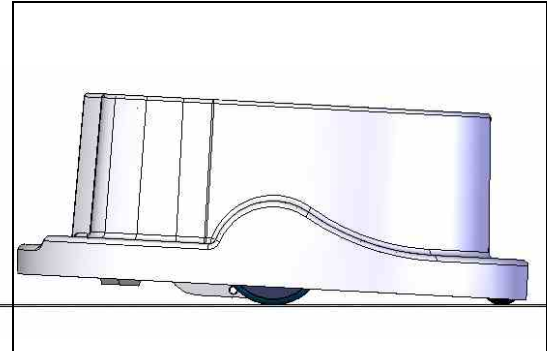


Noms : _____
 Prénoms : _____
 Classe : _____
 Date : _____



Note : /20

Problématique

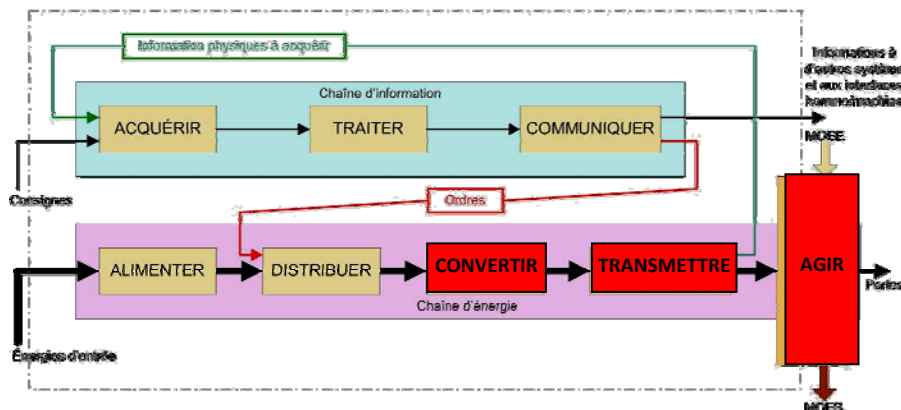
Le pilotage du robot se fait par la commande des moteurs de chacune des roues. Si les moteurs tournent à la même vitesse, le robot avancera suivant une ligne. Si les moteurs fonctionnent à deux vitesses différentes, le robot tournera. L'objectif de cette étude est d'exprimer le rayon de courbure pris par le robot en fonction des vitesses de chacun des moteurs. Cette approche permet à terme de programmer les vitesses des moteurs en fonction de la courbure de la courbe à suivre.

Critères d'évaluation et barème

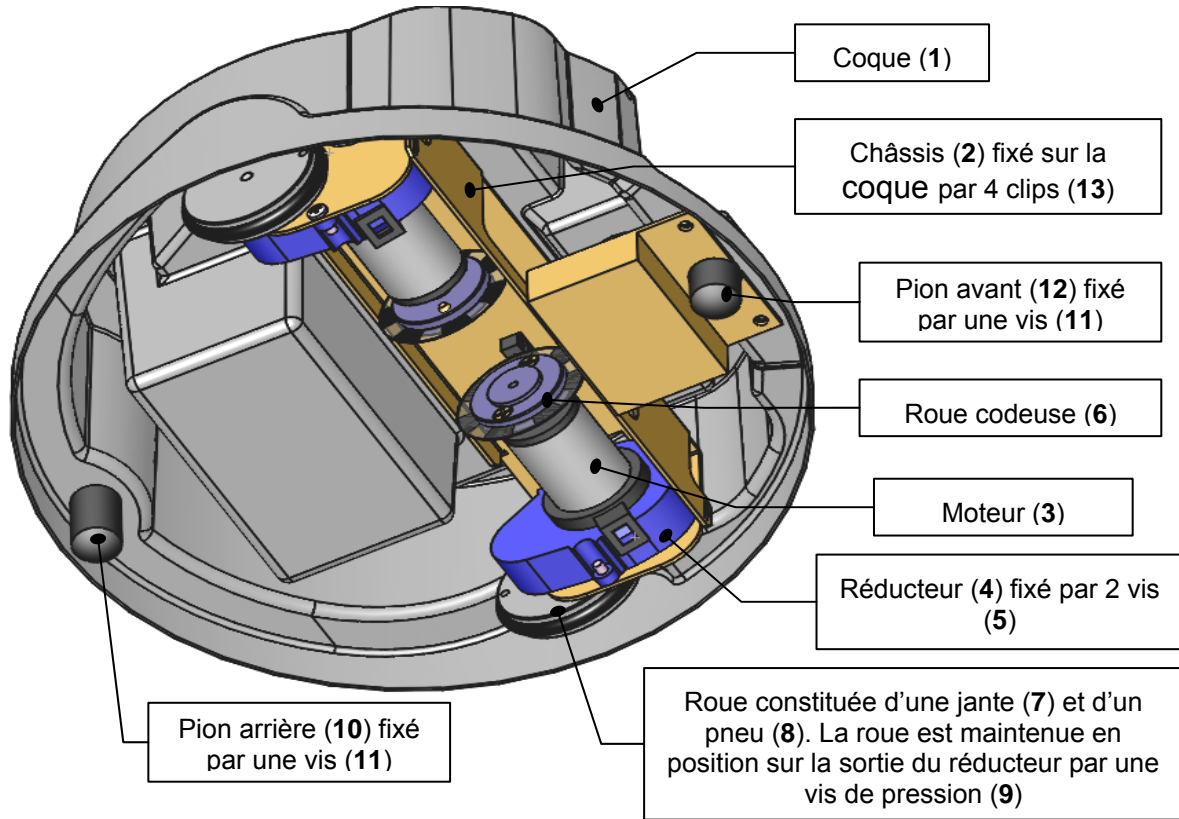
Autonomie et quantité de travail	/3
Maîtrise orale du sujet	/2
Q1 : FAST	/1.5
Q2, Q3 et Q4 : Vitesse du robot en ligne droite	/1.5
Q5 et Q6 : Répartition des vitesses	/1
Q7 : Détermination du CIR et tracé de la trajectoire du point O	/1.5
Q8 : Expression littérale des vitesses des roues gauche et droite	/1
Q9 : Rapport $R = V_d/V_g$	/1.5
Q10 : Expression littérale de V_o	/1
Q11 : Tableau de conclusion	/2
Q12 et Q13 : Réalisation solidworks du pion et intégration dans l'assemblage	/2.5
Q14 : Modification du pion arrière	/1.5

Matériel nécessaire

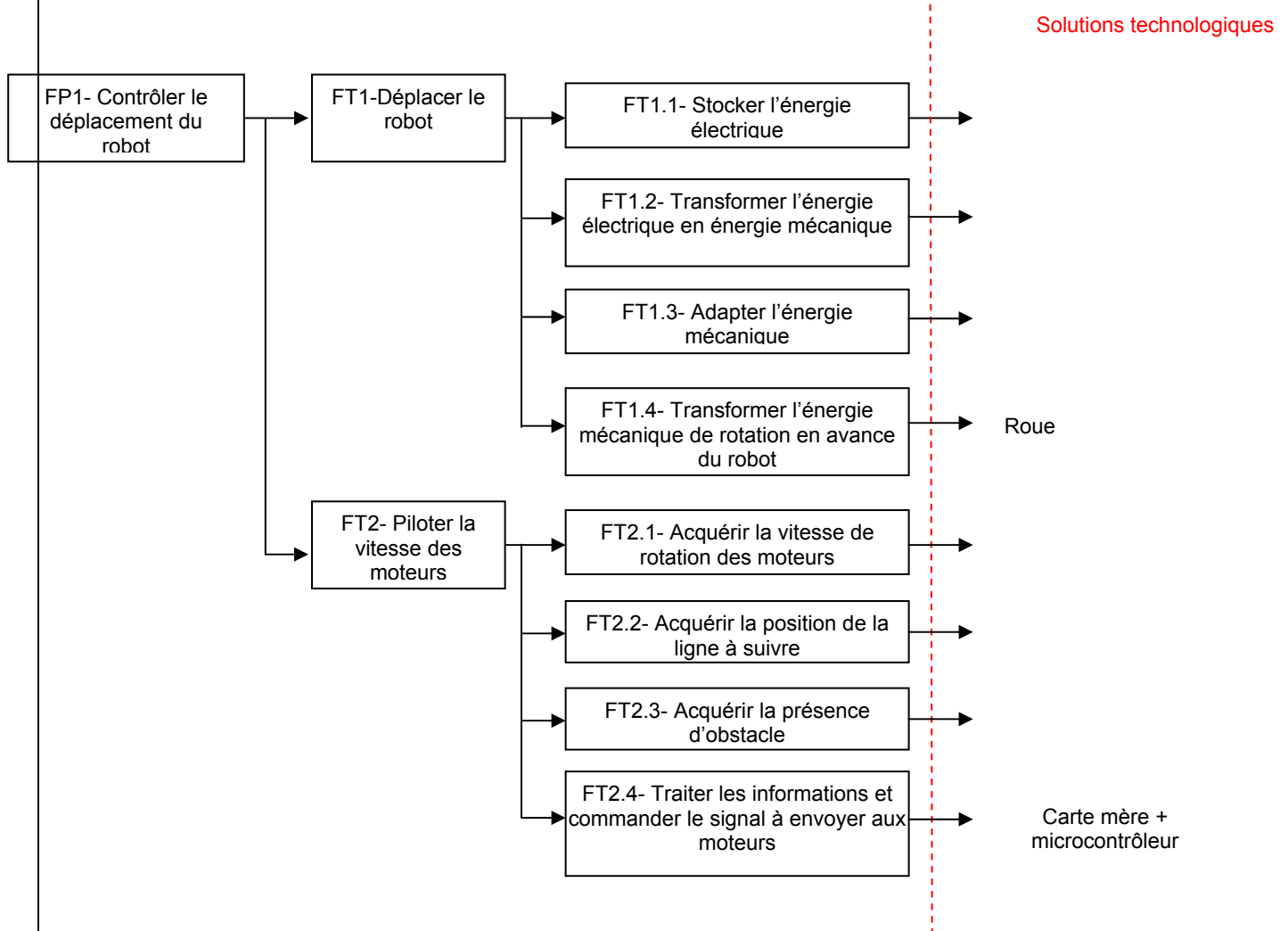
- Une présentation "Flash" du robot
- Le robot suiveur de ligne et sa maquette numérique.



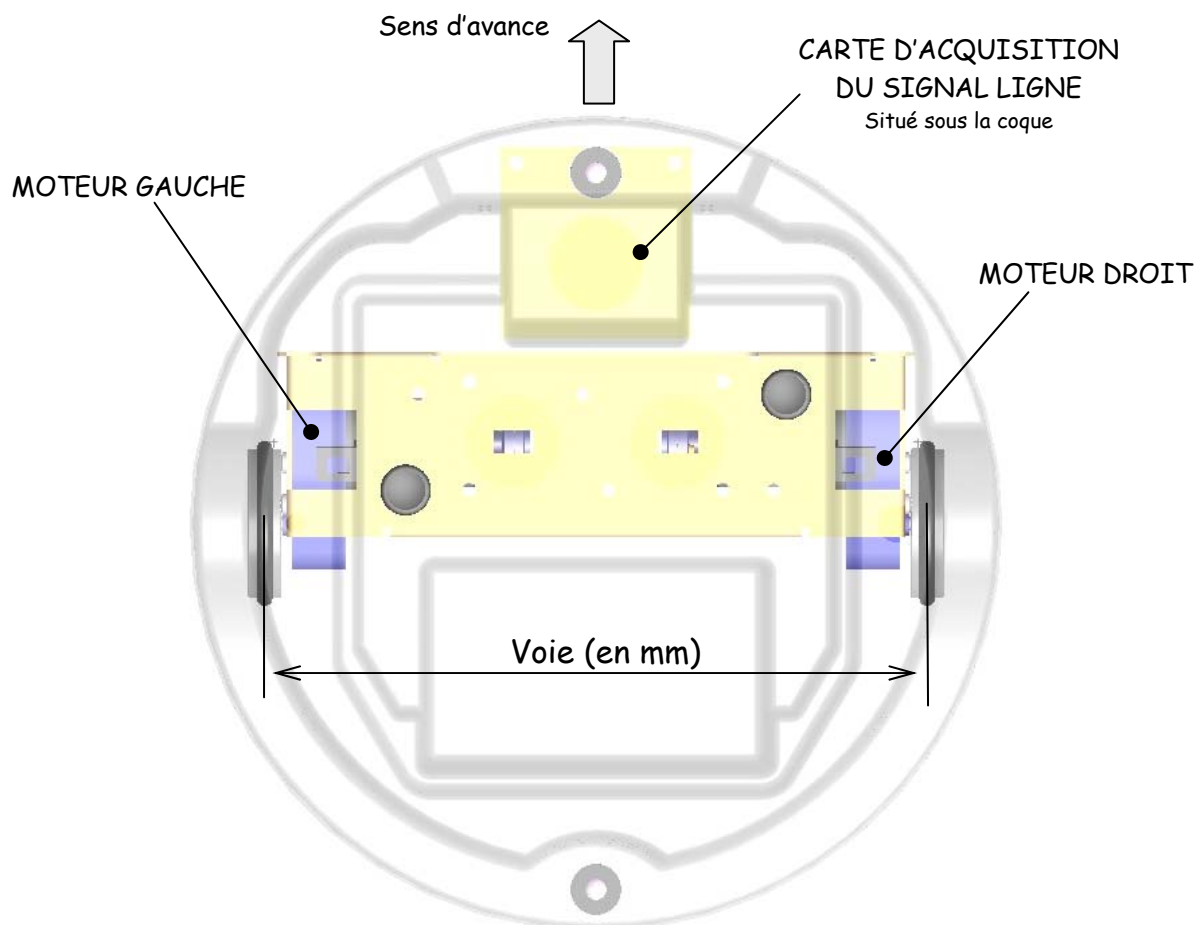
1. Fonctions techniques associées aux éléments constituant le robot



Q1/ Recenser les éléments du robot en complétant les solutions technologiques des différentes fonctions du FAST ci-dessous :



2. Comportement cinématique du robot



Hypothèses de l'étude :

- Le problème est plan : Tous les points du robot se déplacent dans des plans parallèles entre eux. Le basculement du robot est négligé.
- Les liaisons sont supposées parfaites et sans jeu.
- Les solides sont supposés indéformables.

Motoréducteur RC170 / W01



Spécifications techniques

Version	Rapport de réduction	Nombre d'étages	Rendement	Vitesse à vide en tr/mn	Vitesse en charge en tr/mn	Couple nominal en Nm	Courant nominal en A
12V/0008	8,3	2	0,81	660	303	0,084	0,68
12V/0012	12,5	4	0,66	440	202	0,1	0,68
12V/0016	16,7	4	0,66	330	152	0,14	0,68
12V/0025	25	4	0,66	220	101	0,21	0,68
12V/0050	50	4	0,66	110	50	0,41	0,68
12V/0083	83,3	4	0,66	66	37	0,55	0,64
12V/0125	125	6	0,53	44	27	0,6	0,59
12V/0250	250	6	0,53	22	17	0,72	0,4
12V/0500	500	6	0,53	11	9,7	0,75	0,25
12V/1000	1000	6	0,53	5,5	5,1	0,8	0,18
12V/5000	5000	8	0,43	1,1	1,1	0,8	0,12

Extrait du catalogue MDP

2-1) Détermination de la vitesse du robot en ligne droite :

Q2/ Sachant que le motoréducteur choisi est de référence **12V/0025**, donner la vitesse de rotation en sortie de motoréducteur si le robot est chargé. Exprimez ce résultat en radians par seconde.

$$\omega_{\text{roues/sol}} =$$

Q3/ Déterminer le diamètre des roues (avec le joint torique faisant office de pneu) soit en mesurant sur le robot soit en utilisant la documentation technique. Exprimez ce résultat en millimètres.

$$\varnothing_{\text{roues}} =$$

Q4/ Donnez alors la vitesse d'avance du robot en ligne droite si les moteurs sont alimentés en 12V, robot chargé. Exprimez cette vitesse en millimètres par seconde.

$$\text{Vitesse en ligne droite} =$$

2-2) Comportement du robot en ligne virage :

On fait tourner le robot à partir d'un déséquilibre des vitesses commandées aux moteurs. Si le moteur gauche tourne moins vite que le droit, le robot tourne à gauche et inversement.

Q5/ On impose une vitesse de rotation de 50 tours par minutes au moteur droit et une vitesse de 100 tours par minute à gauche. Calculer ci-dessous les vitesses des points G et D appartenant aux axes de rotation des roues gauche et droite. Vous les noterez V_g et V_d . Représenter ces vecteurs vitesses sur le document réponse DR1 Respectez l'échelle des vitesses.

$$V_g = \quad \text{mm.s}^{-1}$$

$$V_d = \quad \text{mm.s}^{-1}$$

Q6/ Tracez sur le document réponse la droite sur laquelle se trouve le centre instantané de rotation.

Q7/ En utilisant la propriété de répartition triangulaire des vitesses, déterminez la position du centre instantané de rotation que vous nommerez I. Dessinez alors la trajectoire du point O appartenant au robot par rapport au sol.

Q8/ Le rayon de courbure pris par le robot est la distance OI. Il sera noté R.

La voie du robot est notée "a".

Donnez l'expression littérale des vitesses V_g et V_d en fonction de R, a et $\omega_{\text{robot/sol}}$.

$$V_g =$$

$$V_d =$$

Q9/ Faites le rapport V_d/V_g . A partir de cette expression montrez que l'expression du rayon de courbure R est de la forme : $R = (a/2) \cdot (V_d+V_g)/(V_g-V_d)$

Q10/ Exprimez littéralement la vitesse du point O en fonction de V_g et V_d . Déterminer graphiquement cette vitesse.

$V_o =$

En virage, peut-on atteindre la vitesse de $300\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$?

Pour cette raison, la commande des moteurs ne peut pas se faire sous une tension continue de 12V : le cahier des charges stipule que **le centre du robot (point O) doit avancer à vitesse constante, en virage comme en ligne droite**. Une solution a alors été envisagée : Alimenter les moteurs grâce à un signal modulé. La tension reste de 12V mais est envoyée par pics dont on peut régler la durée. La tension moyenne devient inférieure à 12V et les moteurs tournent alors moins vite. Pour obtenir le virage du robot à vitesse constante, il conviendra d'accélérer un moteur tout en ralentissant l'autre.

Q11/ Mesurez la voie du robot en mm sur le mécanisme réel.
Complétez alors le tableau ci-dessous.

$a =$

Conclusion :

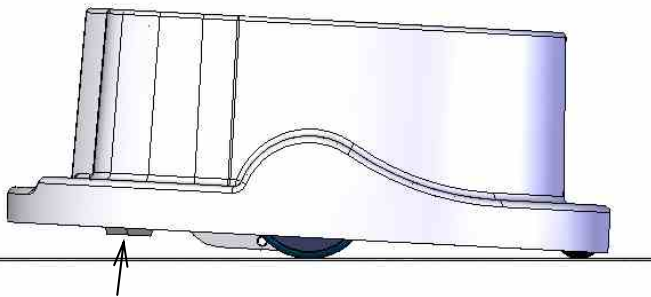
Cette étude met avant à partir d'une approche cinématique la commande qu'il faut imposer au moteur de façon à obtenir un comportement convenable. En fonction du signal issu de la carte d'acquisition de ligne, on peut commander le robot de différentes façons.

		$N_{\text{roue droite/sol}}$	V_d en mm/s	$N_{\text{roue gauche/sol}}$	V_g en mm/s	V_o en mm/s	Rayon de Courbure R
VIRAGE A DROITE	1	25 tours/minute		75 tours/minute			
	2	40 tours/minute					500mm
	3			55 tours/minute			1500mm
LIGNE DROITE	4	50 tours/minute		50 tours/minute			Infini (translation)
VIRAGE A GAUCHE	5	55 tours/minute					-1500mm
	6			40 tours/minute			-500mm
	7	75 tours/minute		25 tours/minute			

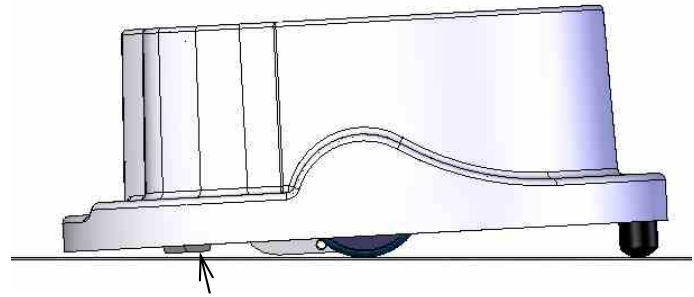
3. Réglage de la hauteur des optocoupleurs

Problématique :

Le robot est équipé d'une carte à l'avant dont la fonction est de détecter la ligne, par l'intermédiaire de trois optocoupleurs. Ces éléments ont une plage d'utilisation, ils ne doivent se situer ni trop loin ni trop près de la ligne à détecter. Les pions situés à l'avant et à l'arrière du robot permettent de limiter le basculement du robot et donc de garantir le bon positionnement des optocoupleurs. L'objectif de l'étude est de définir la dimension des pions avant et arrière, de façon à garantir un bon fonctionnement des optocoupleurs.



Optocoupleurs Pion arrière trop court

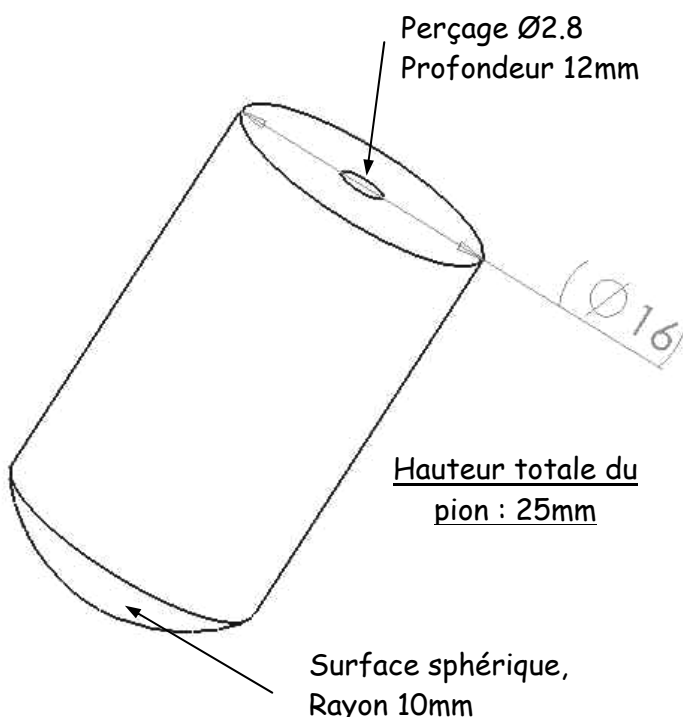


Optocoupleurs Pion arrière trop grand

3-1) Création et assemblage du pion arrière :

Les pions avant et arrière sont usinés dans une matière plastique appelée « Delrin » qui a un faible coefficient de frottement et favorise donc le glissement du pion sur le sol. De plus le « Delrin » est facilement usinable. Les pions sont obtenus par tournage. Le trou lisse $\varnothing 2.8$ permet l'accueil d'une vis auto-taraudable M3.

Q12/ Réalisez le pion suivant le croquis suivant. Consignez dans le tableau l'esquisse réalisée avec ses dimensions principales, ainsi que le nom de la fonction utilisée.



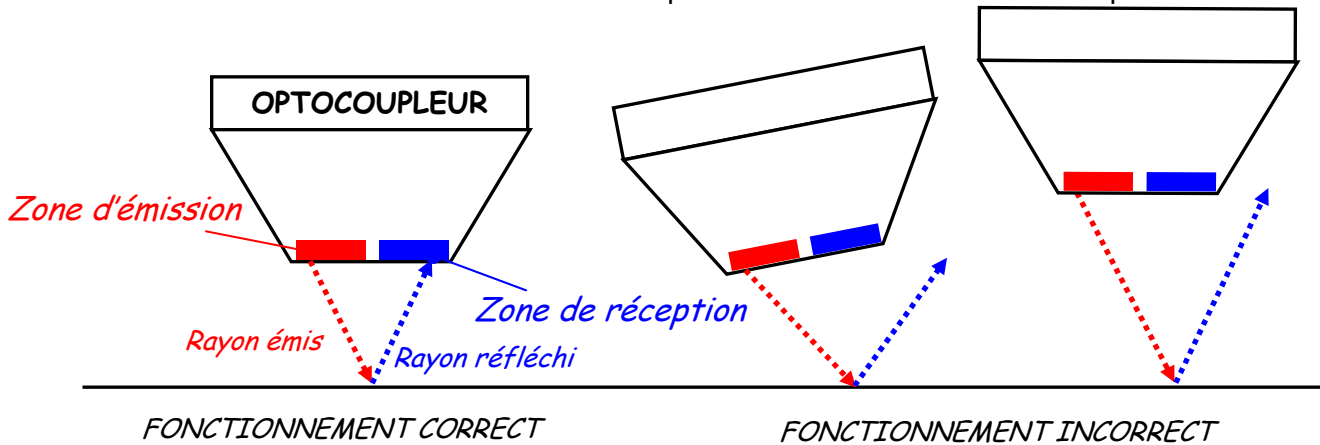
ESQUISSE

FONCTION UTILISEE

Q13/ Intégrez le pion créé dans l'assemblage après l'avoir sauvegardé.

3-2) Définition de la hauteur du pion arrière :

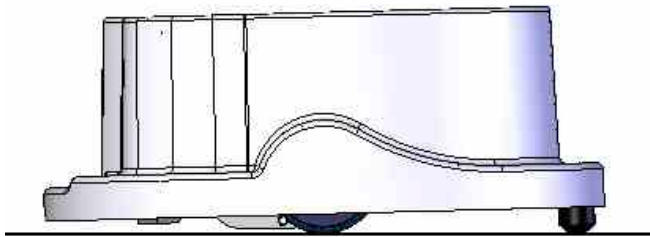
Les optocoupleurs fonctionnent sur un principe d'émission-réception : une onde est envoyée sur la surface qui la réfléchit et la renvoie. Le récepteur capte le retour de l'onde en fonction de la présence de la ligne. Les optocoupleurs ont une plage de fonctionnement définie par le constructeur : ils doivent se trouver à la fois bien parallèle au sol et à une hauteur spécifiée.



Grâce à l'assemblage sur modèleur volumique, il est facile de déterminer la hauteur optimale du pion arrière pour avoir un fonctionnement correct des aptocoupleurs.

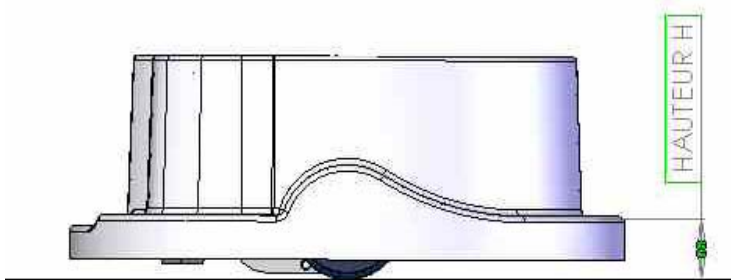
Q14/ Modifier le pion arrière afin de garantir une bonne horizontalité des optocoupleurs. La démarche mise en œuvre pour la conception du pion arrière est résumée ci-dessous :

Démarche de détermination de la hauteur du pion arrière



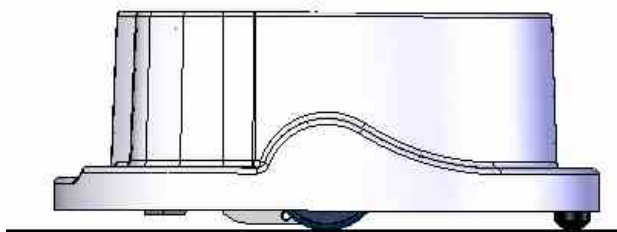
Etape 1

- Insertion dans l'assemblage du robot de la pièce « sol1.sldprt » qui se trouve dans le répertoire de la maquette solidworks
- Mise en place du robot sur le sol : contacts roues et pion arrière avec le sol



Etape 2

- Suppression de la contrainte de contact pion sol
- Création d'une contrainte de parallélisme optocoupleurs / sol
- Mesure de la hauteur entre la surface d'appui du pion sur la coque et le sol



Etape 3

- Redimensionnement du pion à la hauteur mesurée
- Suppression de la contrainte de parallélisme optocoupleurs / sol
- Création d'une contrainte de contact pion / Sol
- Vérification du parallélisme nécessaire aux optocoupleurs

Hauteur du pion pour garantir le parallélisme entre le sol et les optocoupleurs :

$h =$