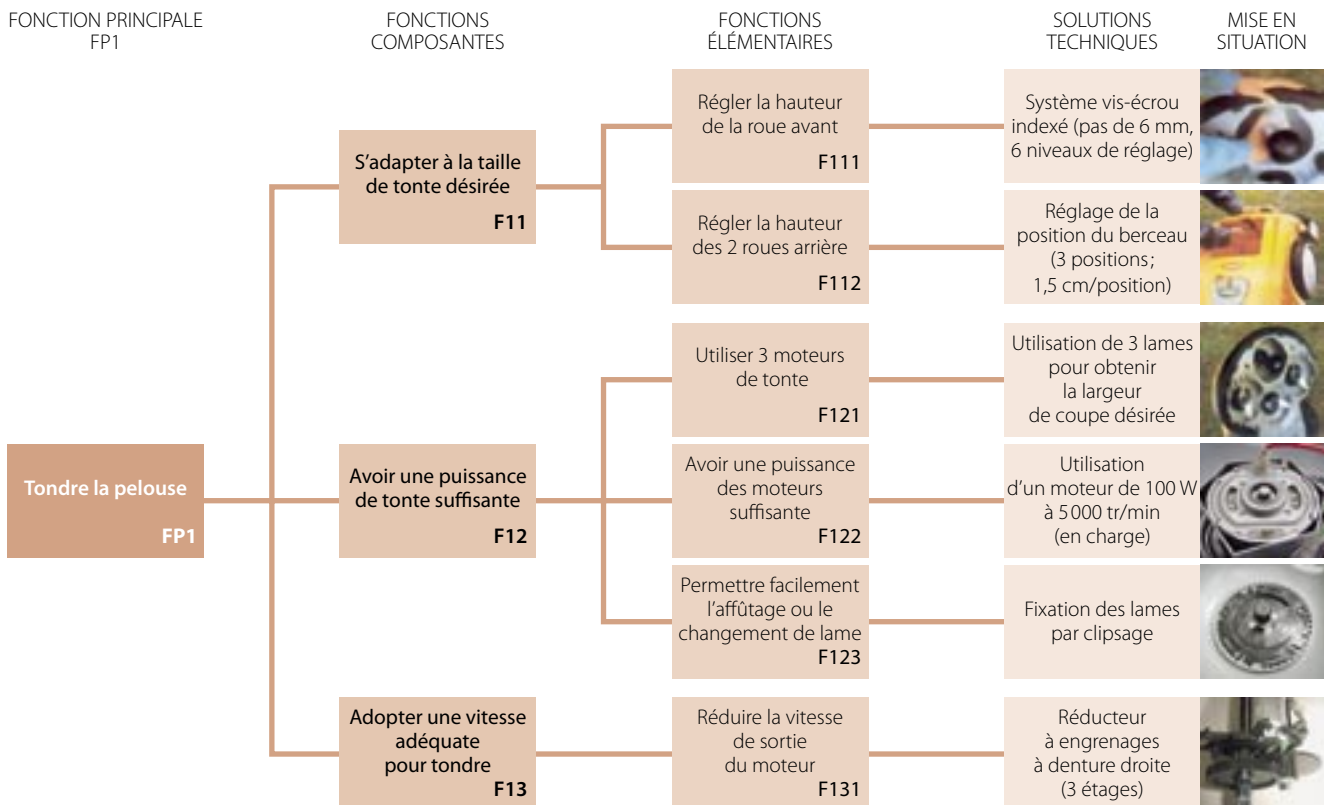
ANNEXE 2

Les chaînes d'information et d'énergie



ANNEXE 3

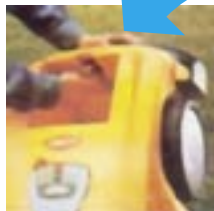
Le FAST partiel de la fonction principale



Le bilan du TP

Ce produit, novateur mais d'usage courant, intègre à la fois de la mécanique, de l'électronique et de l'électrotechnique, ce qui permet aux élèves d'aborder les différentes facettes de leur formation et de valider de nombreux centres d'intérêt. Par l'approche pédagogique mise en œuvre dans ce TP, ils peuvent comparer une étude théorique, réalisée avec un modèleur 3D et un logiciel de mécanique, aux données du constructeur et au produit réel. D'autres TP peuvent être développés autour de ce produit pluritechnique, concernant entre autres :

- L'analyse fonctionnelle
- L'étude de la chaîne cinématique
- La programmation d'un microcontrôleur
- L'étude des liaisons
- L'étude de transmission de puissance par engrenages ■



15 La validation des résultats