



# DM 1 - SI

## ~1h

---

# Correction de portée d'un phare de voiture

---

## Consignes

- Tout retard entraîne une pénalité dans la notation.
- Utiliser plusieurs couleurs pour les graphes de liaisons et schémas cinématiques.
- Documents à rendre : Copie et DR, penser à mettre vos noms.

## Table des matières

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | Présentation du système       | 2 |
| 2 | Fonctionnement du système     | 3 |
| 3 | Analyse du bloc d'orientation | 5 |

# 1. Présentation du système

L'assiette d'un véhicule se modifie avec sa charge, le profil de la route ou les conditions de conduite (phase de freinage ou d'accélération). Cette modification entraîne une variation d'inclinaison de l'axe du faisceau lumineux produit par les phares du véhicule. Ceux-ci peuvent alors éblouir d'autres conducteurs ou mal éclairer la chaussée (Figure 1).

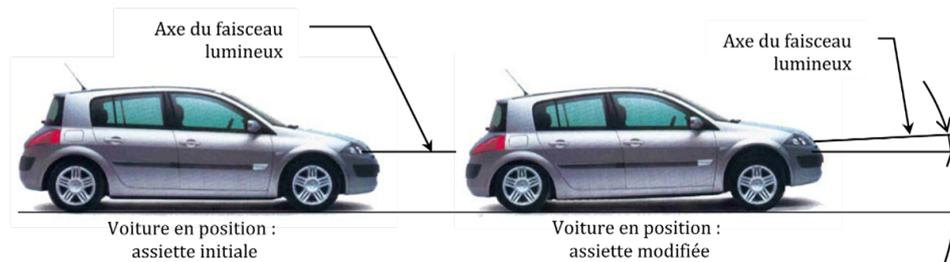


FIGURE 1 – Modification de l'orientation du faisceau lumineux en fonction de l'assiette

Le système de correction de l'assiette de la portée de phare vise à éclairer, de façon optimale, la route (quel que soient l'état de la route et l'état de chargement de la voiture), ce qui est obtenu par la modification automatique de l'orientation du faisceau lumineux en fonction de l'assiette du véhicule.

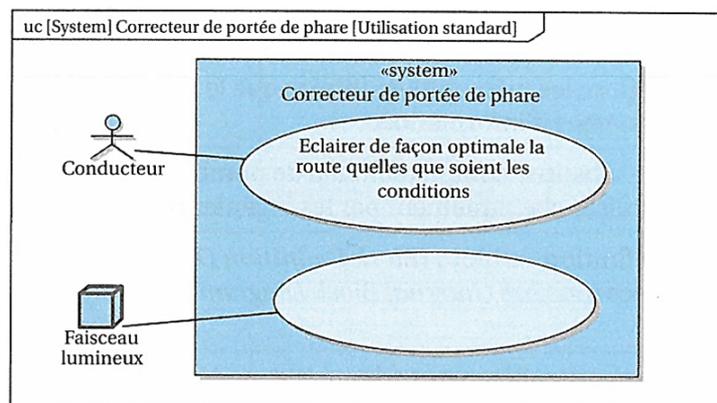


FIGURE 2 – Diagramme des cas d'utilisation du système de correction de portée de phare

La correction de l'orientation du faisceau lumineux est réalisée par le changement de position du bloc d'orientation (Figure 3).

**Question 1:** Le diagramme de cas d'utilisation de la Figure 2 mentionne deux cas d'utilisation (deux fonctions) : proposer un intitulé pour le second cas d'utilisation du correcteur de portée de phare (entre le faisceau lumineux et le système) et indiquer la matière d'œuvre et la valeur ajoutée de ce système associées à ce cas d'utilisation.

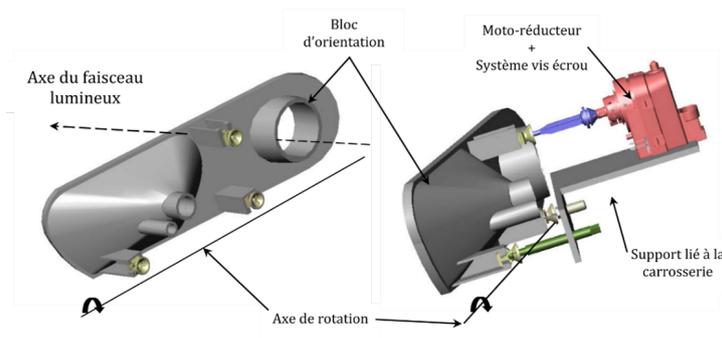


FIGURE 3 – Partie mécanique du système d'orientation du faisceau lumineux

**Réponse 1:** Le premier cas d'utilisation décrit le service rendu au conducteur dans le modèle de fonctionnement automatique du système.

Le second cas d'utilisation décrit comment le correcteur de phare va agir sur le faisceau lumineux. Chaque conducteur, peut avoir des préférences sur la façon dont la route doit être éclairée (essentiellement la distance moyenne d'éclairage). Ce système permet également de régler de façon manuelle l'inclinaison de référence du faisceau lumineux (donc la distance moyenne d'éclairage). Lorsque la distance moyenne augmente, l'intensité d'éclairage de la route diminue un peu. La matière d'œuvre est le faisceau lumineux (lié au bloc d'orientation), la valeur ajoutée est le changement d'orientation.

**Question 2:** Proposer trois exigences que doit satisfaire ce système, avec un ordre de grandeur des niveaux associés.

**Réponse 2:** Voici, parmi probablement beaucoup d'autres, trois exigences possibles de ce système :

- Exigence 1 : "l'amplitude de débattement du faisceau lumineux doit être suffisamment importante." Pour le niveau associé à cette exigence, un débattement sur la plage  $\pm 15^\circ$  peut être proposé.
- Exigence 2 : "le faisceau lumineux doit être positionné de façon précise." Pour le niveau associé à cette exigence, une erreur statique de moins de  $1^\circ$  peut être proposée.
- Exigence 3 : "le faisceau doit rapidement changer d'orientation." Pour le niveau associé à cette exigence, un temps de réponse de 0,5 s pour un pivotement de  $55^\circ$  peut être proposé.

**Remarque :** pour tout système, il est possible de spécifier des exigences de coût, de fiabilité, d'encombrement, mais il est préférable, en général, de préciser en premier les exigences techniques (ici le déplacement angulaire du faisceau lumineux), qui induisent toute la conception du système.

## 2. Fonctionnement du système

L'inclinaison du bloc d'orientation par rapport à la voiture doit être corrélée à l'angle d'assiette du véhicule. Le conducteur règle, par le « sélecteur d'assiette du fais-

ceau », l'angle d'inclinaison du faisceau lumineux par rapport au châssis de la voiture pour éclairer correctement la route. Si l'assiette du véhicule change (bagages dans le coffre, plus ou moins de passagers dans le véhicule, défaut de la route, etc.), le correcteur de portée de phare doit adapter la position du faisceau lumineux.

Le diagramme de définition de blocs du correcteur de portée de phare est donné figure 4.

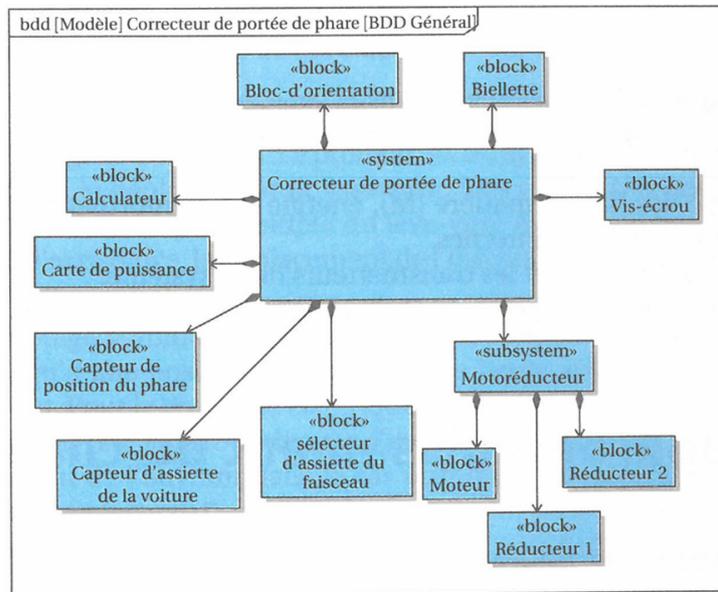


FIGURE 4 – Diagramme de définition des blocs du système de correction de portée de phare

Le sélecteur d'assiette du faisceau permet au conducteur de définir l'éclairage de la route en termes de portée (distance). Le capteur d'assiette permet d'avoir une image (à tout instant de l'inclinaison de la voiture par rapport à la route). La position du bloc optique (le phare) par rapport au châssis de la voiture est mesurée par le capteur de position du phare. Ces trois informations permettent au calculateur d'envoyer un ordre de fonctionnement au motoréducteur (moteur + réducteur) par l'intermédiaire de la carte de puissance.

Deux réducteurs de vitesse permettent de réduire fortement la vitesse de rotation du moteur. La rotation obtenue en sortie du motoréducteur est convertie en translation par un système vis-écrou, qui par l'intermédiaire de la bielle oriente le bloc optique. Le diagramme de blocs internes du correcteur de portée de phare est donné sur le document réponse DR1.

**Question 3:** Indiquer sur le document réponse DR1, la typologie des flux — matière (M), énergie (E) et information (I) — circulant entre les blocs de ce diagramme de blocs internes. Préciser les formes (type) d'énergie.

**Réponse 3:** Voir DR1.

**Question 4:** Compléter le diagramme chaînes d'énergie et d'information de ce système sur le document réponse DR2.

**Réponse 4:** Voir DR2.

### 3. Analyse du bloc d'orientation

Dans cette partie nous allons chercher à vérifier l'exigence suivante :

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Exigence 1</b> | Pour une course de la tige du correcteur de 4 mm, le débattement du bloque optique doit atteindre $6^\circ$ . |
|-------------------|---|

Le système considéré est constitué du bloc d'orientation (3) contenant les phares inclinables selon un axe, d'une bielle de poussée (2), du correcteur constitué d'un corps fixe par rapport au véhicule (0) et d'une tige (1) pouvant sortir/rentrer par rapport au corps (0). Une pièce intermédiaire (4) (Figure 5) est ajoutée au système pour assurer la liaison entre (3) et (0).

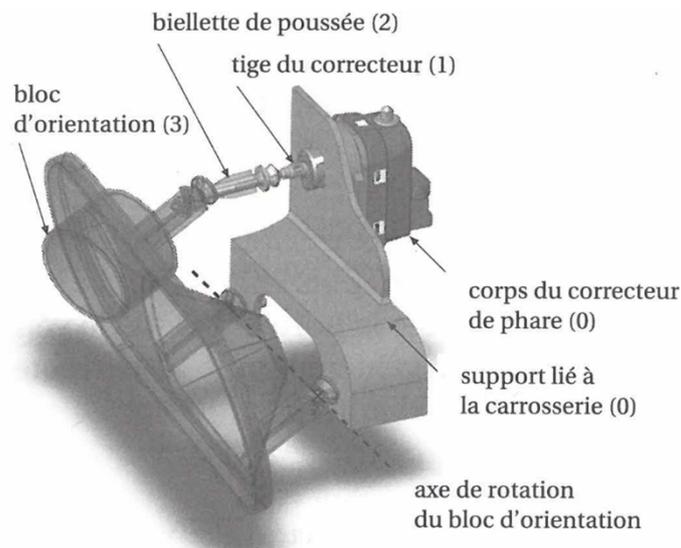


FIGURE 5 – Constitution du correcteur de phare

Le mouvement des différentes pièces étant plan, on choisit de simplifier le modèle en utilisant le schéma plan de la Figure 6.

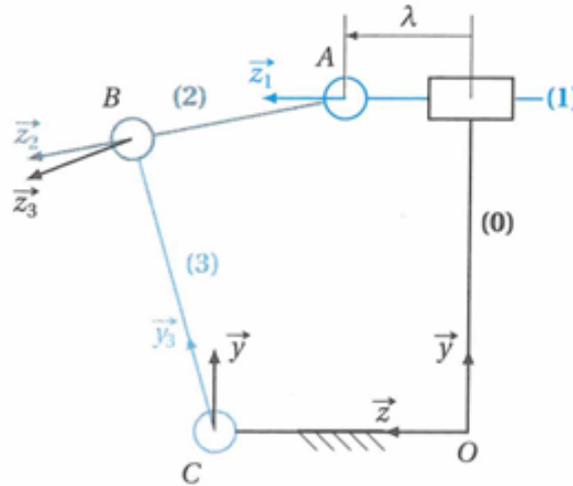


FIGURE 6 – Schéma cinématique plan du système d'orientation

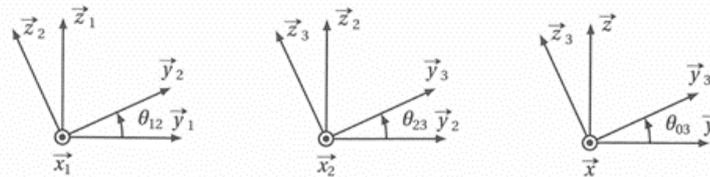
Le schéma cinématique plan a été paramétré de manière à associer un repère à chaque solide avec des paramètres variables à chaque liaison.

On définit :  $\overline{OA} = h\vec{y} + \lambda(t)\vec{z}$ ;  $\overline{OC} = l\vec{z}$ ;  $\overline{AB} = l\vec{z}_2$  et  $\overline{CB} = h\vec{y}_3$ .

On pose  $\theta_{12} = (\vec{y}_1, \vec{y}_2)$ ;  $\theta_{23} = (\vec{y}_2, \vec{y}_3)$  et  $\theta_{03} = (\vec{y}, \vec{y}_3)$ .

On remarque qu'entre  $S_0$  et  $S_1$ , il n'y a qu'une translation, on a donc  $\mathcal{B}_0(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}) = \mathcal{B}_1(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ .

**Question 5:** Tracer les figures de changement de base permettant de représenter les angles  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{23}$  et  $\theta_{03}$ .



**Réponse 5:**

**Question 6:** Donner la relation vectorielle obtenue en faisant une fermeture géométrique du système. L'exprimer en fonction des vecteurs définis sur les figures de calcul (figures de changement de bases).

**Réponse 6:** On réalise une fermeture géométrique  $\overline{OA} + \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CO} = \vec{0}$  soit :

$$h\vec{y} + \lambda(t)\vec{z} + l\vec{z}_2 - h\vec{y}_3 - l\vec{z} = \vec{0}$$

**Question 7:** Projeter cette relation sur les axes  $\vec{y}$  et  $\vec{z}$  et résoudre le système de sorte à éliminer les paramètres autres que  $\lambda$  et  $\theta_{03}$ . (On ne cherchera pas à développer l'expression obtenue.)

**Réponse 7:** On projette la relation vectorielle :

$$\begin{cases} h - l \sin \theta_{12} - h \cos \theta_{03} = 0 \\ \lambda(t) + l \cos \theta_{12} - h \sin \theta_{03} - l = 0 \end{cases}$$

On cherche donc à éliminer  $\theta_{12}$ . On isole les termes avec  $\theta_{12}$ , et en utilisant la relation  $(\sin \theta_{12})^2 + (\cos \theta_{12})^2 = 1$ , il vient :

$$(h - h \cos \theta_{03})^2 + (\lambda(t) - h \sin \theta_{03} - l)^2 = l^2$$

Compte tenu des valeurs numériques des longueurs  $h=40$  mm et  $l=80$  mm et de la course de la tige, l'angle  $\theta_{03}$  varie très peu (de l'ordre de quelques degrés). Dans ces conditions, on peut approcher  $\sin(\theta_{03}) \approx \theta_{03}$  et  $\cos(\theta_{03}) \approx 1$ .

**Question 8:** En utilisant l'approximation et la loi entrée-sortie obtenue, déterminer l'angle  $\theta_{03}$  pour un déplacement égal à la course de la tige. Conclure quant au cahier des charges.

**Réponse 8:** La simplification proposée permet d'obtenir la relation suivante :

$$(\lambda(t) - h\theta_{03} - l)^2 = l^2$$

En passant à la racine, deux solutions sont possibles :

$\lambda(t) - h\theta_{03} - l = l$  et  $-(\lambda(t) - h\theta_{03} - l) = l$ , donnant respectivement :

$$\lambda(t) = h\theta_{03} + 2l \text{ et } \lambda(t) = h\theta_{03}$$

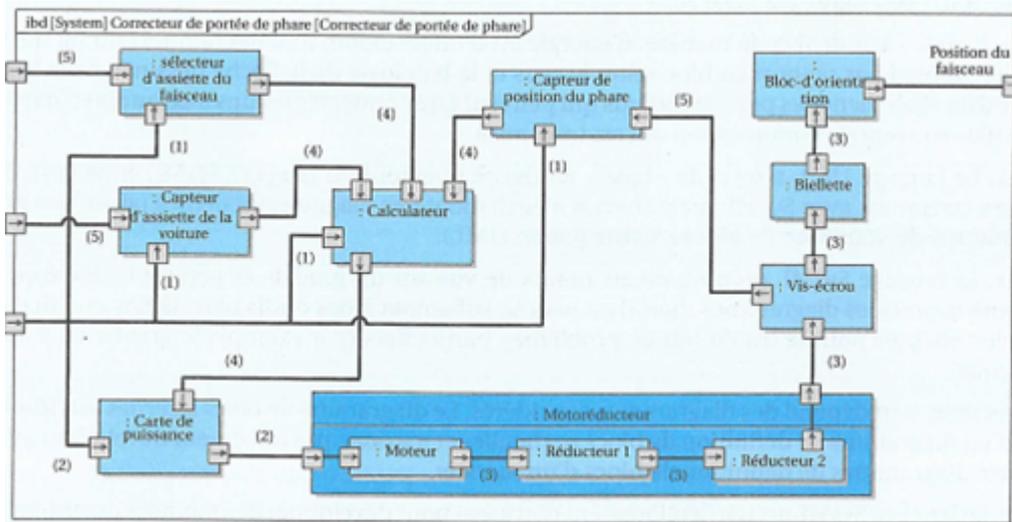
En regardant le schéma, si  $\theta_{03} = 0$ ,  $\lambda(t) = 0$ , la première équation serait alors  $2l = 0$ , ce qui n'a pas de sens physique pour notre système. Seule la deuxième équation est donc physiquement possible :  $\lambda(t) = h\theta_{03}$

Ainsi pour un déplacement  $\lambda = 4\text{mm}$ , on obtient un angle de 0,1 rad soit  $5,7^\circ$  ce qui est inférieur aux  $6^\circ$  requis par le cahier des charges, qui n'est par conséquent pas respecté.

**Question 9:** Comment peut-on, au regard de la relation obtenue, modifier le débattement angulaire sans changer de correcteur de phare (et donc pouvoir réutiliser le même correcteur pour un modèle de véhicule différent) ?

**Réponse 9:** Compte tenu de la relation obtenue, pour modifier le débattement angulaire sans changer de correcteur (donc sans modifier  $\lambda$ ), il suffit de modifier la distance  $h$  et donc la position du correcteur de phare par rapport à l'axe de la liaison pivot bloc optique bâti.

## Document réponse DR1 :



- (1) = flux d'énergie électrique (de bas niveau) : en effet, les capteurs et le calculateur ne peuvent fonctionner sans apport d'énergie.
- (2) = flux d'énergie électrique (de haut niveau) : la carte de puissance a pour rôle de délivrer la bonne quantité d'énergie électrique au moteur.
- (3) = flux d'énergie mécanique : pour déplacer, assez rapidement, les pièces mécaniques du système, il est nécessaire de leur apporter une puissance mécanique.
- (4) = flux d'information : les informations issues des capteurs arrivent au calculateur qui établit un ordre vers la carte de puissance.
- (5) : flux de matière = les différents capteurs acquièrent des grandeurs physiques qui sont dans notre exemple des positions de différentes pièces.

Document réponse DR2 :

