

TP : Tracé de Courbes

L'objectif de ce TP est de tracer des courbes à l'aide de la bibliothèque matplotlib de python.

1. Tracé de la réponse indicielle d'un système du 1^{er} ordre

Nous avons vu dans le cours de SI qu'un système du 1^{er} ordre caractérisé par son gain statique K et sa constante de temps τ admet une réponse indicielle (échelon unitaire en entrée) donnée par : $s(t) = K[1 - e^{-t/\tau}]$.

- Ouvrir, analyser et exécuter le script *Tracé dynamique.py*.
- Faire une copie de ce script et le modifier pour tracer la réponse indicielle d'un 1^{er} ordre en fonction des valeurs du gain statique et de la constante de temps. Ces valeurs seront comprises entre 1 et 10 et modifiables en temps réel par des curseurs (*slider*).

2. Tracé de lois entrée-sortie

Le contexte choisi consiste en l'analyse de la cinématique de deux mécanismes plans. Les courbes vont permettre de représenter l'évolution des lois entrée-sortie de ces mécanismes.

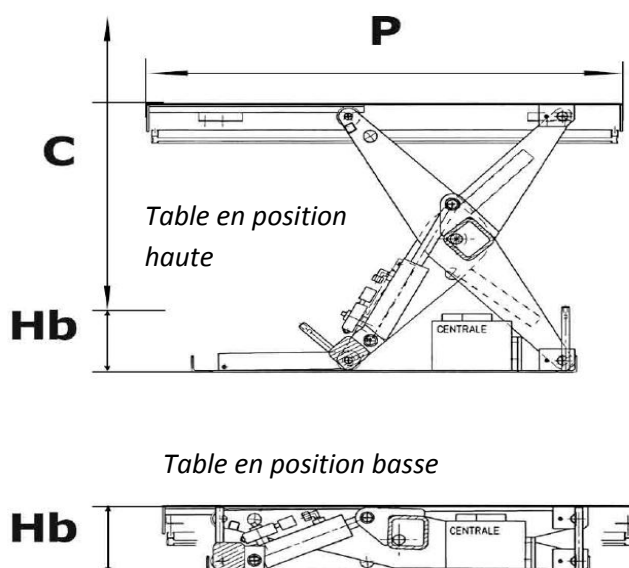
La démarche présentée en SI (fermeture géométrique) permet d'établir une relation analytique entre les différents paramètres : paramètre d'entrée x , paramètre de sortie y et paramètres géométriques. Selon les mécanismes et le paramétrage, ces relations peuvent être du type :

- $x(u), y(u)$: c'est-à-dire des relations **paramétriques** entre les paramètres d'entrée et de sortie,
- $y = f(x)$ ou $x = g(y)$: c'est-à-dire des relations **explicites** entre les paramètres d'entrée et de sortie,
- $F(x, y) = 0$: c'est-à-dire des relations **implicites** entre les paramètres d'entrée et de sortie.

2.1 Table élévatrice

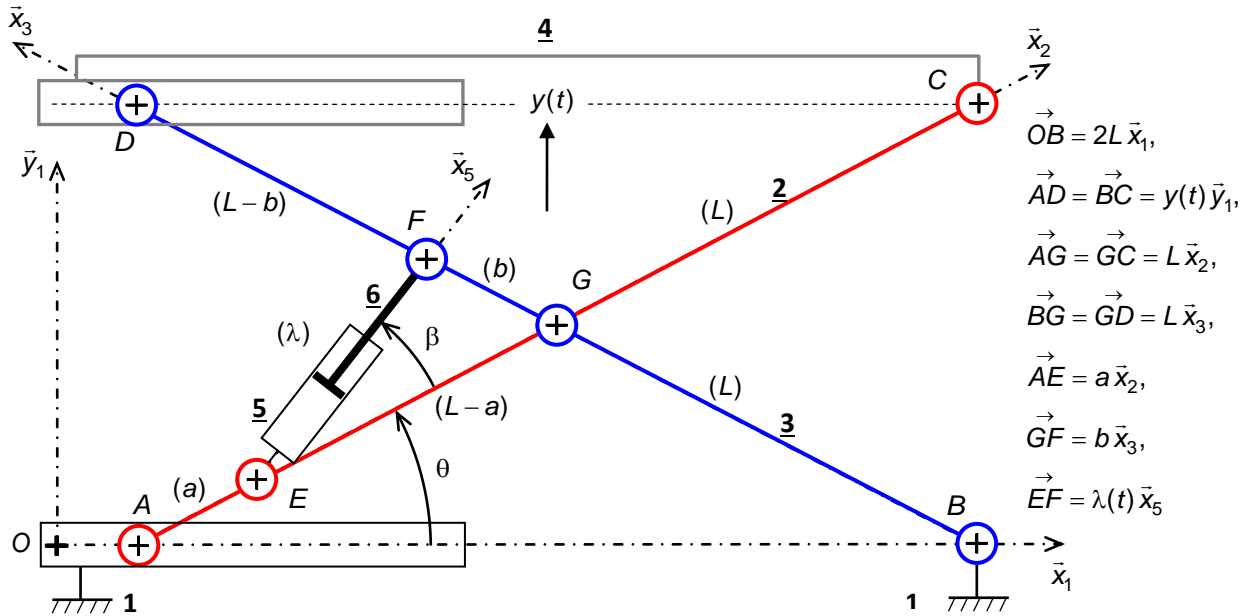
EDMOLIFT (*société suédoise*) conçoit, produit et distribue des matériels de manutention. On retient parmi eux une table élévatrice à simple ciseaux (*modèle TS-2000-B*) dont on donne quelques illustrations. Ces appareils sont très utilisés soit en tant que monte-charge soit en tant que plateau à hauteur réglable.

Le principe de fonctionnement est simple : il s'agit d'un plateau (*table*) dont la position verticale est fonction de l'angle que forme les deux jambes du ciseau, angle imposé par une paire d'actionneurs hydrauliques (*vérins en parallèle*).



Modèle	Numéro d'article	Capacité kg	Course mm	Hauteur repliée mm	Longueur mm	Hauteur mm	Temps levage sec	kW
TS 2000B	33725	2000	1500	250	2200	1500	27	1,5

Le schéma cinématique paramétré de la table élévatrice est donné ci-dessous :



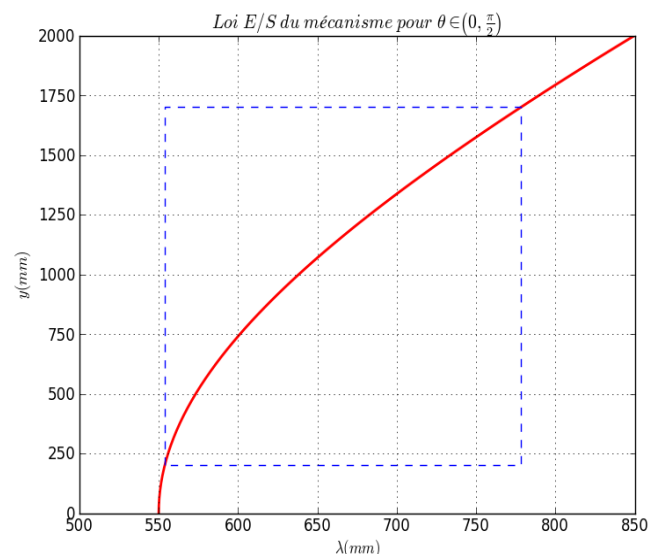
A partir d'une fermeture géométrique, il est possible d'établir la relation entre l'élongation du vérin et l'inclinaison des jambes du ciseau : $\lambda = \sqrt{(L-a-b)^2 + 4b(L-a)\sin^2 \theta}$.

Compte-tenu de l'encombrement des jambes du ciseau, de l'épaisseur du tablier **4** et des dimensions des articulations en B, G et D :

- la position 1 avec ciseau replié et table en position basse est telle que : $y_1 = 200 \text{ mm}$,
- la position 2 avec ciseau déplié et table en position haute est telle que : $y_2 = y_1 + 1500 = 1700 \text{ mm}$.

Questions :

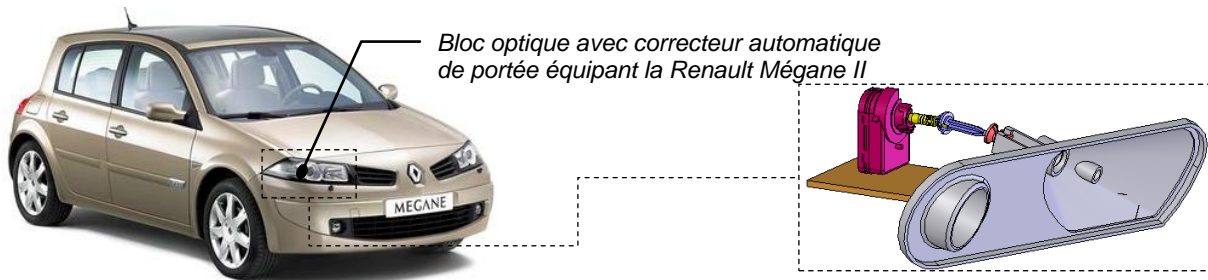
- Retrouver rapidement la relation $y = f(L, \theta)$ qui permet de connaître la hauteur de la table pour une inclinaison θ donnée.
- Obtenir la courbe paramétrique $(\lambda(\theta), y(\theta))$ pour $\theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$ à l'aide de Python en utilisant la trame proposée dans le script *tracé explicite.py*.
- Compte-tenu des positions haute et basse (y_1, y_2) , compléter votre script pour retrouver les valeurs numériques (θ_1, θ_2) correspondantes de θ et en déduire celles de (λ_1, λ_2) . Faire afficher dans la console (`print`) la course nécessaire du vérin pour passer de la position basse à la position haute.
- Compléter votre script pour tracer sur la figure un rectangle délimitant la portion utile de la loi entrée-sortie bornée par (y_1, y_2) et (λ_1, λ_2) .



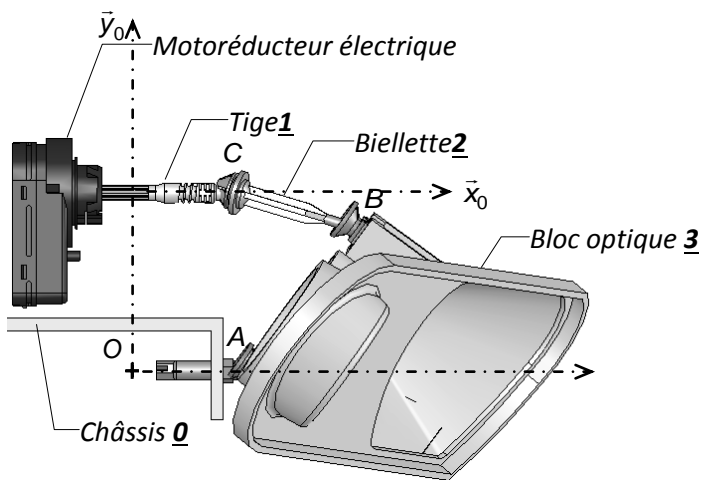
Ne pas utiliser la variable "lambda" sous Python, car c'est un mot clé réservé. Si besoin, utiliser "Lambda" (avec un L majuscule) ou tout autre paramètre.

2.2 Correcteur de portée de phares

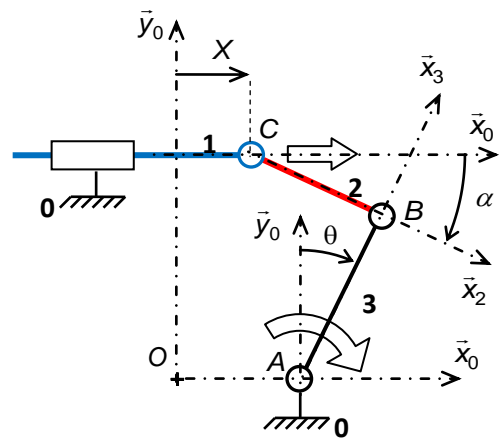
Certains véhicules sont équipés d'un dispositif de correction automatique de portée de phares.



Le schéma cinématique du mécanisme plan associé est donné sur la figure ci-dessous.



Mécanisme réel d'orientation du bloc optique



Schématisation cinématique proposée

Analyse de la cinématique :

- le mouvement d'entrée est une translation rectiligne de **1 / 0** de direction \vec{x}_0 paramétrée par X ;
- le mouvement de sortie est une rotation de **3 / 0** d'axe (A, \vec{z}_0) paramétrée par θ .

On prendra $X = 0$ pour $\theta = 0$.

On donne : $OA = d = 45 \text{ mm}$, $AB = R = 65 \text{ mm}$, $BC = L = 45 \text{ mm}$ et $h = \overline{OC} \cdot \vec{y}_0 = 65 \text{ mm}$.

La recherche de la loi entrée-sortie se fait par l'écriture de la fermeture géométrique $\vec{OA} + \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CO} = \vec{0}$.
Après projection et élimination du paramètre intermédiaire α , on obtient la relation :

$$(X - d + R \sin \theta)^2 + (R \cos \theta - h)^2 = L^2 \quad (1)$$

Cette relation lie de façon **implicite** le paramètre d'entrée X et le paramètre de sortie θ .

Questions :

1. Ouvrir et analyser le script *tracé implicite.py*. Analyser en particulier la fonction `contour` et son option `levels`.
2. A l'aide de la fonction `contour`, tracer la loi entrée-sortie du correcteur de portée de phare à l'aide de la relation implicite **(1)**. On prendra $X \in [-50, 150]$ et $\theta \in \left[-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right]$. Pour une meilleure lisibilité, θ sera affiché sur la courbe en degré.
3. De la relation **(1)**, extraire la relation explicite $X = f(\theta)$. Attention de choisir la *bonne* solution. Sur la même figure que précédemment, tracer cette relation explicite pour $\theta \in \left[-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right]$.
4. Commenter le graphique. Que représente la partie de courbe tracée dans la question 2 *non recouverte* par la courbe tracée dans la question 3 ?

