

Asservissement : Rampe de pulvérisation (Mines 2019)

La rampe de pulvérisation « RAPTOR » a été conçue spécialement pour des usages sur de grandes cultures. L'entreprise BERTHOUD propose plusieurs types de rampe pouvant s'adapter sur ce modèle de gros porteur. Constructeur français et concepteur à 100% de systèmes agricoles, BERTHOUD possède une maîtrise parfaite de ses produits de la pompe à la rampe en passant par la régulation et la suspension.

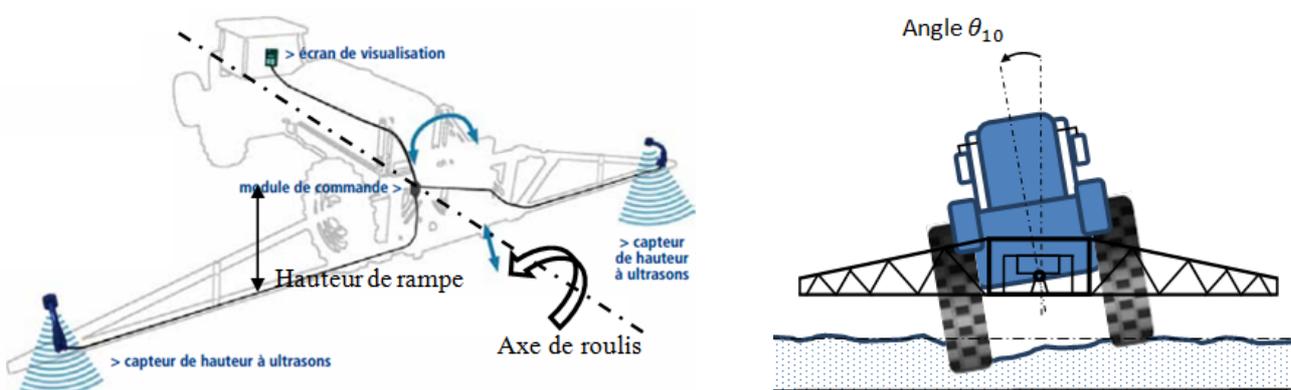


Exigence « Contrôle du roulis de la rampe »

L'étude qui suit porte sur le système « SLANT CONTROL » disponible en option sur toutes les gammes de rampes de la société BERTHOUD. Ce système assure le maintien de la rampe parallèle au sol à une hauteur préenregistrée par l'utilisateur ou même définie par un logiciel de cartographie du champ. Les avantages de ce système par rapport à une rampe classique sont :

- ✓ Les capteurs du « SLANT CONTROL » sont capables de faire la différence entre le sol et la végétation.
- ✓ Augmentation de l'efficacité des traitements phytosanitaires.

La version « SLANT CONTROL » permet de piloter automatiquement le parallélisme de la rampe.



Etude de l'asservissement de roulis de la rampe

Lors d'un mouvement de roulis du tracteur, l'angle de la rampe par rapport au sol varie. L'objectif de l'asservissement étudié est de maintenir la rampe parallèle par rapport au sol donc $\theta_{20} = cte$. Cela revient à asservir la position angulaire de la rampe par rapport au sol.

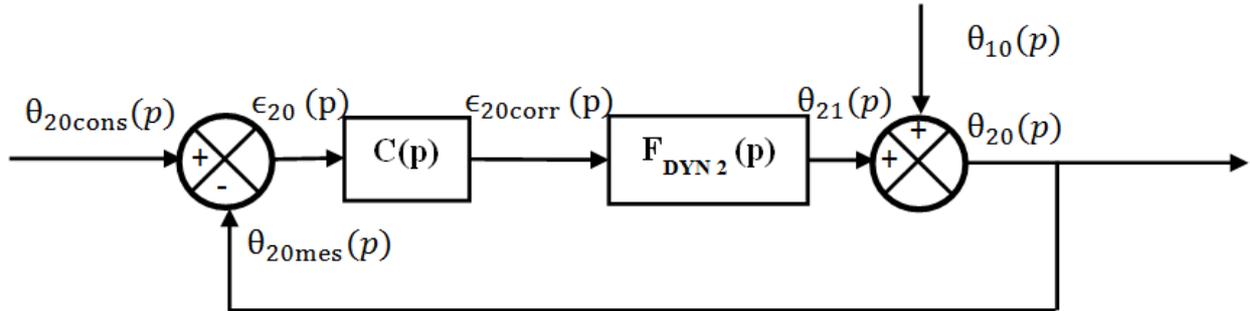
$C(p)$ est un correcteur dont les paramètres sont à définir. Le retour est unitaire.

Une simulation numérique a permis de déterminer la fonction de transfert :

$$F_{DYN2}(p) = \frac{\theta_{21}(p)}{\varepsilon_{20corr}(p)} = \frac{K_{dyn}}{p \cdot (1 + \tau \cdot p)}, \text{ avec } K_{dyn} = 1 \text{ et } \tau = 1s.$$

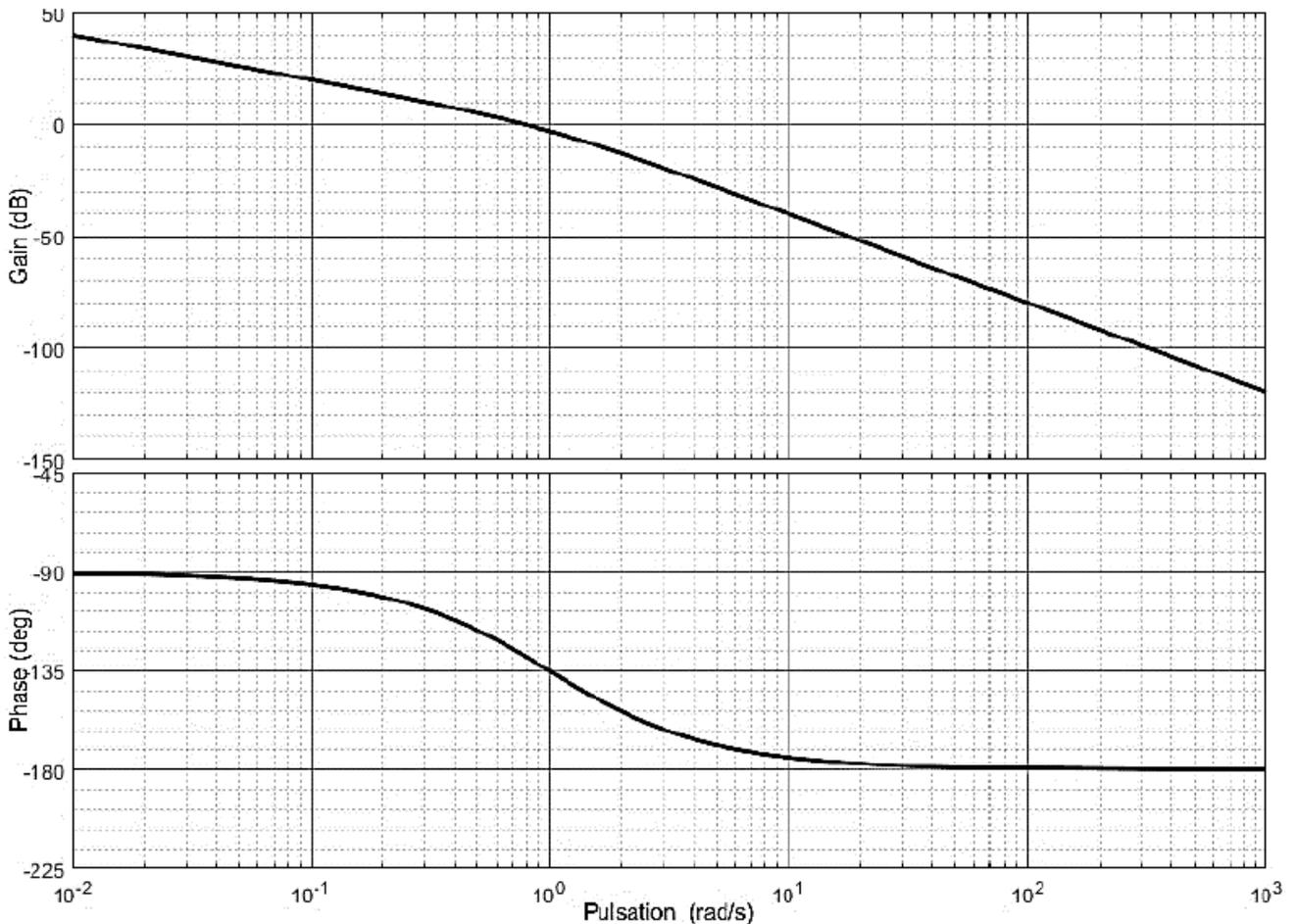
L'angle θ_{20} est mesuré par les capteurs à ultrasons.

On donne ci-dessous le modèle de l'asservissement angulaire de la rampe :



Les diagrammes de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte non corrigée,

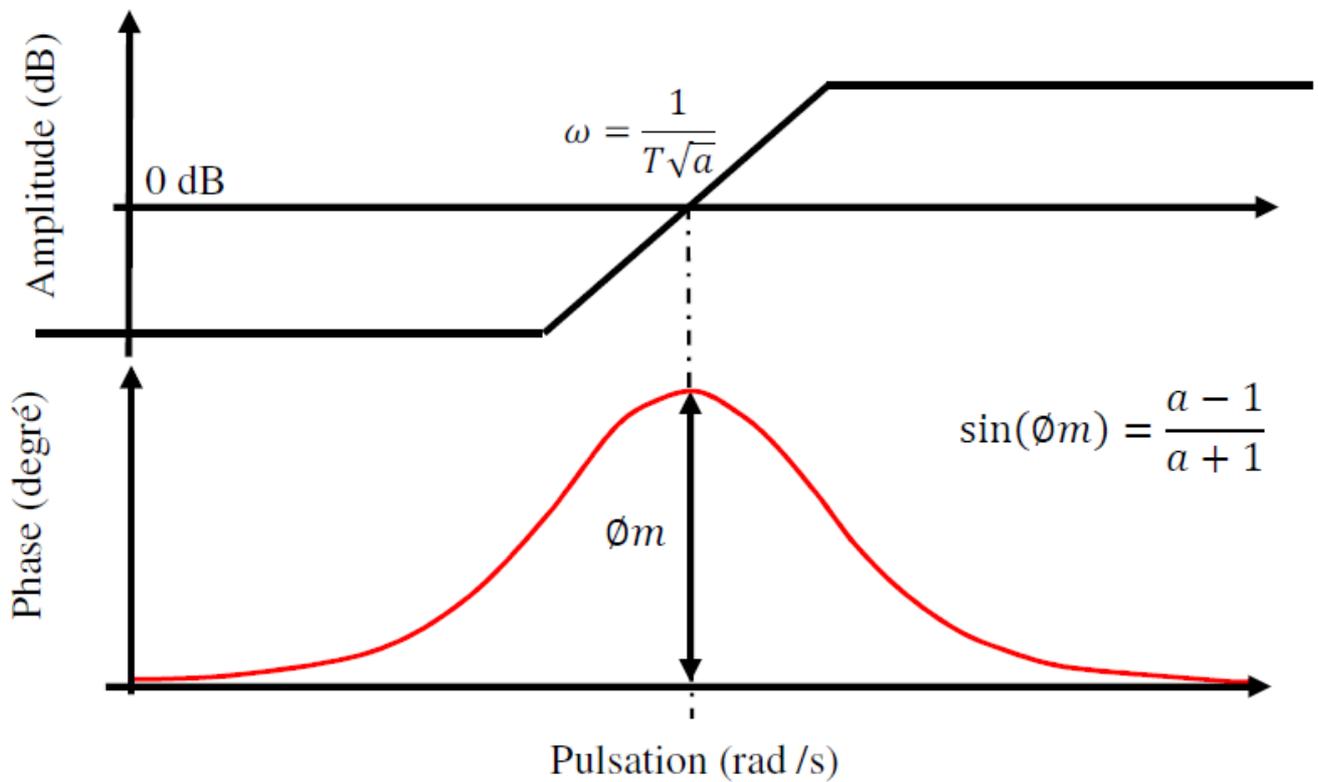
$$FTBO_{NC}(p) = \frac{\theta_{20mes}(p)}{\varepsilon_{20}(p)}, \text{ sont donnés ci dessous.}$$



Question 1

Relever graphiquement la marge de phase.
Déterminer la pulsation de coupure à 0dB.

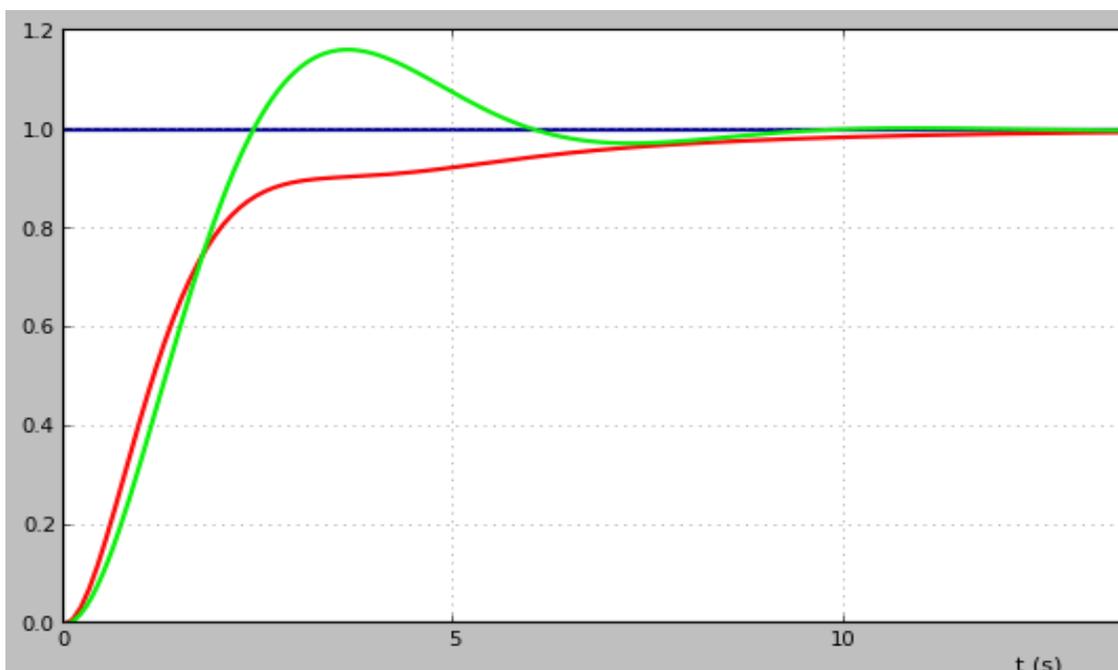
On choisit un correcteur $C(p) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \frac{1+aT.p}{1+T.p}$ avec $a > 1$ présenté figure suivante.



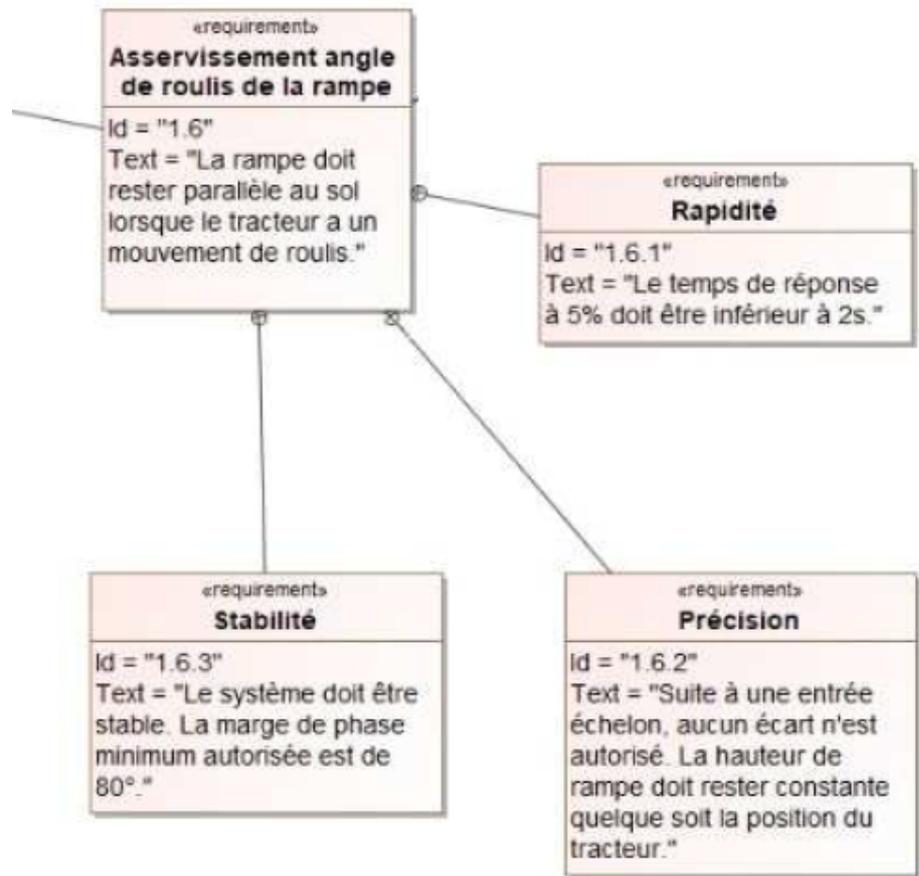
Question 2

Nommer ce correcteur et déterminer les valeurs numériques de a et T pour répondre aux exigences de stabilité d'une marge de phase de 80° (sans changer $\omega_{0\text{db}}$).

La réponse temporelle du système d'asservissement du roulis de la rampe avec est sans ce correcteur est donnée sur le schéma ci-dessous.



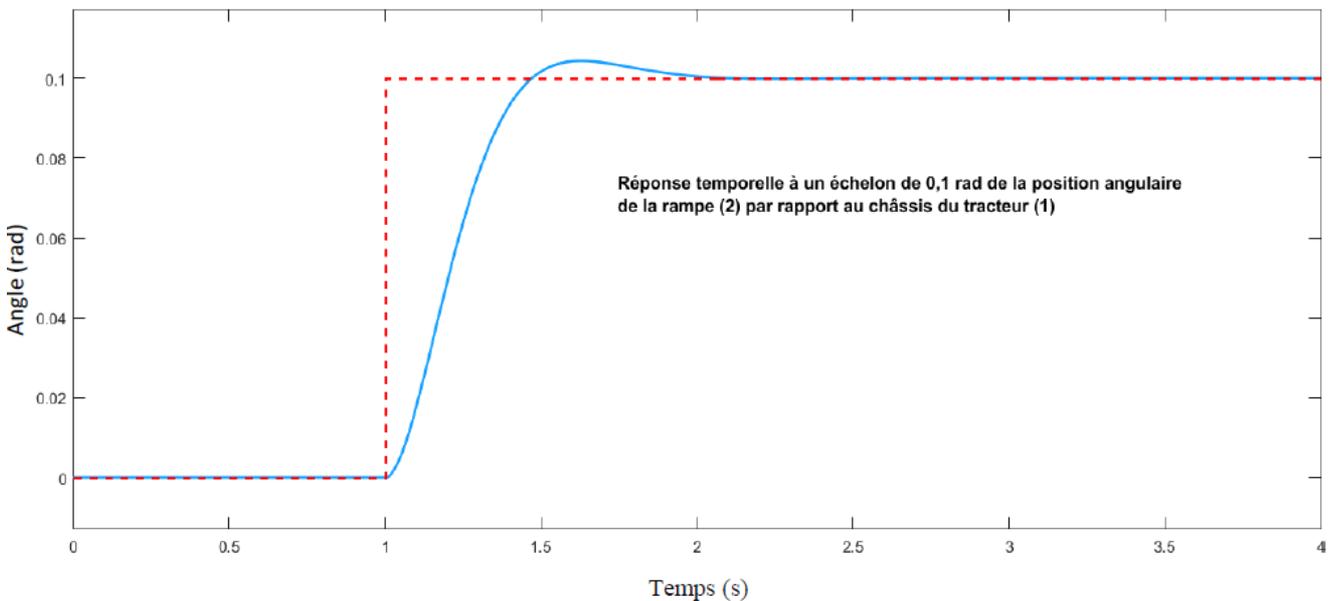
On donne un extrait du cahier des charges.



Question 3

Conclure vis-à-vis du respect du cahier des charges défini pour le système « SLANT CONTROL ».

La réponse temporelle du système d'asservissement du roulis de la rampe avec un correcteur PID optimisé est donnée sur le schéma ci après.



Question 4

A partir de la réponse temporelle et du résultat de la question précédente, conclure vis-à-vis du respect du cahier des charges défini pour le système « SLANT CONTROL ».