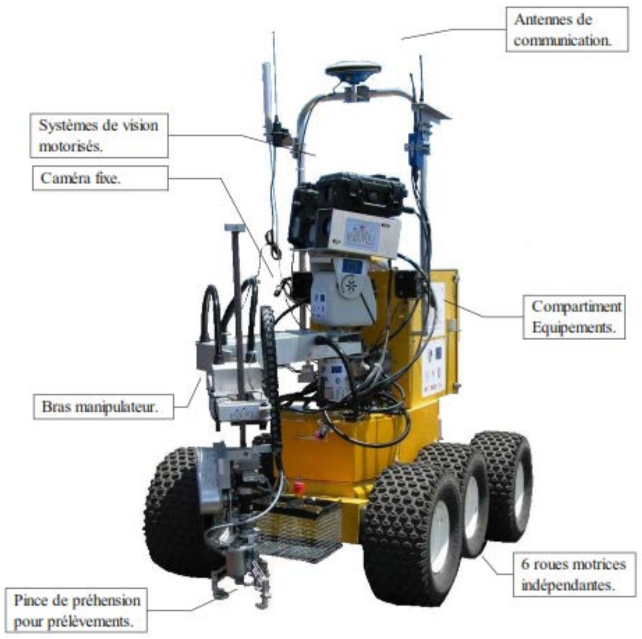
# 1. PRÉSENTATION

Le ROBOVOLC est un robot mobile pour l'exploration volcanique. Il est conçu pour minimiser les risques pris par les vulcanologues et les techniciens impliqués dans des activités à proximité des cratères en phase éruptive. Il est à noter que les observations les plus intéressantes sont faites au cours des éruptions pendant lesquelles le risque est bien entendu maximum.

Le cahier des charges établi par l'ensemble des partenaires spécifie que le robot doit être capable de :

- s'approcher d'un cratère actif ;
- collecter des échantillons de rejets éruptifs ;
- collecter des échantillons gazeux ;
- collecter des données physiques et chimiques ;
- surveiller une bouche de cratère.




Le robot mobile est piloté à distance depuis le poste de contrôle. L'opérateur visualise en permanence les images transmises par la caméra embarquée, et reçoit cycliquement des informations sur la position géographique du robot.
Ces informations sont obtenues localement sur le robot par un système GPS (*Global Positioning System*), et récupérées sur le poste de pilotage par l'intermédiaire de la liaison radio.
Pour ses déplacements, le robot est soit en mode automatique (il se dirige automatiquement vers un point géographique qui lui a été spécifié), soit en mode manuel (il est piloté manuellement, à distance, par l'opérateur).

# 2. ASSERVISSEMENT DE VITESSE

## 2.1. CALCULS PRÉLIMINAIRES

Dans la réalité, pour piloter le robot, il est nécessaire de contrôler finement la vitesse de rotation de chaque roue afin de minimiser les glissements, notamment en mode automatique, lorsque le robot doit suivre un cap de manière autonome...
Les roues sont équipées de pneumatiques spéciaux dont le diamètre extérieur D est de 300 mm. On suppose un déplacement sans glissement ni patinage et on veut appliquer aux roues une vitesse $\omega r$ telle que la vitesse de déplacement $V_D$ en ligne droite soit égale à 0,2 m/s.

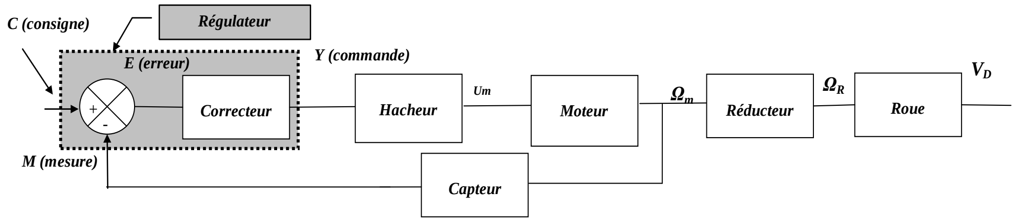
✍ Exprimer $\omega r$ en fonction de $V_D$ et de $D$ :

____________________________________________

✍ Calculer $\omega r$ :

____________________________________________

Le système d'asservissement qui équipe chacune des roues est destiné à contrôler la vitesse de rotation de la roue, et doit permettre au système embarqué de détecter un glissement (manque d'adhérence) ou un patinage de celle-ci (comme par exemple quand la situation du robot fait que momentanément la roue ne touche plus le sol...).




Le réducteur placé en sortie du moteur présente un rapport de réduction r = $\frac{\omega r}{\omega m} = \frac{1}{236}$

✍ Calculer $\omega m$ :

____________________________________________

✍ Calculer la transmittance $T_M$ du moteur sachant que $U_m$=10V :

____________________________________________

Calculer la transmittance $T_H$ du hacheur sachant que la commande $Y$=5V :

____________________________________________

Le capteur permet d'obtenir une grandeur proportionnelle à la vitesse de rotation réelle de la roue, il est accouplé à l'axe de sortie du moteur.

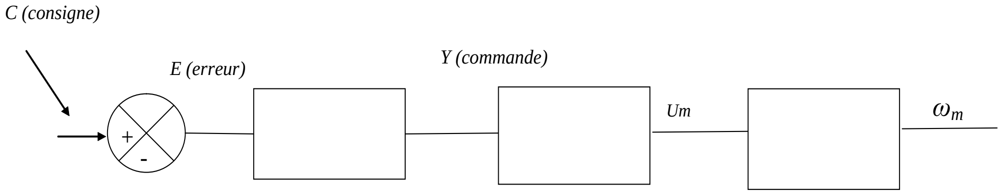
✍ Calculer la transmittance $T_C$ du capteur de vitesse sachant que $M$=5V :

______________________________________________

## 2.2. ETUDE DU SYSTÈME EN BOUCLE OUVERTE

Le correcteur sera représenté par une transmittance P (correcteur proportionnel)

✍ Compléter le schéma bloc du système en boucle ouverte en reportant la valeur de la transmittance de chaque élément :




✍ Calculer la fonction de transfert $T_S$ (hacheur + moteur) :

______________________________________________

______________________________________________

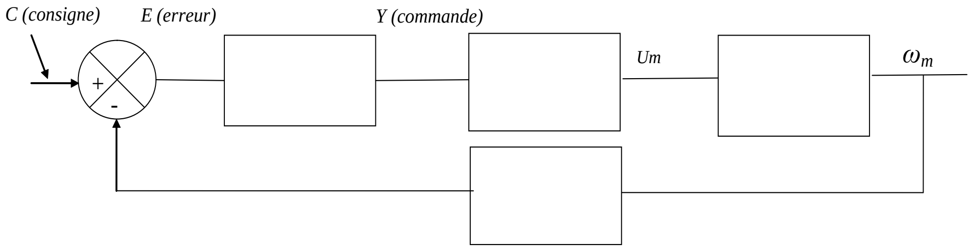
✍ Calculer $\omega m$ pour $C$=5V et $P$=1 :

______________________________________________

______________________________________________

## 2.3. ÉTUDE DU SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE (ÉTUDE STATIQUE)

✍ Compléter le schéma bloc du système en boucle ouverte en reportant la valeur de la transmittance de chaque élément :




✍ Donner l'expression de la fonction de transfert du système en boucle fermée $T_{BF}$ :

______________________________________________

______________________________________________

✍ Exprimer $\omega m$ en fonction de $C$ et de $T_{BF}$ :

______________________________________________

______________________________________________

✍ Calculer $\omega m$ pour $P$=1, 10, 50 et 100. Que constatez-vous ?

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

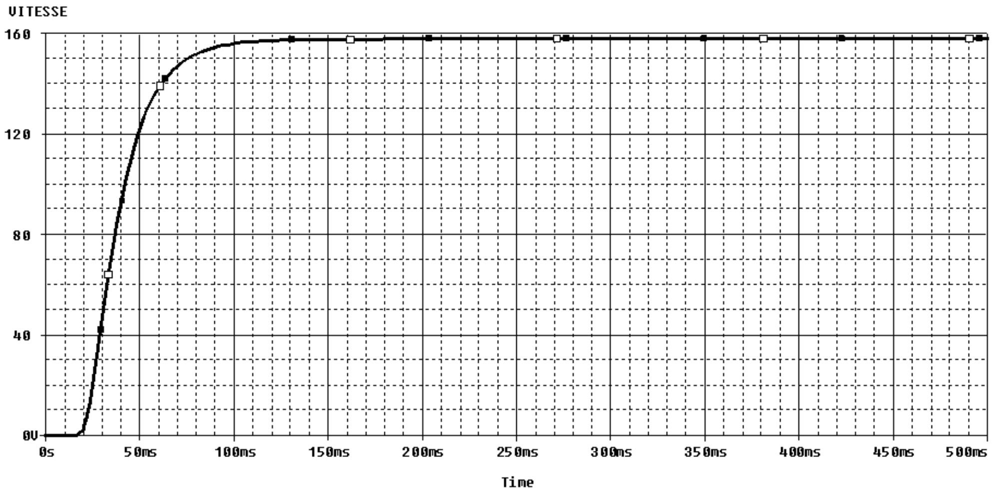
______________________________________________

______________________________________________

## 2.4. ÉTUDE DU SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE (ÉTUDE DYNAMIQUE)

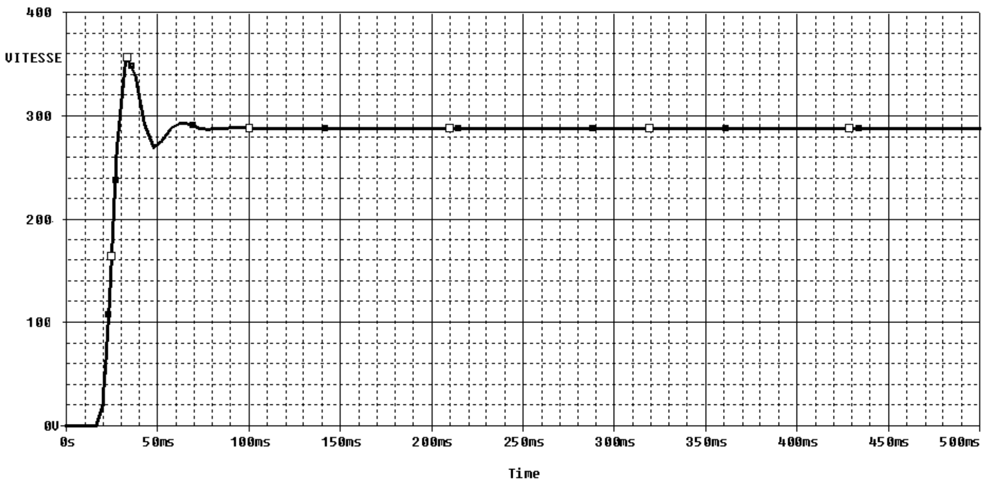
✍ Pour chacun des relevés, déterminer l'erreur statique ($\varepsilon s$) ainsi que le temps de réponse ($tr$).

### 2.4.1. P = 1

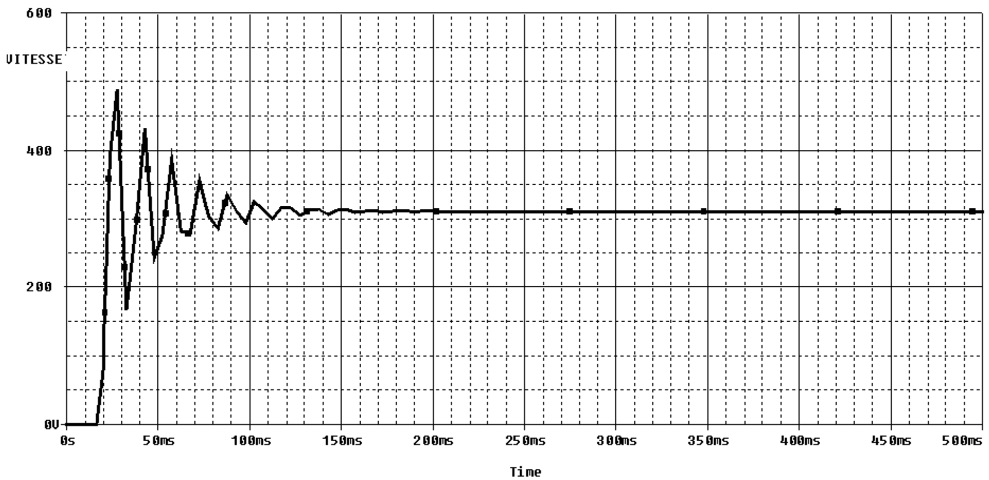



______________________________________________

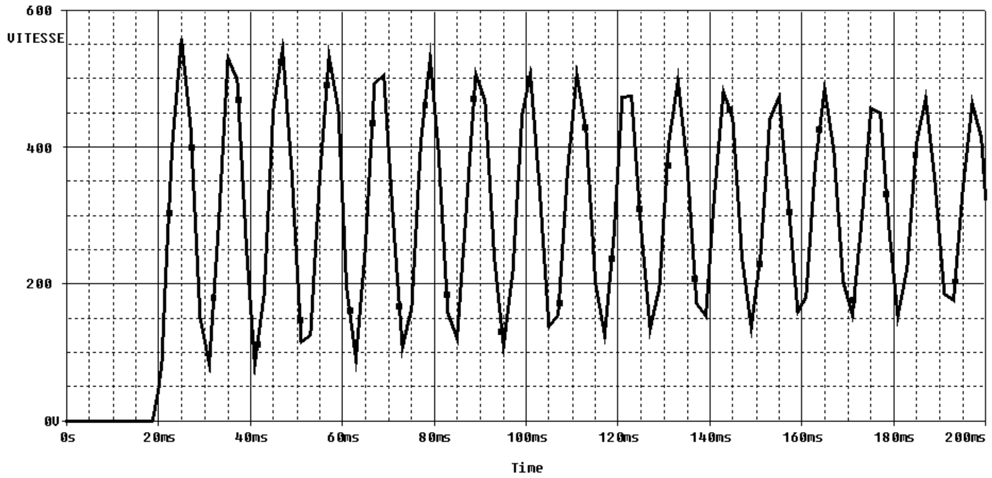
2.4.2. P = 10




2.4.3. P = 50




2.4.4. P = 100




✍ Conclure sur l'influence du gain proportionnel.

## 3. ASSERVISSEMENT DE POSITION DU BRAS

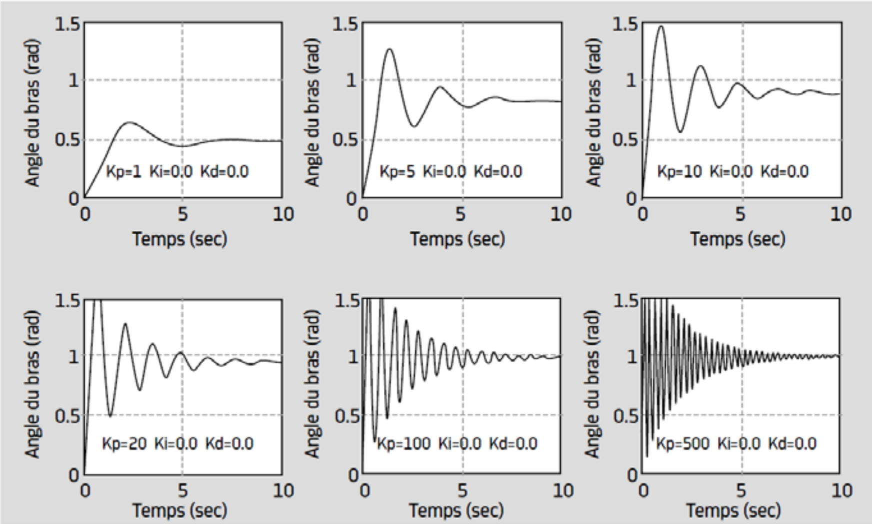
On veut asservir la position du bras du robot pour savoir à tout instant où se situe le bras et pouvoir le déplacer vers des coordonnées précises. Un correcteur PID (proportionnel intégral dérivé) permet de corriger efficacement la commande en fonction de la consigne initiale et de l'erreur mesurée.

Le "PID" représente les abréviations des trois actions qu'il utilise pour effectuer ses corrections :

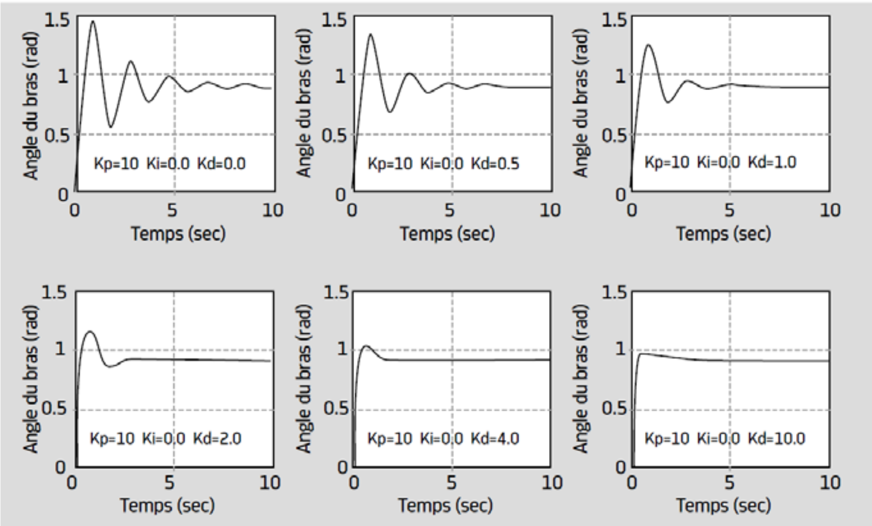
- l'action Proportionelle où l'erreur est multipliée par la constante P (pour Proportionnel).
- l'action Intégrale fait intervenir la notion de temps. Elle détermine l'erreur moyenne entre la sortie du régulateur et la valeur de la consigne. Une boucle PI bien réglée verra sa sortie redescendre lentement à la valeur de la consigne.
- l'action Dérivée utilise aussi la notion de temps. Elle cherche à anticiper l'erreur future. L'action dérivée de la régulation fournit une réponse aux perturbations agissant sur le système.

Afin d'analyser l'asservissement de position du bras, on effectue plusieurs simulations pour ajuster la correction adéquate à mettre en œuvre. On donne les résultats des simulations en réponse à un échelon de consigne de valeur 1 rad.

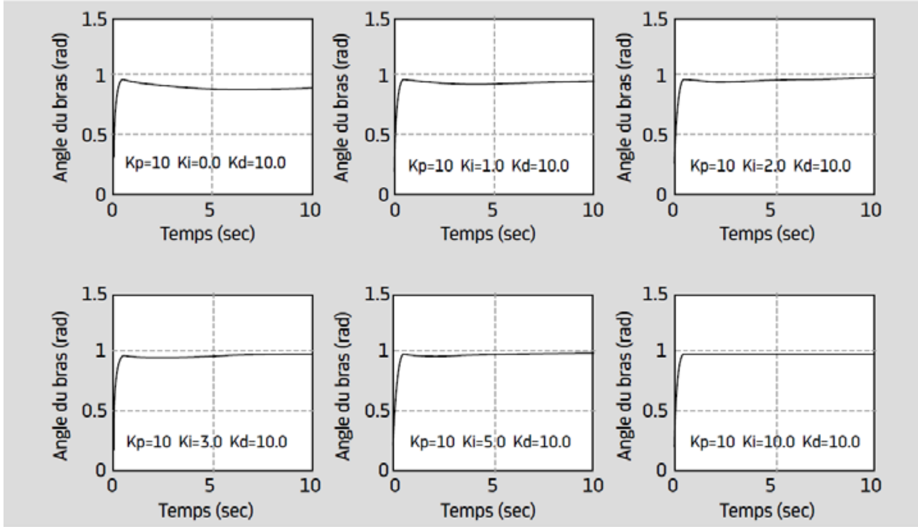
### 3.1. DIFFÉRENTES VALEURS DU GAIN PROPORTIONNEL Kp




### 3.2. DIFFÉRENTES VALEURS DU GAIN DÉRIVÉ Kd




### 3.3. DIFFÉRENTES VALEURS DU GAIN INTÉGRAL KI




### 3.4. ANALYSE DES SIMULATIONS

✍ Le système est-il stable ?

✍ A partir de l'analyse des simulations faisant intervenir les différentes corrections, compléter le tableau suivant en indiquant l'effet de l'augmentation des gains sur les qualités de l'asservissement :

- Temps de réponse ;
- Dépassement ;
- Erreur statique.

| Augmentation du gain | Temps de réponse | Dépassement | Erreur statique |
|---|---|---|---|
| Proportionnel | | | |
| Dérivé | | | |
| Intégral | | | |

✍ La correction finale est-elle celle attendue par le système ?