En méca, du nouveau !

Le ROTULAGE n’est-il pas au GUIDAGE

ce que

la SPÉCIFICATION GÉOMÉTRIQUE est au TOLÉRANCEMENT ?

1. **INTRODUCTION**

Encore aujourd’hui, la subjectivité prédomine largement quant au dimensionnement d’un rapport de guidage ; certains conditionnant arbitrairement une précision de guidage à une valeur de 1,5, d’autres assurant qu’un rotulage n’est possible que pour des valeurs inférieures à 1, voire 0,5…

Il sera ici question de quantifier une valeur dimensionnelle critique à partir de laquelle un guidage sera réputé rotulant ou précis.

Les besoins rapportés au guidage et l’outil présenté ne s’appliquent qu’aux guidages par contacts direct, coussinets et autres paliers

1. **DÉFINITION DU ROTULAGE**
2. **Paramétrage d’un guidage**

Le rotulage, une conséquence cinématique de l’existence d’un jeu fonctionnel « J »:

D

d

α

L

Moyeu

Arbre

D

d

L

J

Arbre

Moyeu

⮚ Guidage : Dispositif matériel encadrant des mouvements relatifs entre pièces

⮚ Liaison : Modélisation cinématique d’un guidage

⮚ Arbre : Pièce contenue du guidage de section constante mais de géométrie variable

⮚ Moyeu : Pièce contenante du guidage de section constante mais de géométrie variable

⮚ Jeu fonctionnel « J » : Espace entre pièces nécessaire à leur mouvement relatif

⮚ Longueur de guidage « L »: Dimension axiale entre extrémités d’un guidage

⮚ Dimension transversale d’arbre « d »: Dimension radiale de l’arbre

⮚ Dimension transversale du moyeu « D »: Dimension radiale du moyeu

**Rotulage « α »** : Débattement angulaire radial entre moyeu et arbre

⮚

1. **Grandeurs de première importance**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Paramètres dimensionnels du guidage | | |
| Dimension | Transversale  « d » | Jeu  fonctionnel  « J » | Longueur de guidage  « L » |
| Définie  d’après | Des critères dynamiques et de rdm | Les conditions fonctionnelles du guidage | Des critères souvent subjectifs de précision de guidage |
| MODIFIABLE ? | NON | NON | OUI |

1. **PRÉSENTATION DE L’OUTIL D’ANALYSE DU ROTULAGE**

L’outil se résume à une analyse de courbe **α = f(L) :**

**Avec :** ⮚ α : Variable de sortie (rd), L: Variable d’entrée (mm), d et J étant des constantes.

⮚ et : Paramètres

1. **Graphe du rotulage pour un jeu fonctionnel donné**

L autorisant un

**Guidage de précision**

0

Courbe de rotulage :

α = f(L)

pour un Jeu fonctionnel donné

Angle de rotulage α (rd)

Longueur de guidage L (mm)

**Longueur de guidage critique**

Tangentes

L autorisant un

**Rotulage**

1. **Graphe asymptotique pour un ajustement donné**

0

Rotulage pour un ajustement donné

Jmini

Jmaxi

Longueur de guidage L (mm)

Angle de rotulage α (rd)

L autorisant un Rotulage négligeable

L autorisant un Rotulage relatif

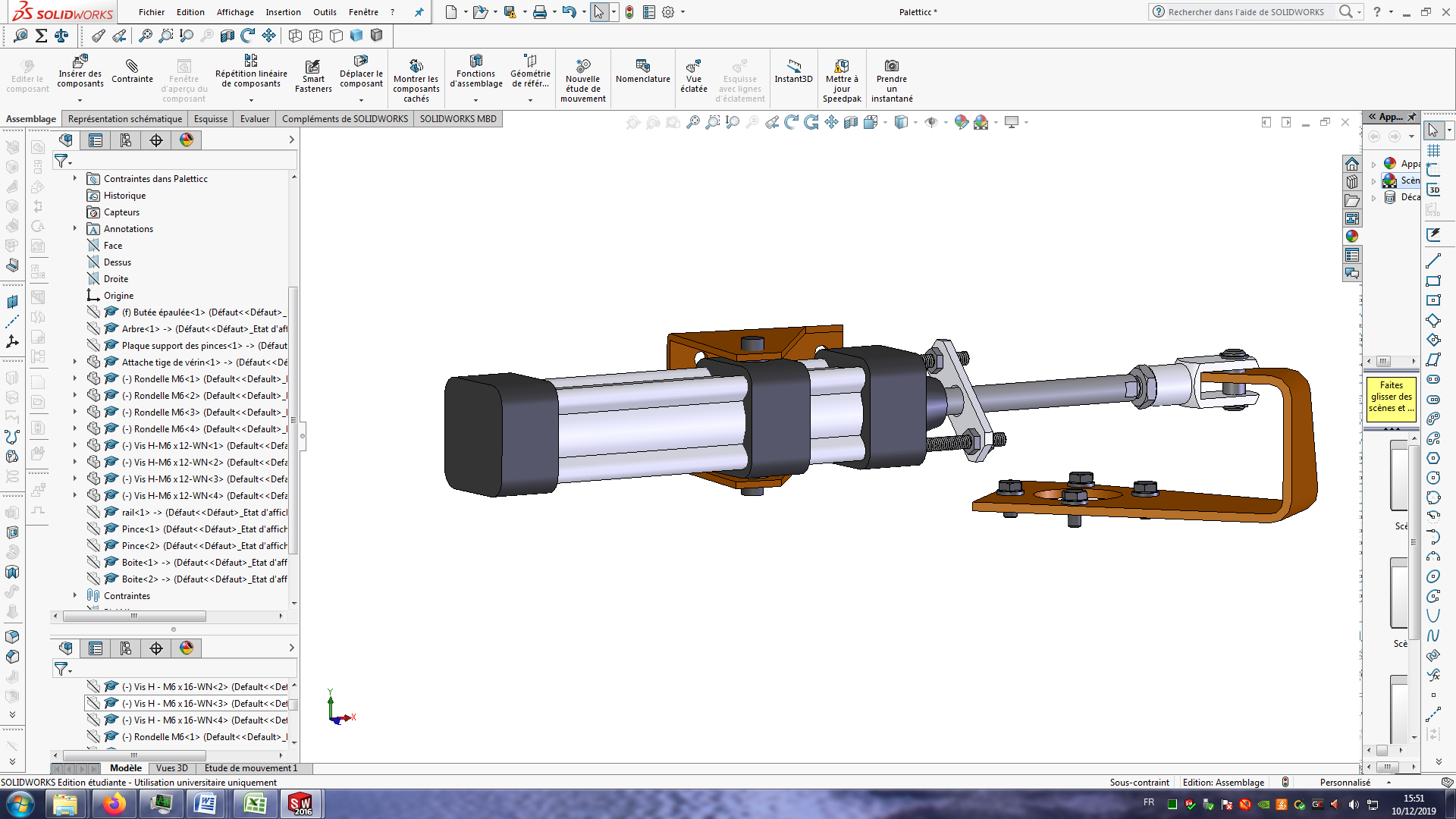
L autorisant un Rotulage maxi

L critique

1. **Usagers de l’outil**

Les usagers potentiels de cet outil d’analyse du rotulage comprennent tous les concepteurs-mécaniciens au sens large, mais aussi les techniciens de maintenance et les enseignants.

1. **APPLICATION À LA DÉTERMINATION D’UNE LONGUEUR CRITIQUE**
2. **Liaison à dimensionner**





*Chape*

*Axe de Chape*

*Levier de manœuvre*

D

D

*Levier de manœuvre*

*Axe de chape*

d=Ø10 H11e8

L

D

E

C

D

B

*Levier de manœuvre*

*Tige de vérin*

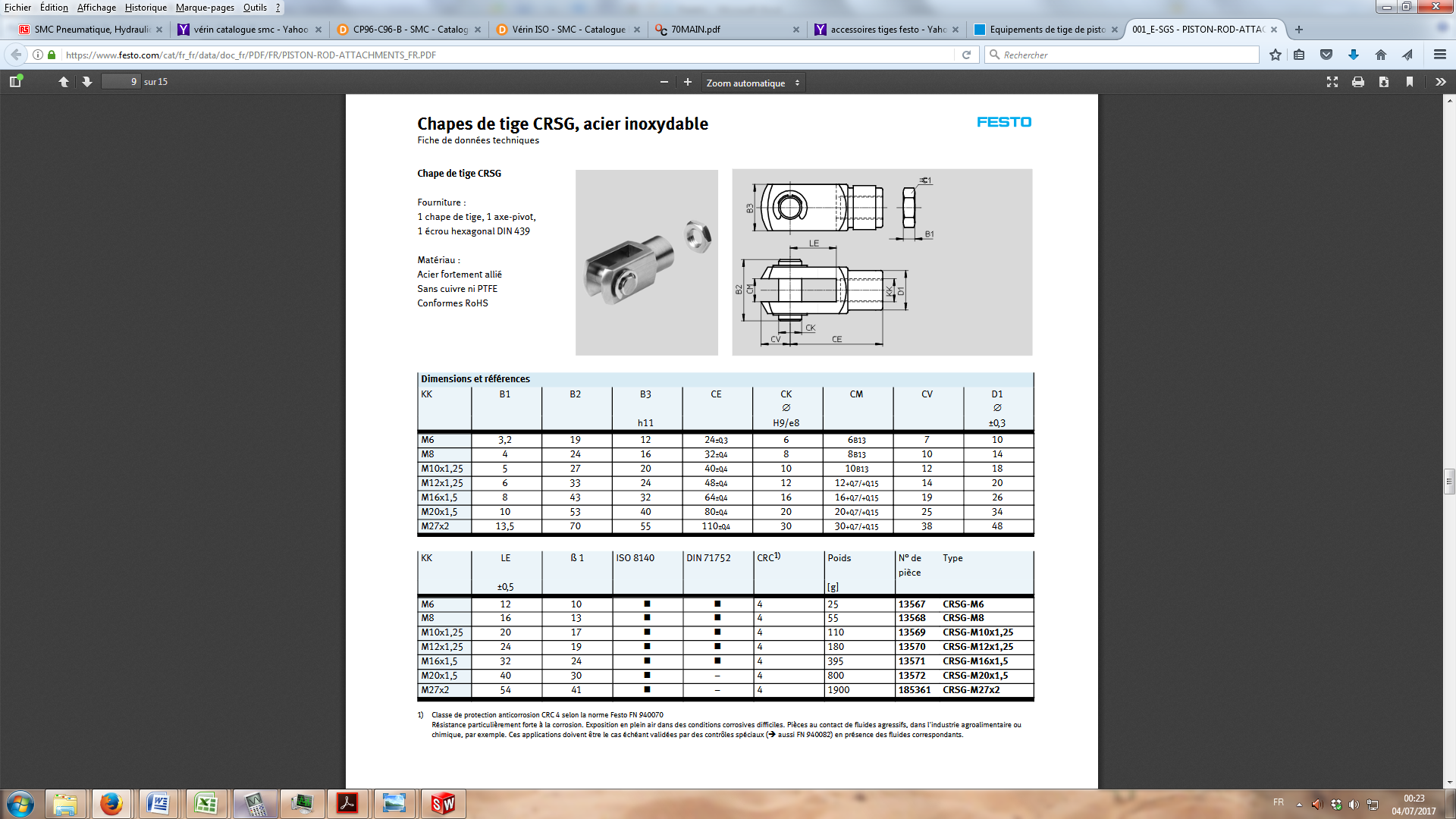
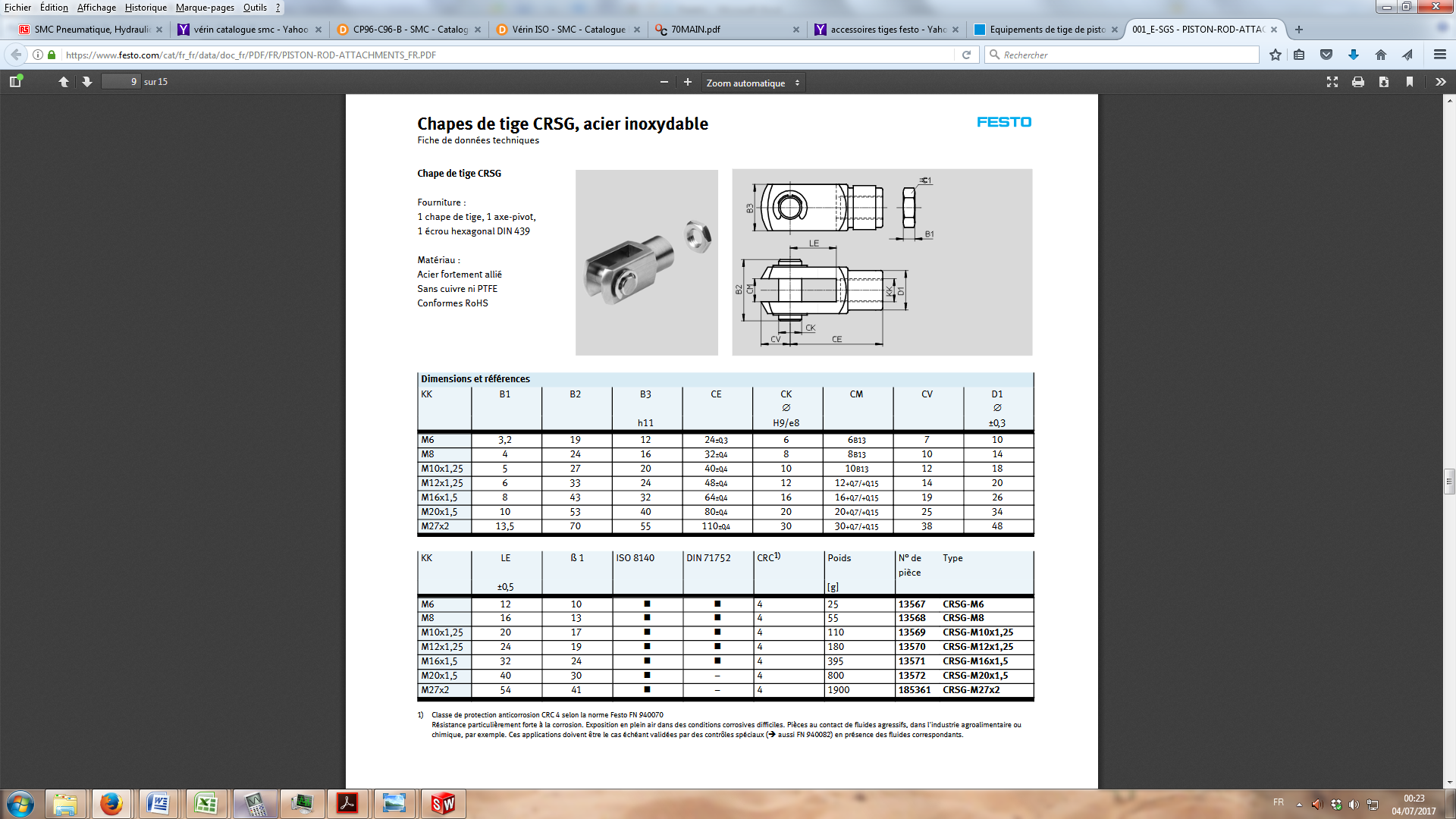
*Corps de vérin*

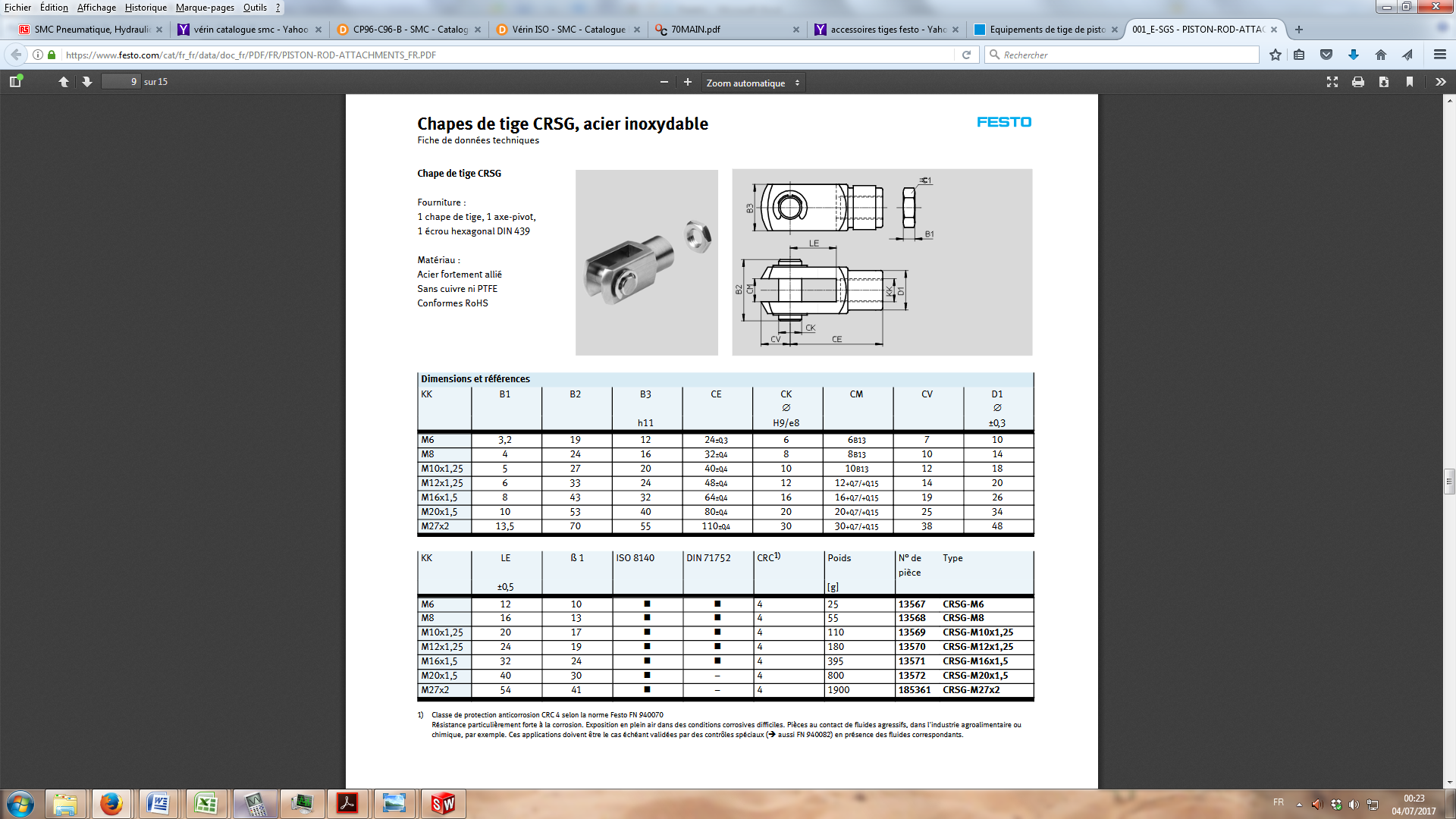
*Bâti*

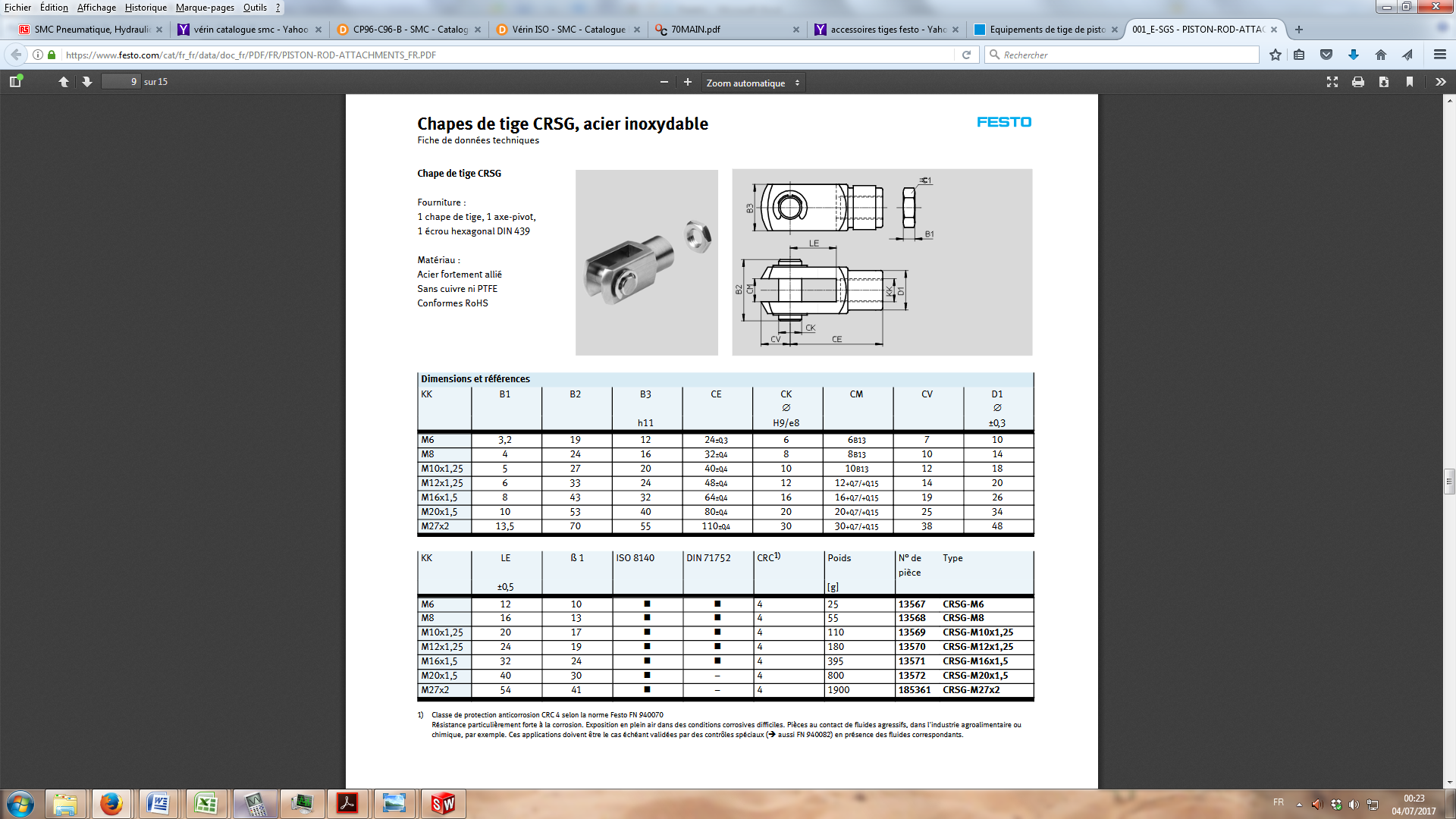
**Problématique ISOSTATIQUE** : Quelle est la longueur de guidage entre l’*axe de chape* normalisé et le *levier de manœuvre* de centre D satisfaisant les conditions cinématiques d’une linéaire annulaire ?

1. **Détermination dimensionnelle du guidage**

Les pièces constituantes de la liaison sont l’*axe de chape* normalisé et le *levier de manœuvre*.







*Axe de chape* : ∅10e8

*Levier de manœuvre*: Issu d’une tôle, le perçage sera effectué par un foret ∅10 sans finition par alésoir. Trou obtenu : ∅10H11

**Problématique dimensionnelle:** La longueur de guidage est générée par l’épaisseur de la tôle constitutive du levier de manœuvre. Quelle doit-être l’épaisseur de cette tôle ?

1. **Courbe de rotulage et interprétation**

Longueur de guidage L (mm)

0,001

0,01

0,1

1

0

0.05

0.1

0.15

0.2

0.25

0.3

Angle de rotulage α (rd)

10

Jmini=0,025mm

Linéaire-annulaire

Ajustement

**∅**10H11e8

L critique =

6,6 mm

Pivot-glissant

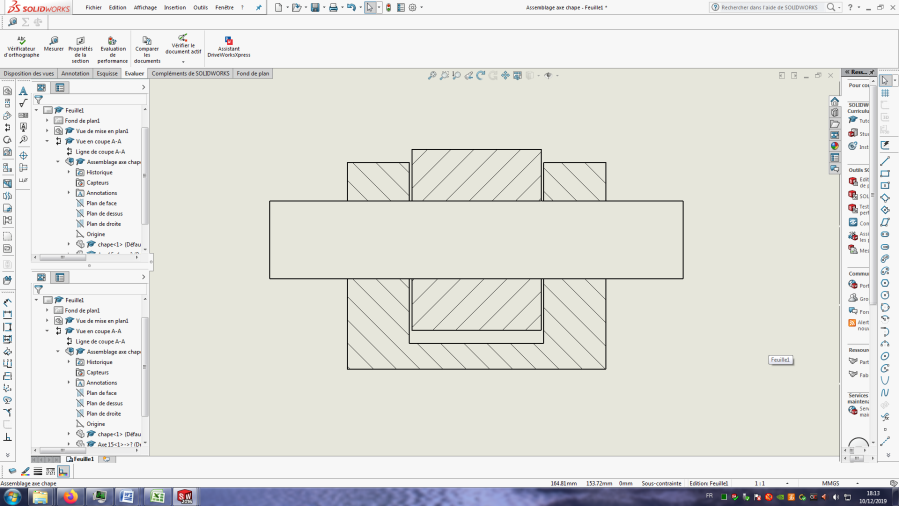
Jmaxi=0,137mm

**Interprétation :** La longueur critique du guidage est de 6,6mm. Une longueur de guidage de 5mm correspondant à une tôle percée d’épaisseur 5 mm satisfait l’isostatisme du mécanisme.

1. **UN OUTIL D’ANALYSE DES GUIDAGES AUX APPLICATIONS MULTIPLES**

**Exemples d’application non exhaustifs :**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Évaluer la précision d’un guidage | Modéliser un guidage par une liaison | Transformer une liaison | Définir une liaison équivalente à un ensemble de guidages | Définir le degré d’hyperstatisme d’un mécanisme | Faire évoluer le degré d’hyperstatisme d’un mécanisme |
| GUIDAGE(S) | L | L | L | L  b | L | L |
| MODÉLISATION  CINÉMATIQUE |  | ou |  | Équivalent à : | Équivalent à : | ou |
| Mode  d’action | Définir  α en fonction de L | Comparer L à LCritique | Faire varier L  L  L | Ex :Guidages parallèles  LÉqui=L+b+L | Ex :Montage en chape  ms= - 4 | Faire varier L  L  L |
| GRAPHE DE ROTULAGE | α →0 rd  L (mm)  α (rd)  Guidage haute précision  L critique  0 | Linéaire annulaire  Pivot glissant  L critique  L (mm)  α (rd)  0  L**>** LCritique  L**<** LCritique | L critique  L (mm)  α (rd)  0  L  L | Linéaire annulaire  Pivot glissant  L critique  L (mm)  α (rd)  0  LEqui  L | Pivot glissant  L critique  L (mm)  α (rd)  0  L  LÉqui | Linéaire annulaire  Pivot glissant  L critique  L (mm)  α (rd)  0  L**>** LCritique  L**<** LCritique |

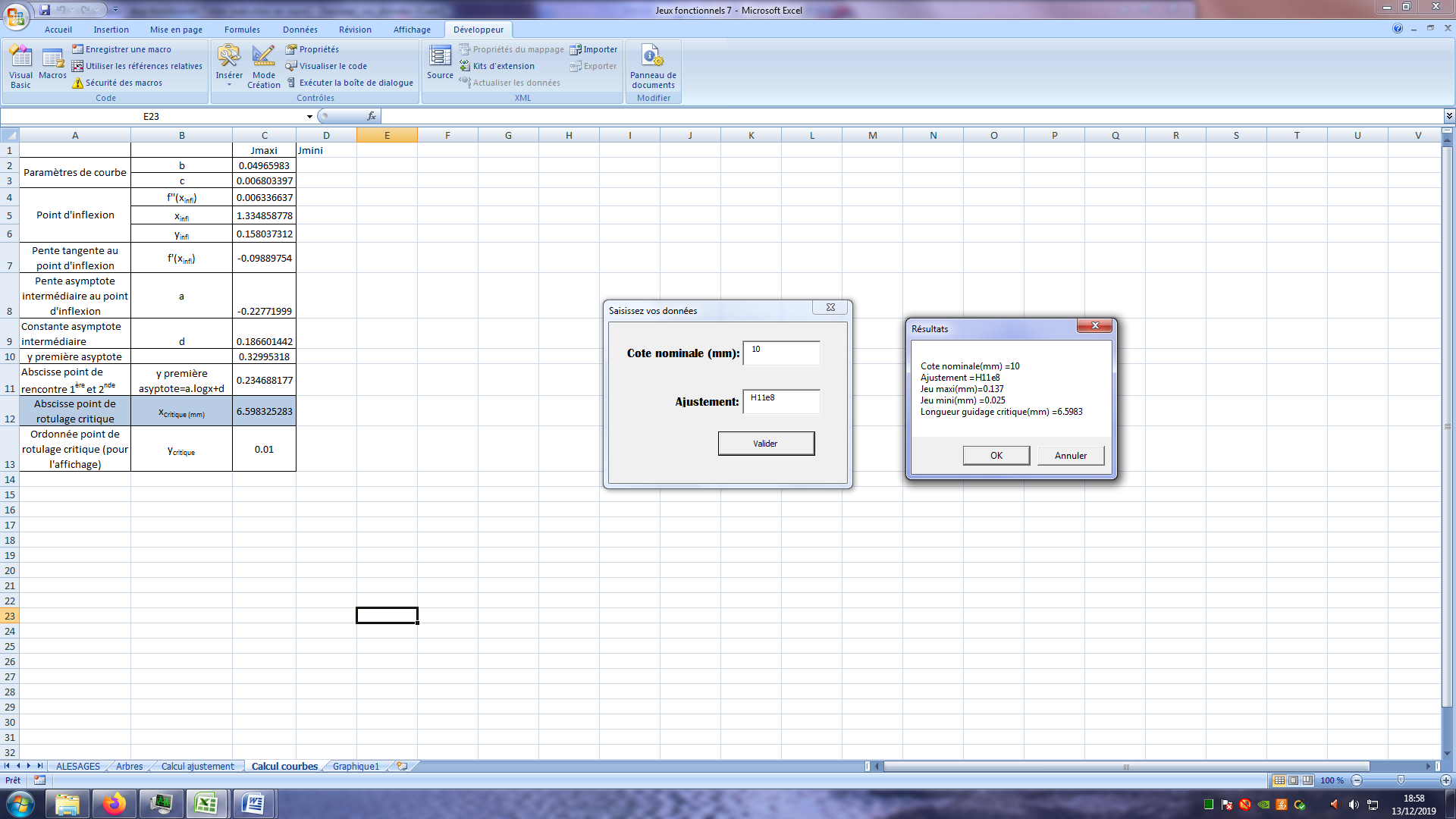


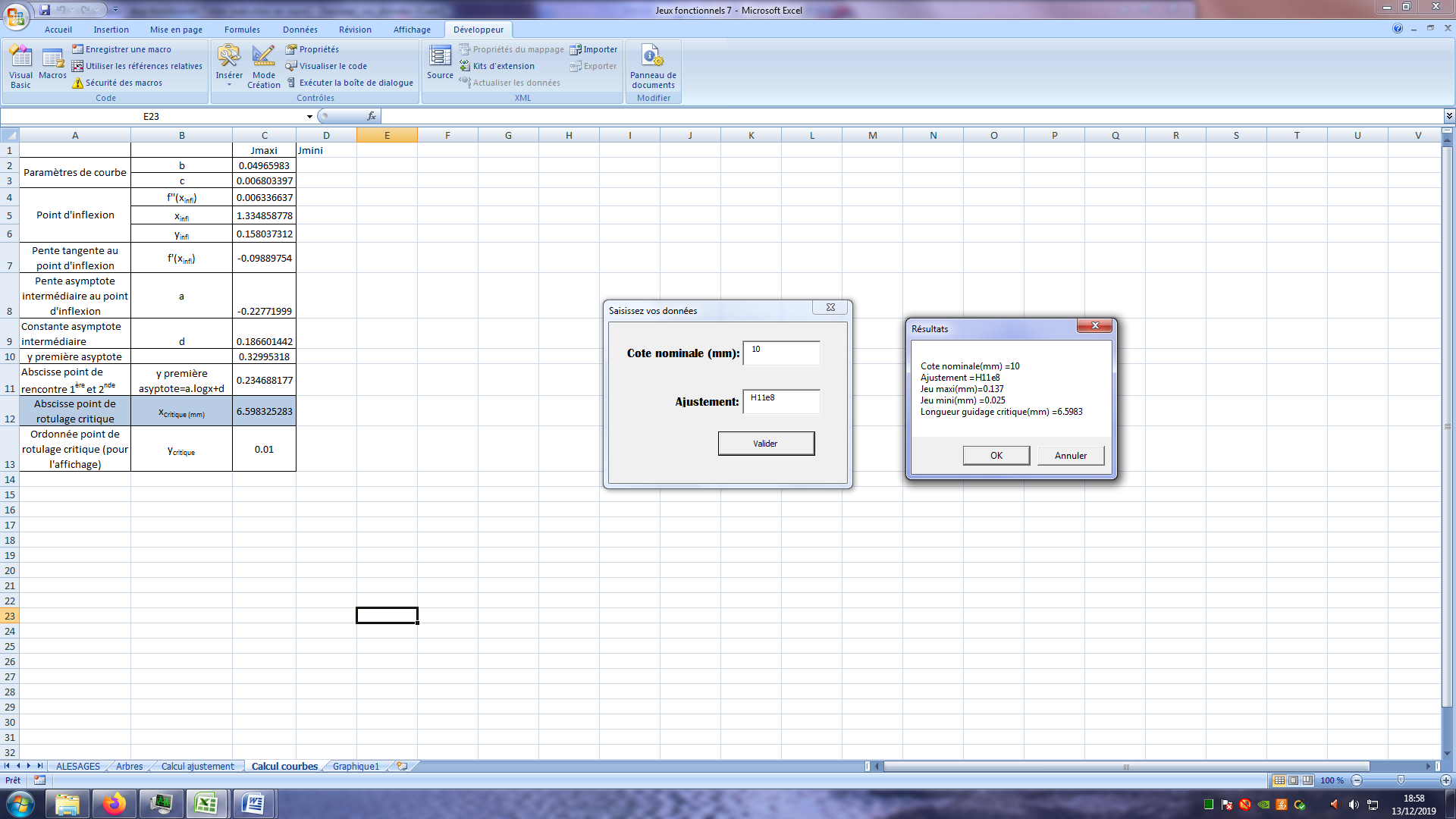
1. **TRANSFORMATION CINÉMATIQUE D’UN GUIDAGE**

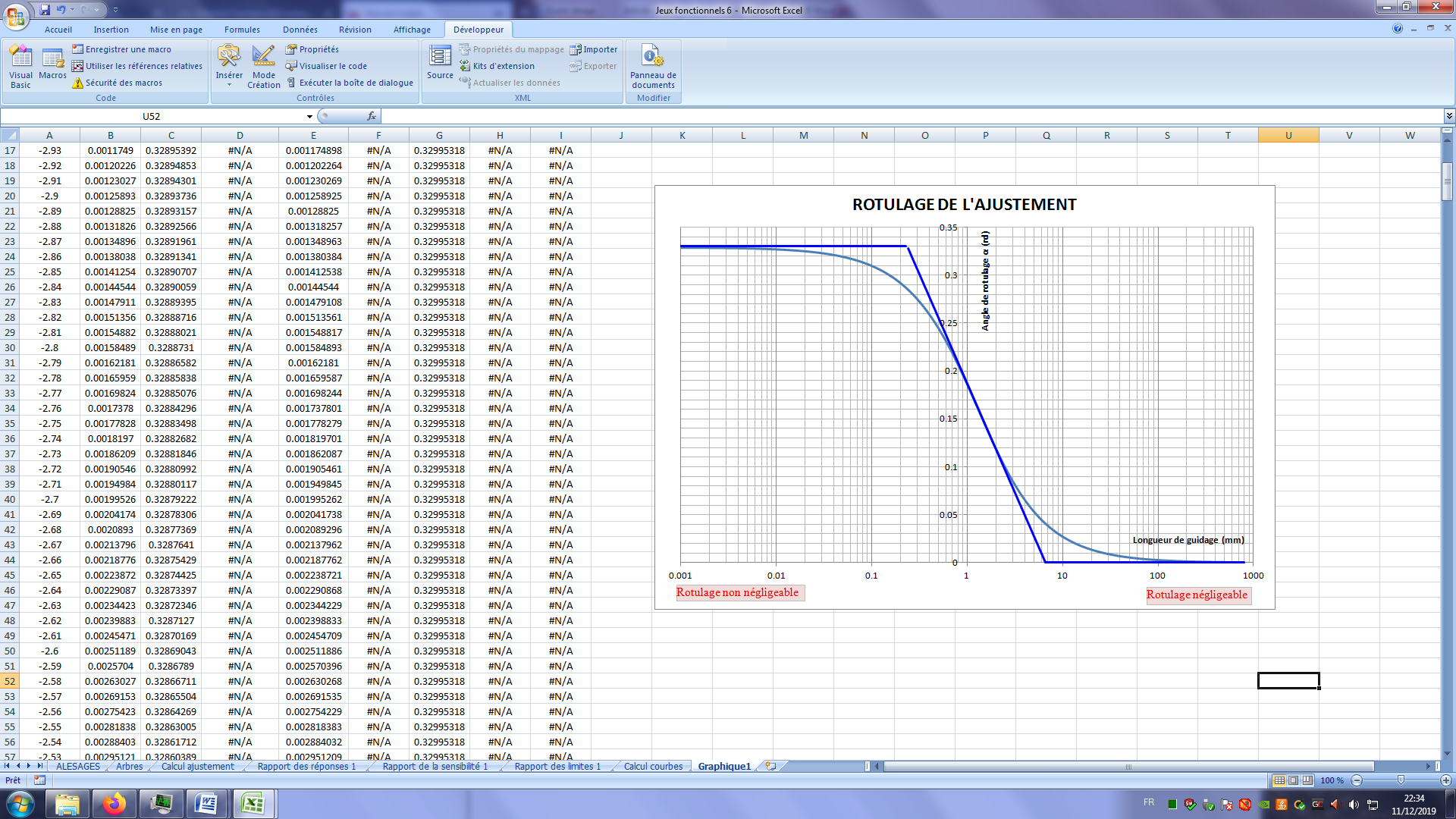
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ROTULAGE POSSIBLE** | **GUIDAGE PRÉCIS** |
| GRAPHE  ASYMPTOTIQUE | 0  Rotulage pour un ajustement donné  Jmini  Jmaxi  Longueur de guidage L (mm)  Angle de rotulage α (rd)  L critique  Diminution de L  Augmentation de L | |
| ACTION SUR LA **LONGUEUR** DE GUIDAGE |
| GUIDAGE **SANS** BUTÉES AXIALES | LINÉAIRE-ANNULAIRE | PIVOT-GLISSANT |
| GUIDAGE **AVEC** BUTÉES AXIALES | ROTULE | PIVOT |

1. **ACCESSIBILI TÉ ET CONVIVIALITÉ DE L’ OUTIL NUMÉRIQUE**

Une application numérique développée en VBA sous Excel permet de quantifier rapidement le guidage étudié :



1. **– Saisie des données de l’ajustement**
2. **– Résultats principaux**
3. **– Affichage des résultats et du graphe asymptotique**



**10H11e8**

L critique =

6,6 mm