# La création d'un algorithme de calcul de position

Le panneau de contrôle du robot se présente ainsi :



On peut indistinctement piloter le robot :

* En coordonnées cartésiennes.
* En coordonnées articulaires.

D'un point de vue matériel seules les coordonnées articulaires sont envoyées au robot. Il faut donc lier les coordonnées cartésiennes aux coordonnées articulaires par des équations de cinématiques. Dans le cas ou Y est nul ces équations prennent la forme de :

$$\left\{\begin{array}{c}x=135.sin J2 +147.cos J3 +70\\ z=135.cos J2 -147.sin⁡(J3)\end{array}\right.$$

1. **La résolution directe**

Le problème des équations données est qu'elles donnent les positions X et Z en fonction des angles J2 et J3, or, on veut faire l'inverse. C'est-à-dire, connaître J2 et J3 en fonction de X et Z.

La manipulation des équations est assez complexe on vous donne donc J2 (les angles sont en radians) :



Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

1. Ouvrir une feuille de calcul dans un tableur (Excel par exemple).

2. Créer 2 cellules en **A1** et **A2**, nommées **x** et **z** et à côté taper **270** et **0** (ce sera les
valeurs à atteindre pour x et z) :



3. Ajouter une cellule en **A3** nommée **X** et à côté taper la formule : ***=(B1-70)^2***

4. Créer ensuite une cellule en **A4** nommée **J2** et à côté taper la formule de **J2**, c'est-à-dire :

**=pi()/2-Atan(B2/(B1-70))-Acos((B3+B2^2-3384)/(270\*racine(B3+B2^2)))**



**Remarque : Vous pouvez copier-coller**

**5.** Créer en **A5** une cellule nommée **J2** **degré** et à côté taper la formule pour convertir la
valeur en **radian** de la cellule **B4** en **degrés**. Détailler le contenu de la cellule ci-dessous :

= Cliquez ici

6. Créer en **A6** une cellule nommée **J3** et à côté taper la formule permettant de
déterminer **J3** disponible au début du texte de TP.

7. Créer en **A7** une cellule nommée **J3** **degré** et à côté taper la formule pour convertir la
valeur en **radian** de la cellule **B6** en **degrés**. Détailler le contenu de la cellule ci-
dessous :
 = Cliquez ici



8. Le robot est placé en **x=270**, **y=0** et **z=0**.

9. Voici les valeurs de **J2** et **J3** données par le logiciel Dobot, les comparer avec celles de **J2** degré et **J3** degré de votre tableur.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

10. Bouger le robot pour d'autres valeurs de **x** et **z** et de même opérer la comparaison entre
les valeurs **J2** et **J3** du logiciel Dobot et les valeurs de votre classeur (en pensant bien à
remplacer les valeurs de cellules **B1** et **B2** par celles correspondantes).

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

11. Dans votre tableur, taper les valeurs **x=500** et **z=0** :

12. Que se passe-t-il ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

13. Essayer d'atteindre cette position (**x=500** et **z=0**) avec le robot, que se passe-t-il et
pourquoi ?

La manipulation sera faite en groupe, mais à votre avis que va t'il se passer ?

**Méthode numérique à la main**

On va maintenant essayer une autre méthode pour trouver J2 et J3. Cette méthode numérique ne va pas nécessiter de modifier les équations données en début de TP comme pour la résolution directe. **Elle repose sur l'essai de valeurs de J2 et J3** jusqu'à ce que les valeurs calculées pour x et z correspondent le mieux à celles à atteindre.

Avant de l'automatiser on va schématiser cette méthode à la main.

14. Dans un nouveau tableur créer 2 cellules en **A1** et **A2**, nommées **Xconsigne** et **Zconsigne** et à cônté taper **300** et **0** (ce sera les valeurs à atteindre pour x et z) :



15. Ajouter en **A3** et **A4** les textes **J2test** et **J3test** ainsi qu'à leur côté les valeurs **45** et **45** :



16. En dessous en **A5** et **A6** ajouter les textes **J2rad** et **J3rad** ainsi qu'à leur côté la formule
de conversion des angles des cellules **B3** et **B4** en **radian**. Détailler le contenu des cellules
ci-dessous :

B5= Cliquez ici
B6= Cliquez ici

17. En **A7** et **A8** taper **Xcalculé** et **Ycalculé** :

18. En **B7** et **B8** utiliser les équations en début de TP pour calculer x et y
pour **J2rad** et **J3rad** :

19. Comparer x et y calculés avec x et y consignes.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

Pour trouver J2 test et J3 test il faut que les valeurs calculées correspondent à la consigne.

20. On vous donne le résultat pour J2test = 52.87°. Essayer à **tâtons** de trouver rapidement la valeur de J3 à 1° ou 2° près. (il faut que les **valeurs** **calculées** correspondent le mieux possible aux **consignes**).

J3= Cliquez ici

**3. Méthode numérique automatisée**

Pour être efficace dans la détermination de **J3** précédemment effectuée on peut suivre l'algorithme suivant :

* Essayer des valeurs de **J3** de **0°** à **100°** tous les **10°** : noter les 2 valeurs de **J3** où les

valeurs calculées sont les plus proches de la solution (consigne).

* Essayer des valeurs de **J3** entre les 2 valeurs précédemment trouvées tous les **1°**
* Les valeurs les plus proches de la solution sont celles retenues.

21. Essayer de trouver **J3** dans le classeur avec cette méthode, si vous ne l'avez pas

instinctivement employée.

J3= Cliquez ici

22. Ouvrir le classeur disponible en annexe : **Algorithme.xlsm**

23. A l'ouverture le bouton Optionsapparait : Cliquer dessus.

24. Choisir d'activer le contenu :

25. Aller dans les options d'Excel et choisir d'afficher l'onglet développeur dans le ruban
puis valider :

26. Aller dans l'onglet développeur et lancer **VisualBasic** :

27. Ouvrir le **Module1** qui se trouve dans le dossier Modules :

28. Exécuter la macro :

Tel quel le programme évalue une cellule erreur qui est la distance en millimètres entre le point calculé et le point consigne. Les 2 boucles **For** imbriquées font varier **J2test** et **J3test** tous les **10°**, puis mémorisent la meilleure combinaison (pour laquelle l'erreur est la plus faible).

29. Modifier le pas des boucles **For** pour un pas de **1°** (remplacer **Step 10** par **Step1**).
Exécuter le programme. Que se passe-t-il ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

30. Pour un pas de **10°** combien de calculs de **Xcalculé** et **Ycalculé** sont effectués
(combien d'itérations) ? Détailler.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

31. Pour un pas de **1°** combien de calculs de **Xcalculé** et **Ycalculé** sont effectués (combien

d'itérations) ? Détailler.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

D'un côté avec le pas de 10° on est rapide mais imprécis et de l'autre avec celui de 1°
on est lent mais très précis.
On va donc combiner les 2 techniques pour faire le meilleur compromis avec une
précision de 1° mais seulement 586 itérations :

A. On lance l'algorithme avec un pas de **10°**

B. On récupère **J2trouve** et **J3trouve** (variables de l'algorithme) les plus proches de la solution.

C. On lance une seconde recherche avec un pas de 1° entre J2trouve-9 et
 J2trouve+9 (idem pour J3 trouve)

D. On récupère J2trouve et J3trouve (variables de l'algorithme) les plus proches de la solution.

32. Remettre un pas de **10°** (**step 10**) dans les **2 boucles For**.

33. Copier les 2 boucles (Ctrl+c) :

34. Les coller juste en dessous :

35. Afin de correspondre aux étapes C et D du nouvel algorithme, modifier dans les 2 boucles collées les valeurs surlignées ci-dessous pour bien respecter ces nouvelles étapes
(à vous de réfléchir sur quoi renseigner) :

je remplace les 0 par Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

je remplace les 140 par Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

je remplace les Step de 10 par des Step de Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.

36. Lancer votre algorithme, il est "relativement" rapide et assez précis.

37. Dans le classeur taper comme valeurs consigne **xconsigne**=**500** et **zconsigne**=**0**
comme dans la question 19 avec la méthode directe.

46. Lancer alors votre algorithme. Cette fois le programme trouve une solution.

47. Regarder l'erreur entre la consigne et les positions calculées. Conclure sur les
avantages et inconvénients de la méthode directe et de la méthode numérique.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer vôtre réponse.