###### Fermeture géométrique système 4 barres

[A. Fermeture géométrique système 4 barres 1](#_Toc184726706)

[A.I. Schéma cinématique traité 2](#_Toc184726707)

[A.II. Fermeture géométrique 3](#_Toc184726708)

[A.III. Résolution dans le cas général 4](#_Toc184726709)

[A.III.1 Equation à résoudre 4](#_Toc184726710)

[A.III.2 Résolution numérique 4](#_Toc184726711)

[A.III.3 Passage à une équation du second degré 4](#_Toc184726712)

[A.III.4 Cas 5](#_Toc184726713)

[A.III.4.a Cas 5](#_Toc184726714)

[A.III.4.b Cas 5](#_Toc184726715)

[A.III.5 Résolution de l’équation du second degré 6](#_Toc184726716)

[A.III.5.a Equation dégénérée 6](#_Toc184726717)

[A.III.5.a.i Cas 1 : 6](#_Toc184726718)

[ Cas 6](#_Toc184726719)

[ Cas 7](#_Toc184726720)

[A.III.5.a.ii Cas 2 : 8](#_Toc184726721)

[A.III.5.b Equation non dégénérée 8](#_Toc184726722)

[A.III.5.b.i Discriminent 8](#_Toc184726723)

[A.III.5.b.ii Condition d’existence des solutions réelles 9](#_Toc184726724)

[A.III.5.b.iii Solutions 9](#_Toc184726725)

[A.III.6 Bilan de la solution générale 10](#_Toc184726726)

[A.IV. Résolution dans le cas particulier et 11](#_Toc184726727)

[A.IV.1 Schéma cinématique simplifié 11](#_Toc184726728)

[A.IV.2 Méthode générale 11](#_Toc184726729)

[A.IV.3 Méthode équation 13](#_Toc184726730)

[A.IV.4 Affichage des solutions 15](#_Toc184726731)

[A.V. Résolution dans le cas particulier 16](#_Toc184726732)

[A.V.1 Schéma cinématique simplifié 16](#_Toc184726733)

[A.V.2 Méthode générale 16](#_Toc184726734)

[A.V.3 Méthode équation 17](#_Toc184726735)

[A.V.4 Affichage des solutions 18](#_Toc184726736)

# Schéma cinématique traité

# Fermeture géométrique

Projection dans la base 0 pour obtenir la relation

Equation à résoudre issue de la projection de la fermeture géométrique dans la base 0 :

Remarque : pour une relation entre 2 autres angles, on mettra en place la même équation par projection dans une base bien choisie

# Résolution dans le cas général

**Merci à Roberto Pinciroli (collègue de Maths) qui m’a donné la marche à suivre ;)**

## Equation à résoudre

sont des paramètres réels et . On cherche

## Résolution numérique

Il est possible de résoudre cette équation avec une méthode de newton ou dichotomie.

## Passage à une équation du second degré

Posons :

Attention, on exclue la solution , il faudra donc en premier lieu vérifier si la solution est solution de l’équation.

L’équation devient :

## Cas

Etudions le cas où :

Les solutions ne peuvent exister que dans le cas :

C’est-à-dire :

solution existe uniquement ⇔ équation du second degré dégénérée

### Cas

L’équation devient :

Tout est solution de l’équation pour si

### Cas

La solution existe si

## Résolution de l’équation du second degré

### Equation dégénérée

L’équation devient :

Remarques :

#### Cas 1 :

L’équation devient :

Alors, la solution est : si

Pour que ce soit possible, comme , il faut forcément :

##### Cas

Remarque : Si , alors , d’où

Donc, si , la condition pour que tout soit solution est , ce qui donne

Et on a :

##### Cas

Si , , soit là aussi la condition :

Soit :

Attention, soit c’est tout plus, soit c’est tout moins

Or, , C’est donc uniquement le cas

Soit la condition :

#### Cas 2 :

### Equation non dégénérée

#### Discriminent

#### Condition d’existence des solutions réelles

Posons

Il faut :

#### Solutions

## Bilan de la solution générale

|  |
| --- |
|  |
|  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |  | |
|  | |  | |
|  |  |  | |
|  |  | | | |
|  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | *Prolongement de la solution générale de l’une de ses 2 solutions* | |
| *Prolongement de la solution générale de l’autre de ses 2 solutions* | | |

On pourra consulter le modèle SolidWorks et le fichier Excel qui trace ces solutions afin de se convaincre de leur justesse ;)

Seuls les 2 prolongements de la solution générale ne sont pas pris en compte (si par hasard on passe par la valeur de x associée, un point sera faux, mais ça se voit bien !)

J’ajoute une annexe en fin de document avec une démonstration différente proposée par un collègue en 2024.

# Résolution dans le cas particulier et

## Schéma cinématique simplifié

## Méthode générale

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |
|  |  | *Prolongement de la solution générale de l’autre de ses 2 solutions* |

## Méthode équation

## Affichage des solutions

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

# Résolution dans le cas particulier

## Schéma cinématique simplifié

## Méthode générale

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |  |
|  | |  |
|  |  |  |

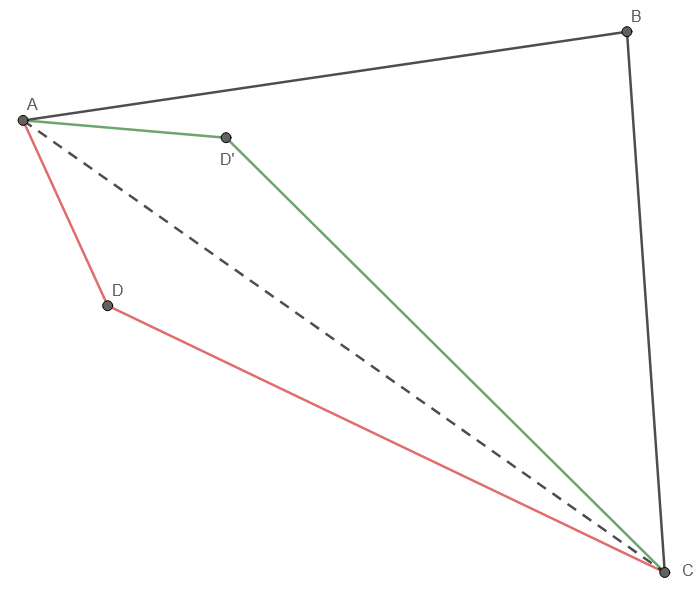
## Méthode équation

Appelons :

## Affichage des solutions

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

ANNEXE



Proposition de résolution d’un collègue, Frédéric DIJON, aidé de son collègue de Maths Salvatore TUMMARELLO, en décembre 2024.

On cherche les solutions (rouge) et (vert) connaissant . , et donc sont fixes.

Deux angles sont définis pour les calculs : et avec

Nous avons deux configurations possibles : & .

Par fermeture géométrique, on obtient :

On pose , angle introduit sur le schéma, vérifiant :

Donc :

Pour la configuration , nous avons finalement :

D’autre part, nous pouvons démontrer facilement que et sont symétriques par rapport à (car et sont équidistants de et ) donc la droite est bissectrice de l’angle ). Il vient donc que :

Pour finir, concernant la configuration , nous avons :