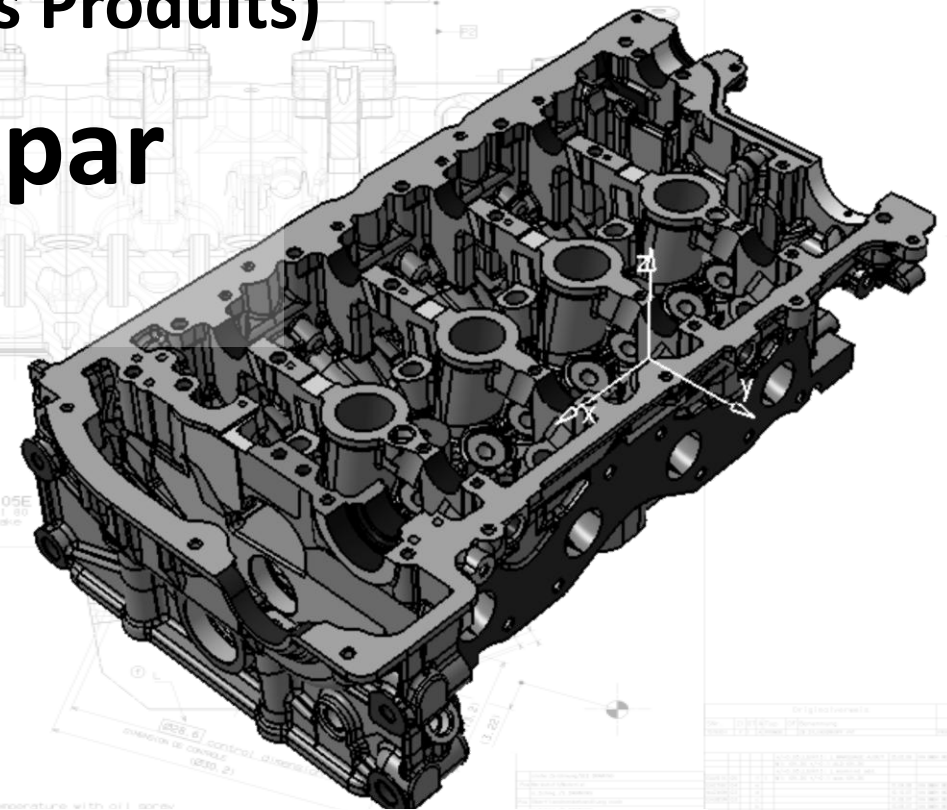


(Spécification Géométrique des Produits)

Tolérancement par gabarits



Avec l'autorisation de Stellantis

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Les différentes spécifications

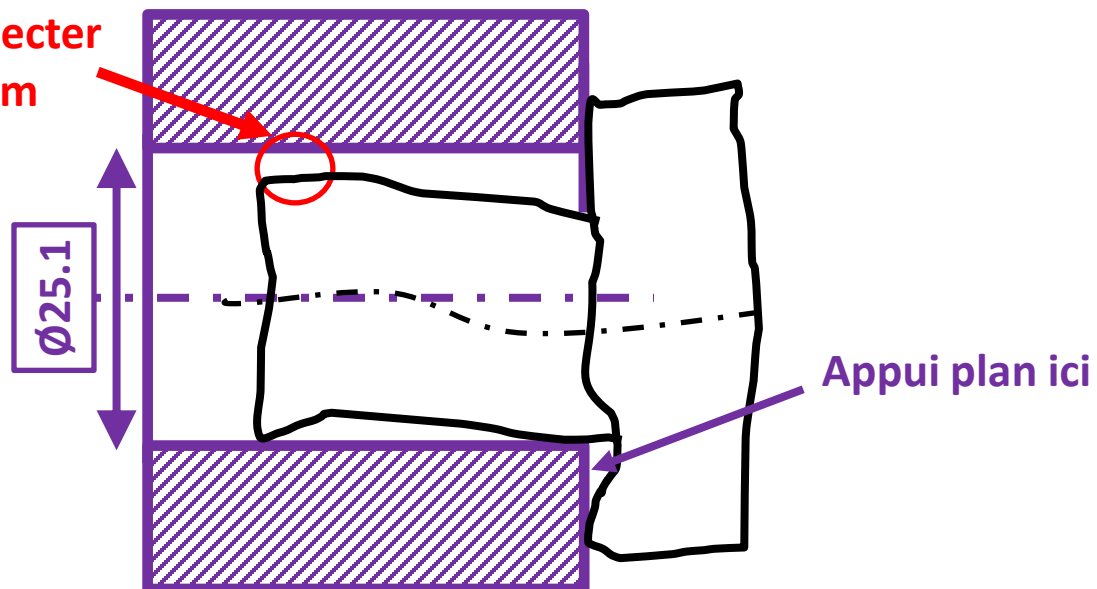
Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Partie_01 : Interprétation d'une spécification par gabarit

Intention du concepteur : une fois la pièce
montée et en appui sur le plan :
garantir un Jmini de 0.05 mm
entre les surfaces cylindriques

**Jmini à respecter
= 0.05 mm**

Nota : pour les explications,
il sera considéré que
l'alésage est idéal et de
diamètre **25.1 mm**



TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

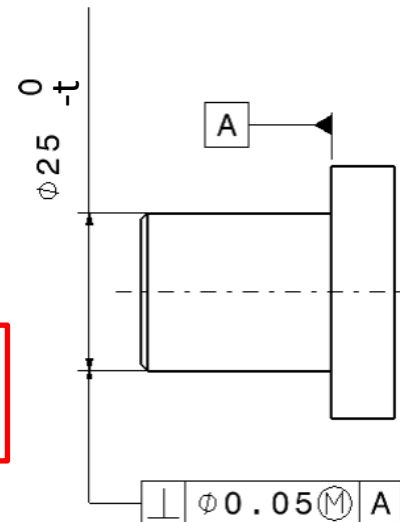
Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Intention du concepteur : une fois la pièce
montée et en appui sur le plan :
garantir un Jmini de 0.05 mm
entre les surfaces cylindriques



Ecriture proposée par le
concepteur



Critique de l'écriture : La norme demande que la flèche soit dans le prolongement de la ligne de Taille
(analogie avec les spécifications géométriques) **MAIS**
ici **l'élément tolérancé est l'élément intégral réel : la surface cylindrique**
et non l'élément dérivé. Mais la norme demande d'écrire la spécification ainsi.

Nota : Avec l'exigence d'enveloppe, l'intention de garantir un **Jmini** est identique **MAIS**
ici en plus, le gabarit doit être orienté par une référence

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

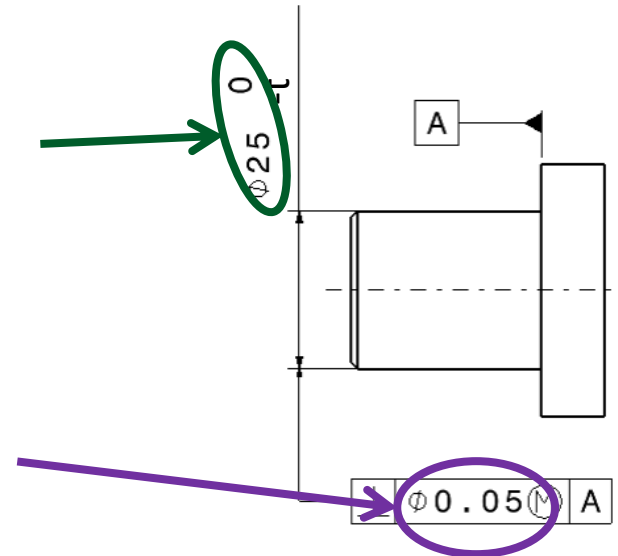
Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

L'élément extrait de l'élément tolérancé ne doit pas dépasser l'état virtuel au maximum de matière (MMVC = Maximum Material Virtual Caliber) qui est à la dimension virtuelle au maximum de matière (MMVS).

Le MMVC est orienté et/ou positionné suivant la spécification et les éléments de situations définis par les références spécifiées

MMVS (Maximum Material Virtual Size) : dimension due aux effets combinés de la dimension au maximum de matière (MMS = Maximum Material Size), d'une entité dimensionnelle ET...

...de la tolérance géométrique (forme, orientation ou position) donnée la valeur indiquée dans le cadre de tolérancement de la même entité dimensionnelle.



Ici MMVS=25.05

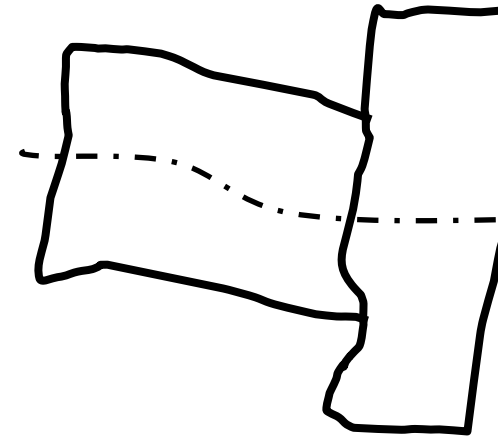
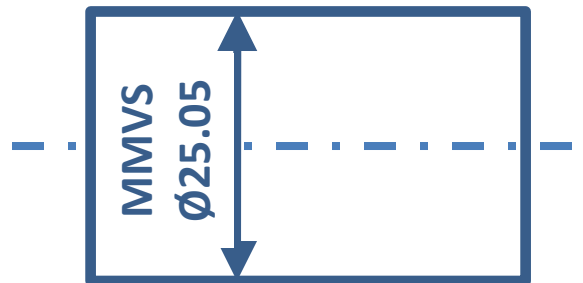
TOLERANCEMENT PAR CALIBRE

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

1^{ere} méthode d'interprétation



Etat virtuel au maximum de matière :
MMVC au diamètre MMVS

Pièce réalisée : élément intégral réel

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

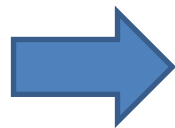
Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

2^{eme} méthode d'interprétation

1. Référence spécifiée associée à l'élément de référence
(fonction objectif : moindre carré / contrainte : extérieur matière [GE])

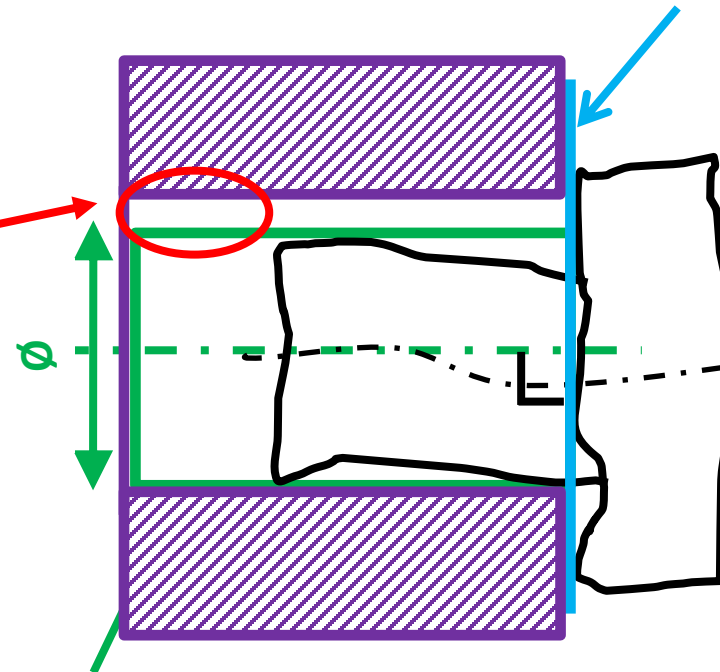
3. Si $\emptyset \leq \text{MMVS}$



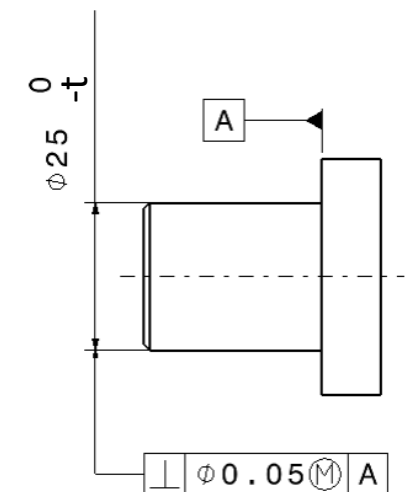
**J_{mini} par rapport
à l'alésage garanti !**

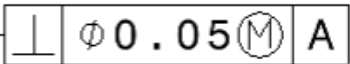


FTE respectée



2. Construction d'un cylindre idéal de diamètre "Ø"
(Contrainte : perpendiculaire à la Référence Spécifiée / fonction objectif : [N])



Spécification :			
NON IDEAL		IDEAL	
Elément(s) Tolérancé(s) (obligatoire) Surface non-idéale nominale cylindrique	Elément(s) de Référence(s) (si nécessaire) A : Surface non-idéale nominale plane	Elément associé à (aux) élément(s) de référence(s) Plan idéal	Elément de Situation de l'élément associé [PT] [SL] [PL] [PL]
		Primaire Forme et contrainte(s) interne(s) : Plan idéal	
		Critère d'association : Gaussien Externe : [GE]	
		Secondaire Forme et contrainte(s) interne(s) : Contrainte(s) externe(s) : Critère d'association :	
		Tertiaire Forme et contrainte(s) interne(s) : Contrainte(s) externe(s) : Critère d'association :	
IDEAL Elément d'évaluation Nombre, forme et contrainte(s) interne(s) si besoin : Cylindre idéal Contrainte externe(s) (orientation et/ou position par rapport aux éléments de situations) : Perpendiculaire à [PL] Fonction objectif (nécessaire si tous les ddl ne sont pas bloqués, associe l'élément d'évaluation à l'élément tolérancé) : Plus petit circonscrit : [N]			
Condition de conformité			
Caractéristique (type de grandeur à évaluer)	Condition uni-limite		
Ø : diamètre de l'élément d'évaluation	Ø ≤ MMVS (25.05 mm)		
		Classe d'invariance et Eléments de situation finaux : Plane – [PL]	

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

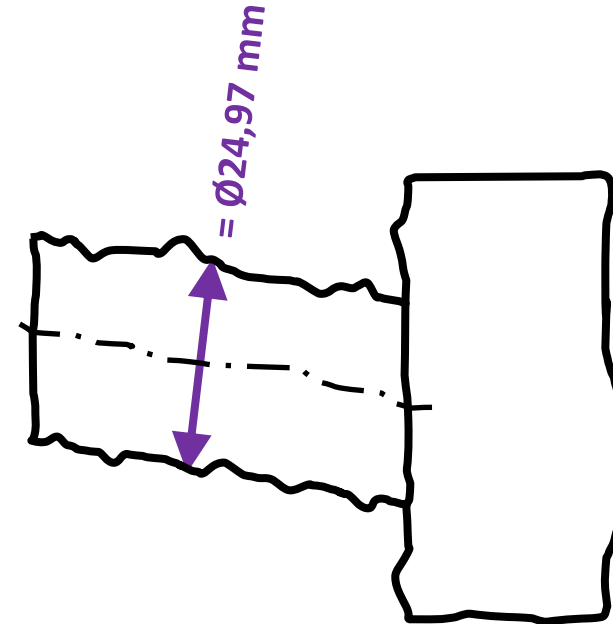
Conséquence d'utiliser le maximum de matière

Si **"les"** diamètres sont tous = au LMS (Lower Material Size) =
dimension au **"minimum de matière"**...



Nota : cela signifierait que toutes les distances entre les
paires de points opposés
sont = 24.97 mm...

Evidemment ce cas n'existerait pas en réel... nous nous
mettons dans cette configuration particulière pour
dérouler les explications



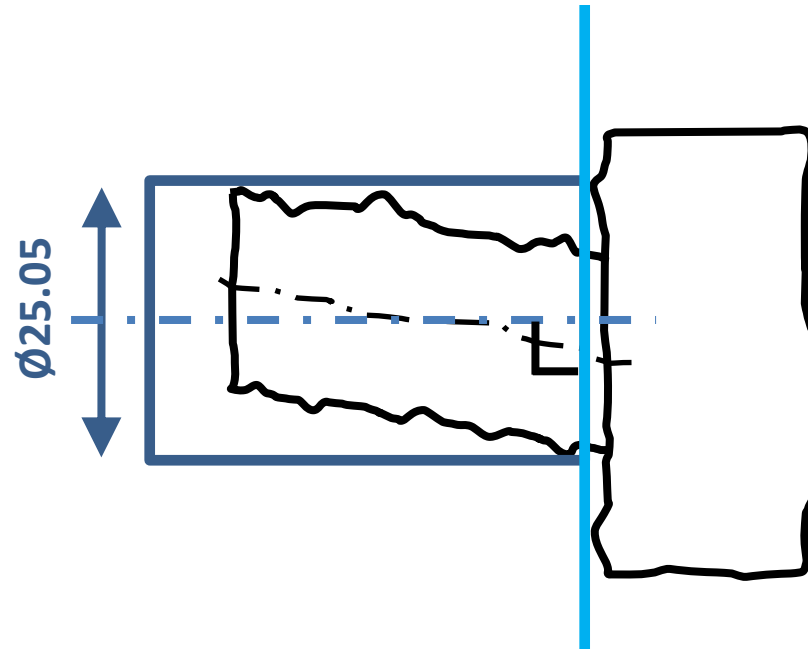
TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Conséquence d'utiliser le maximum de matière



...le montage est possible dans le
MMVC...

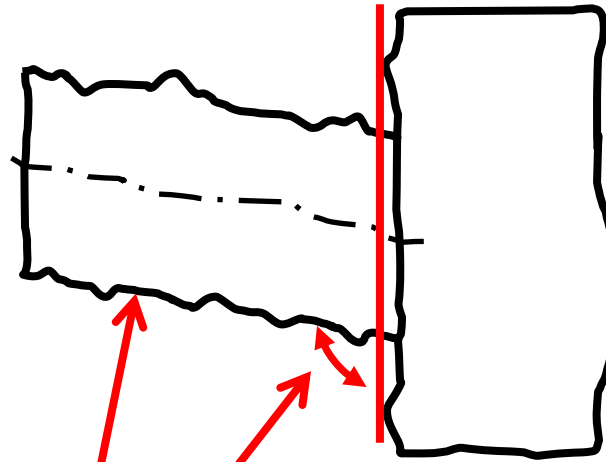
TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Conséquence d'utiliser le maximum de matière



...même si la forme de l'élément intégral
ET son orientation ne sont pas idéaux

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

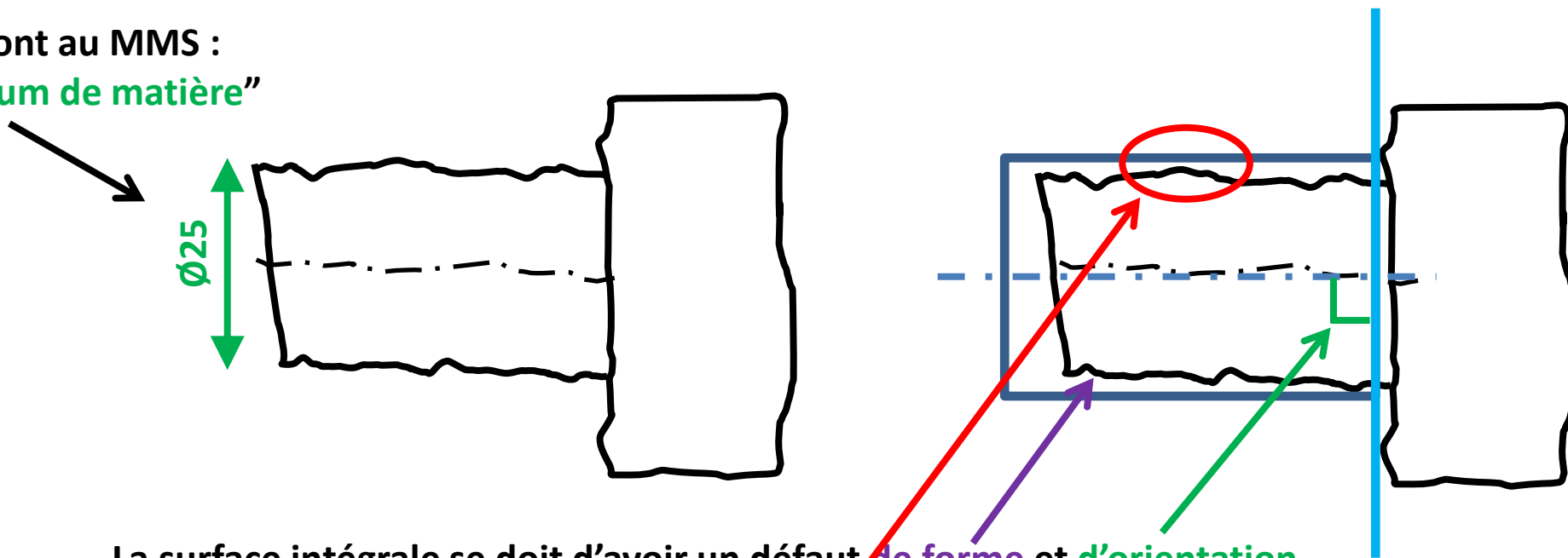
Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Conséquence d'utiliser le maximum de matière

Si "les" diamètres sont au MMS :
dimension au "maximum de matière"



La surface intégrale se doit d'avoir un défaut de forme et d'orientation
"réduit" pour garantir le Jmini... :

Interdépendance entre la taille / la forme et l'orientation

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

La FTE demande de garantir un **Jmini**,
afin de garantir ce **Jmini**,



il convient de travailler directement sur
l'élément intégral dans sa globalité



Il y a alors **interdépendance** entre
la Taille et la Géométrie
(forme et orientation dans cet exemple)

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Notation **DIRECTE**

Depuis 2021, il est possible d'indiquer directement la valeur du MMVS pour un élément tolérancé.

La norme stipule que **cette valeur est celle qui fait foi.**
Elle est à la responsabilité du concepteur :

⊥	Ⓜ	[ϕ 25.05]	A
---	---	-----------------	---

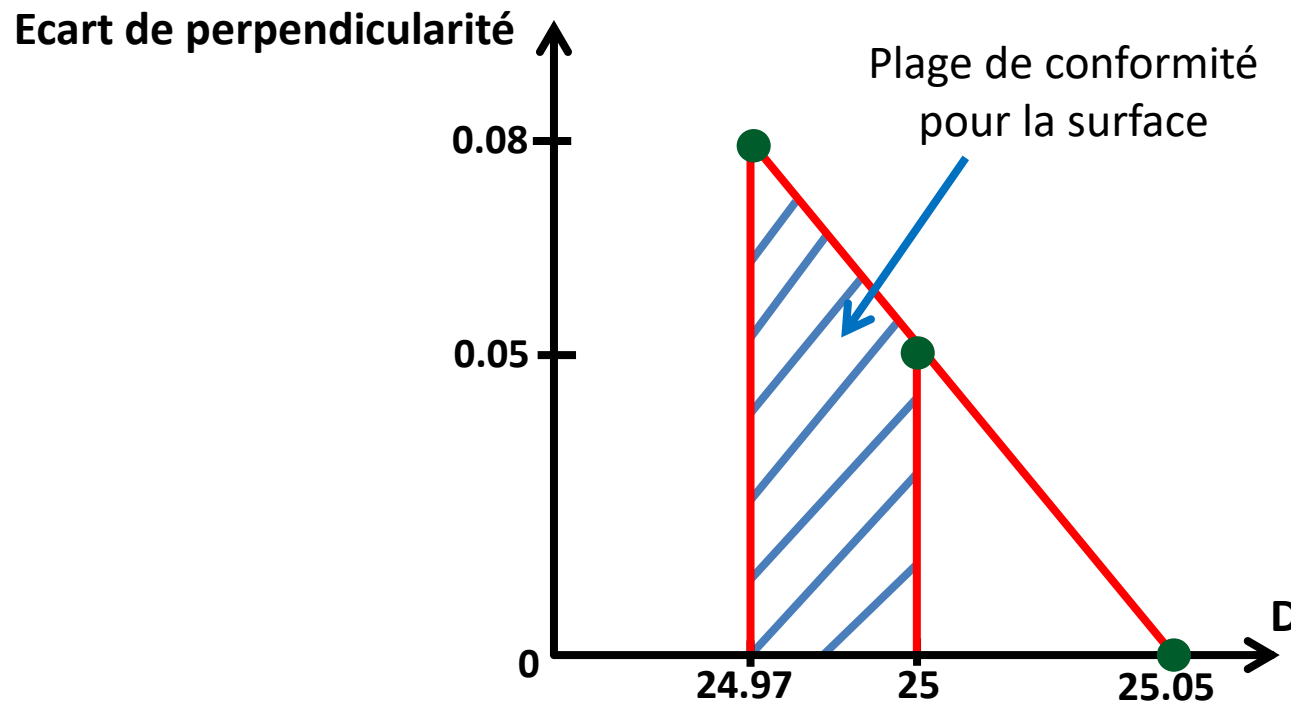
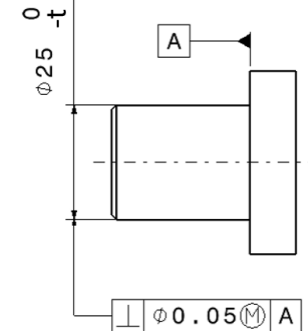
Notation directe du MMVS : aucune valeur de tolérance ne doit alors être indiqué avant le symbole Ⓜ

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)



Nota 1 : Le diagramme de tolérance dynamique, très pratique pour la compréhension est retiré de la norme depuis 2006, car...

Nota 2 : ...il est dangereux d'imaginer de contrôler des perpendicularités pour décréter que la spécification est vérifiée.

RAPPEL : l'objectif est de garantir un **Jmini qui dépend à la fois de la Taille et de la Géométrie (orientation / forme) de l'élément intégral.**

La spécification **NE S'APPLIQUE PAS** à l'élément dérivé

Diagramme de tolérancement dynamique ou écart de perpendicularité admissibles
suivant le diamètre mesuré de la pièce

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

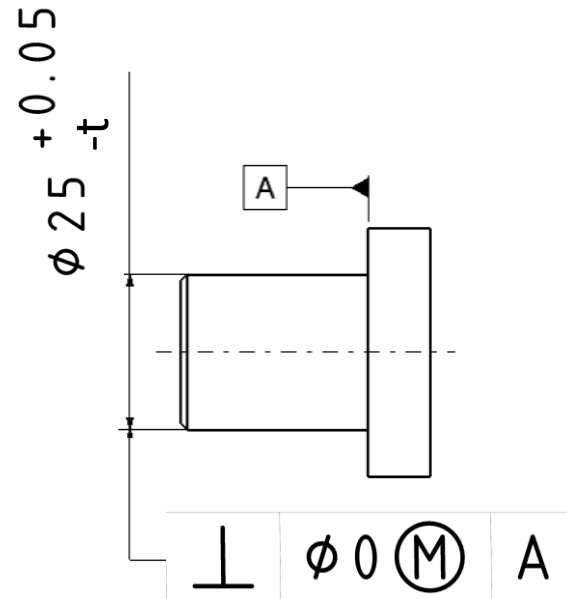
Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Remarque importante pour comprendre la **Partie_02**

2. ...le $\emptyset$ MMS passe à :
25.05...



1. Si la valeur de tolérance de
perpendicularité passe à : 0...et...

Le $\emptyset$ MMVS sera = $25.05 + 0 = 25.05$ mm

**➡ Le gabarit (MMVC au $\emptyset$ MMVS)
est inchangé !**

**Le Jmini et donc la FTE est
respectée...et...**

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

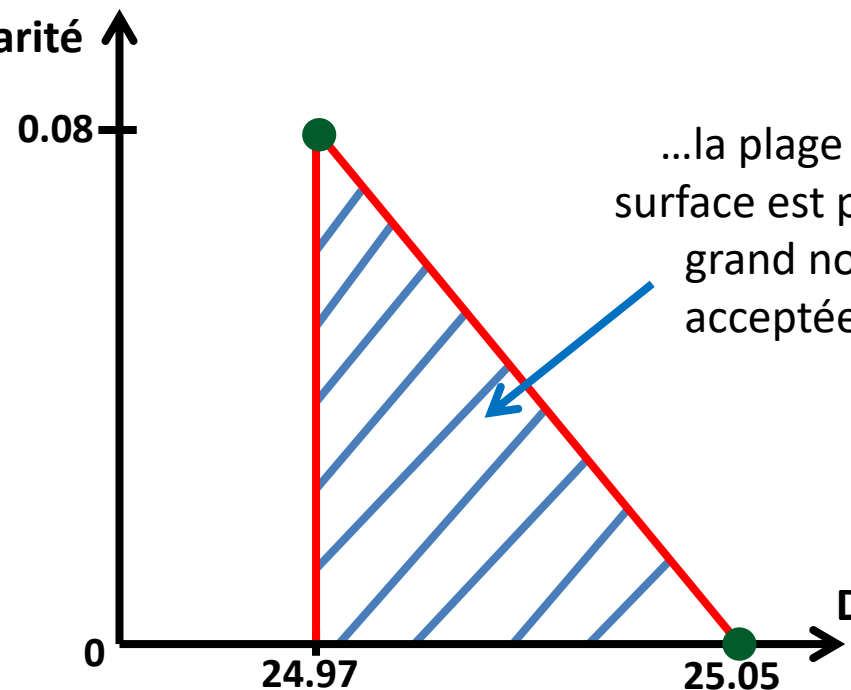
Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Remarque importante pour comprendre la **Partie_02**

Nota : Dans cette configuration, **Jmini** est toujours garanti.
Si la Taille est maximale (au ØMMS)
alors pour garantir le **Jmini**, il faut que
l'élément intégral
soit **parfaitement orienté**
par rapport à la Référence
ET
sans défaut de forme.

Ecart de perpendicularité



...la plage de conformité pour la surface est plus importante : un plus grand nombre de pièces sont acceptées **sans nuire à la FTE**



Idem à réciprocité de
l'ISO 2692 : emploi du
modificateur : ®

Diagramme de tolérancement dynamique ou écart de perpendicularité admissibles
suivant le diamètre mesuré de la pièce

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_01 :
Interprétation d'une
spécification par gabarit

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Partie_02 :
Répondre à un besoin
fonctionnel

La pièce étudiée précédemment doit répondre à une FTE qui implique un **Jmini**.

Dans l'exemple proposé, nous allons considérer deux FTE correspondant à deux phases différentes.

Phase n°1 : Besoin lié au montage du centreur sur la ligne
d'assemblage de la pièce

Phase n°2 : Besoin une fois l'appui plan en contact :
phase "utilisation"

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_02 :
Répondre à un besoin
fonctionnel

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

L'étude du **Jmini** pour la **phase 2** (en fonctionnement) impose une
valeur $J_{\text{mini}}=0.05$

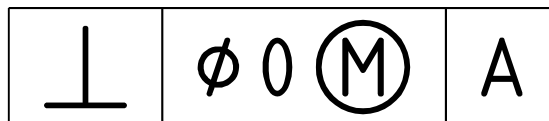
$J_{\text{mini}} = 0.05 \text{ mm}$

Phase n°2 - UTILISATION :

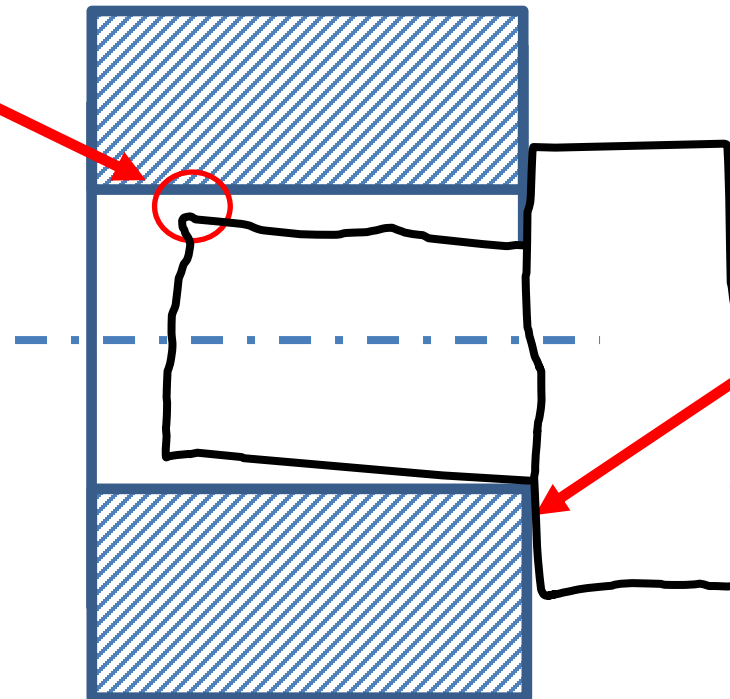
Le **Jmini** pour le bon
fonctionnement du système doit
être de 0.05mm

➡ La surface intégrale doit respecter :

$\varnothing 25^{+0.05}$



L'alésage de $\varnothing 25.1 \text{ mm}$ sera supposé parfait



En fonctionnement,
une fois la pièce
montée,
l'appui-plan est
prépondérant

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_02 :
Répondre à un besoin
fonctionnel

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Le monteur demande un **Jmini** pour la **phase 1** d'une valeur de 0.08 mm afin de pouvoir monter la pièce

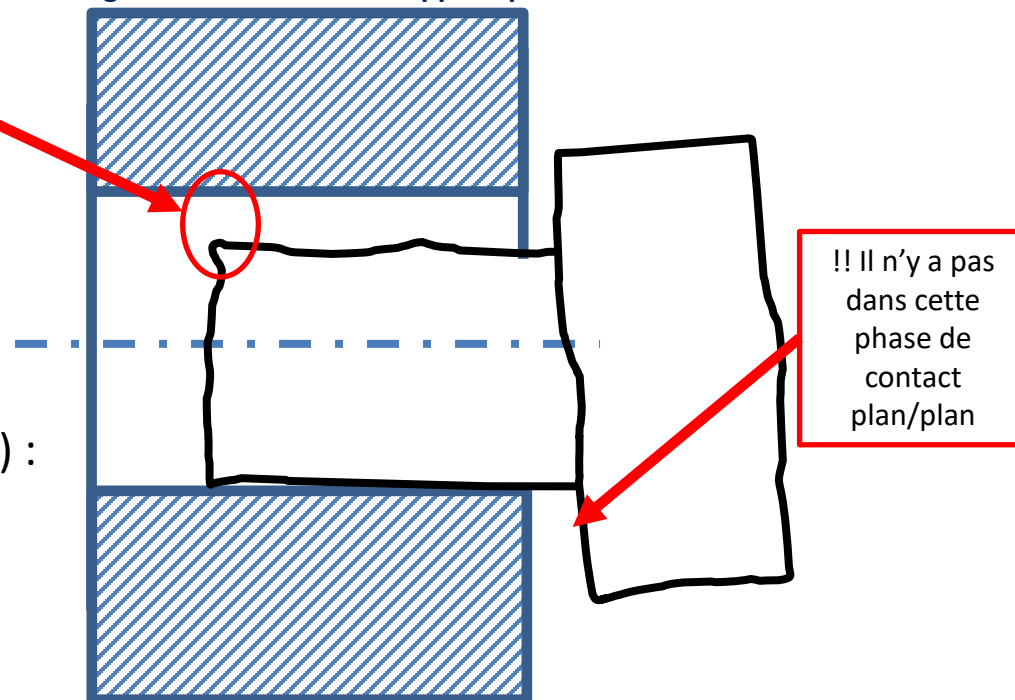
L'alésage de Ø25.1 mm sera supposé parfait

Jmini = 0.08 mm

Phase n°1 - MONTAGE :

Le **Jmini** pour rendre le montage possible doit être de 0.08mm

➡ La surface intégrale doit respecter (MMS = 25.1-0.08) :
 $\text{Ø}25^{+0.02} \text{ (GN)}$



Nota : Le gabarit est libre en orientation

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Partie_02 :
Répondre à un besoin
fonctionnel

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Essayons de respecter les conditions de la phase 01 et de la phase 02

➔ Le MMVS du gabarit de la perpendicularité passe alors à :

$$\begin{array}{c} \varnothing 25^{+0.02} \text{ (GN)} \\ + \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \perp & \varnothing 0 \text{ (M)} & A \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$\varnothing \text{MMVS} = 25.02 + 0 = 25.02$$

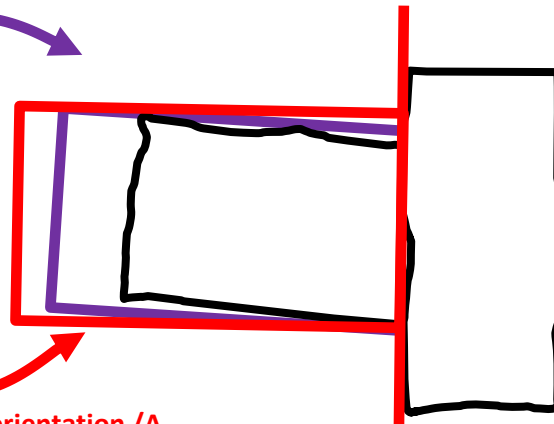


1. Le **Jmini** de la phase 02 n'est plus respecté.
 $J_{\text{mini}} = 25.1 - 25.02 = 0.08 > 0.05$
2. Et quel est alors l'intérêt de mettre un "GN" sur la valeur maxi (ULS) ?

Solution :

$$\begin{array}{c} \varnothing 25^{+0.02} \text{ (GN)} \\ + \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \perp & \varnothing 0.03 \text{ (M)} & A \\ \hline \end{array} \end{array}$$

↗ $\varnothing 25.02$ et libre en orientation



$\varnothing 25.05$ et contraint en orientation / A

Nota :

1. Enlever le "GN" de la côte maxi revient au cas de la Partie_01
2. Le "GN" peut se remplacer par une enveloppe **SSI** il n'y a pas besoin fonctionnellement d'un "GX"

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Remarque - conclusion

Si le besoin d'augmenter le jeu pour la phase 1 (montage) est requis, il conviendra d'appliquer la règle suivante :

- 1- Identification de la valeur du jeu mini pour le montage : **Jmini_montage**
- 2- Identification de la valeur du jeu mini une fois l'assemblage fait : **Jmini_utilisation**
- 3- Calcul de **JEU** = (Jmini_montage – Jmini_utilisation)



Répartition de la tolérance sur l'orientation et sur le diamètre



$\phi X^{(\text{MMS initial} - \text{JEU})}$ GN

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Les différentes spécifications

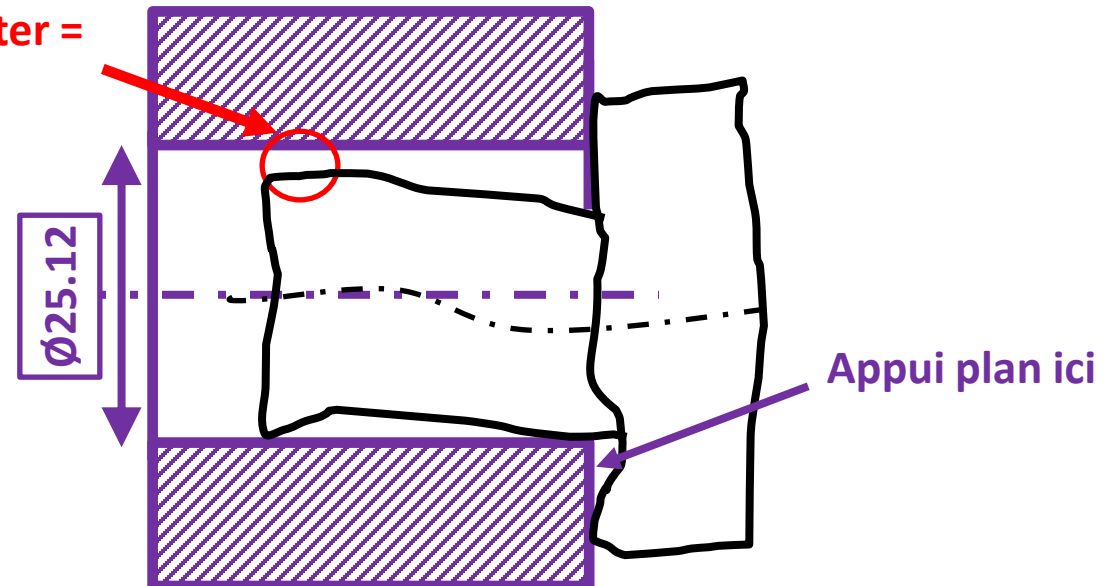
Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Partie_03 :
Qualité de la MIP

Intention du concepteur : une fois la pièce montée et en appui sur le plan :
garantir un JMaxi de 0.12 mm
entre les surfaces cylindriques

**JMaxi à respecter =
0.12 mm**

Nota : pour les explications, il sera considéré que l'alésage est idéal et de diamètre **25.12mm** (condition Jmaxi, l'alésage est maintenant au mini de matière)



TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Les différentes spécifications

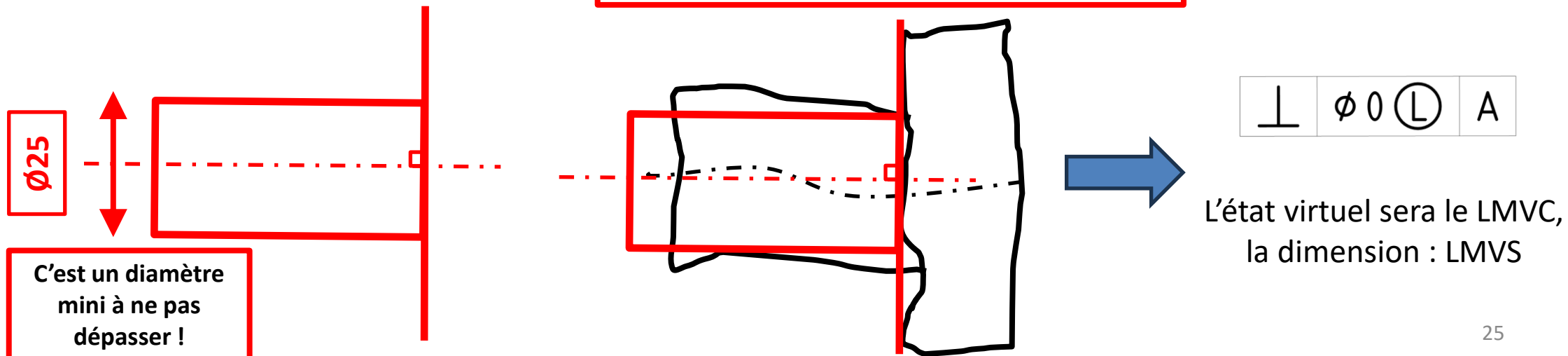
Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

Partie_03 :
Qualité de la MIP

Intention du concepteur : une fois la pièce montée et en appui sur le plan :
garantir un JMaxi de 0.12 mm
entre les surfaces cylindriques

Il faudra prévoir à ne pas dépasser un état virtuel :
Diamètre = $25.12 - 0.12 = 25\text{mm}$

!!! La pièce réelle devra rester à l'extérieur de ce diamètre mini



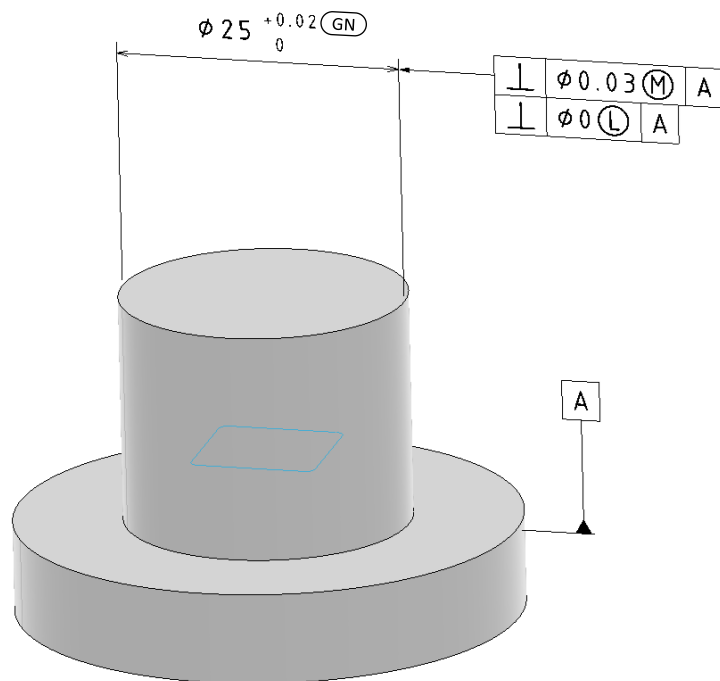
TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Les différentes spécifications

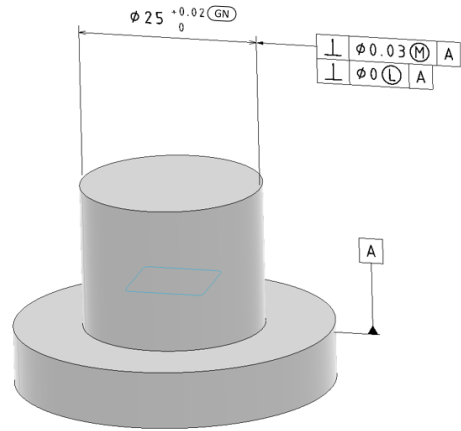
Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

conclusion

Afin de répondre aux FTEC de montage et de qualité de mise en position.
Il conviendra de spécifier ainsi notre pièce :



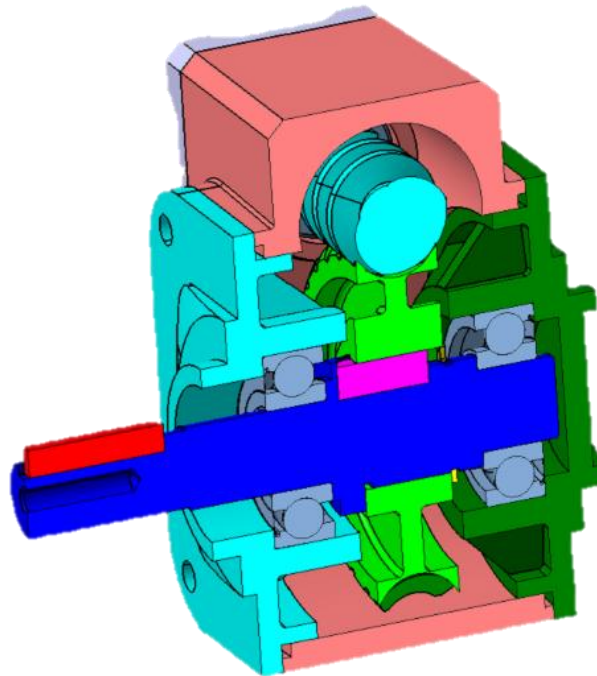
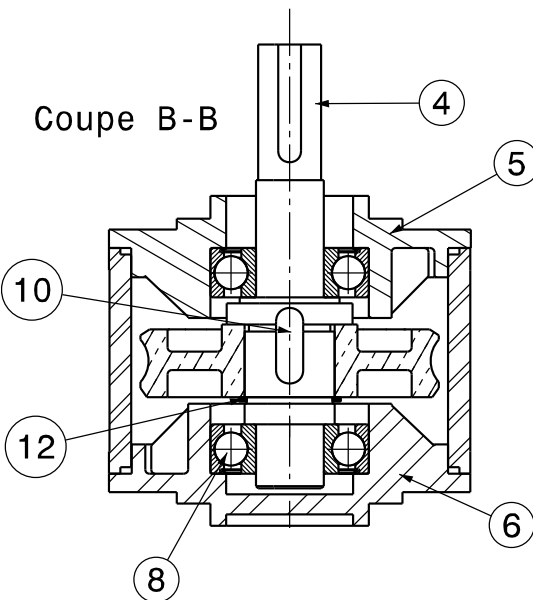
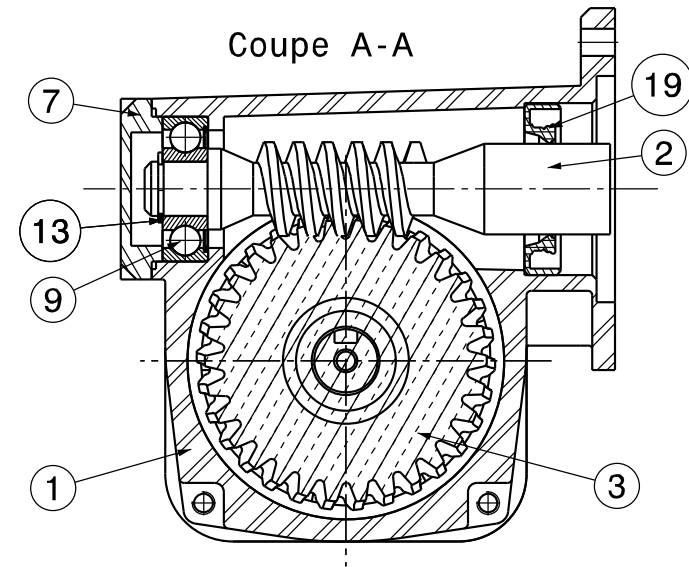
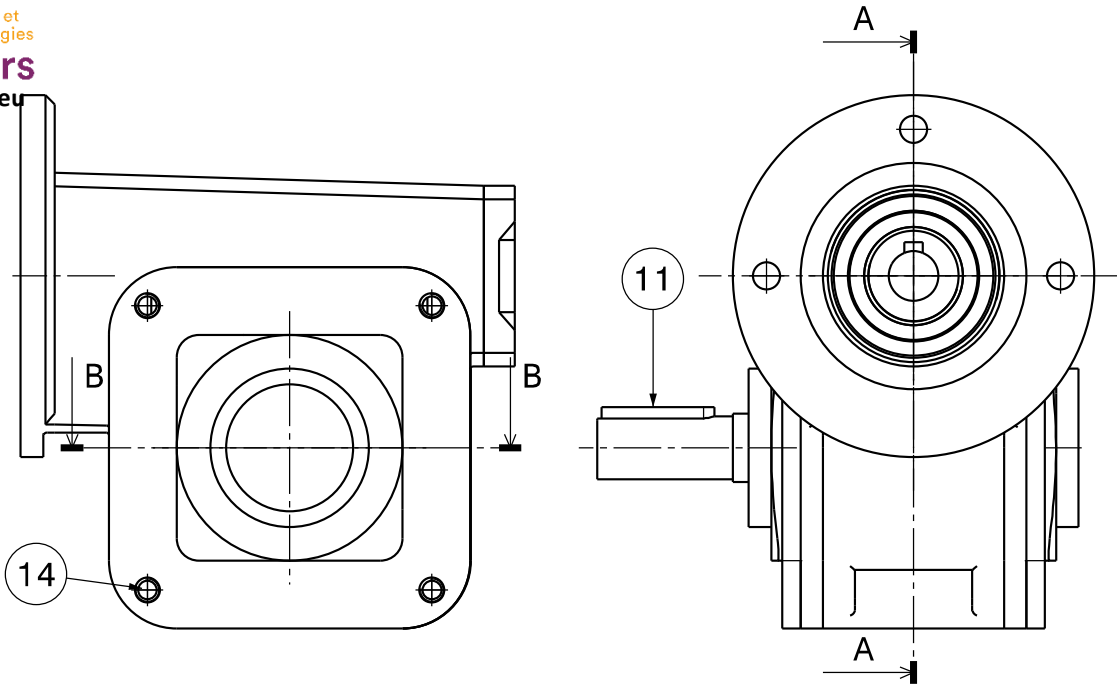
Synthèse



Spécification :				
⊥ ∅ 0 Ⓕ A				
NON IDEAL		IDEAL		
Elément(s) Tolérancé(s) (obligatoire)	Elément(s) de Référence(s) (si nécessaire)	Elément associé à (aux) élément(s) de référence(s)	Elément de Situation de l'élément associé [PT] [SL] [PL]	Référence Spécifiée résultante [PT] [SL] [PL]
Surface non-idéale nominale cylindrique	A : Surface non-idéale nominale plane	Primaire		
		Forme et contrainte(s) interne(s) :		
		Plan idéal		
		Critère d'association : Gaussien Externe : [GE]		
		Secondaire		
		Forme et contrainte(s) interne(s) :		
		Contrainte(s) externe(s) :		
		Critère d'association :		
		Tertiaire		
		Forme et contrainte(s) interne(s) :		
		Contrainte(s) externe(s) :		
		Critère d'association :		
		Classe d'invariance et Eléments de situation finaux :		
		Plane – [PL]		
IDEAL				
Elément d'évaluation				
Nombre, forme et contrainte(s) interne(s) si besoin :				
Cylindre idéal				
Contrainte externe(s) (orientation et/ou position par rapport aux éléments de situations) :				
Perpendiculaire à [PL]				
Fonction objectif (nécessaire si tous les ddl ne sont pas bloqués, associe l'élément d'évaluation à l'élément tolérancé) :				
Plus grand inscrit : [X]				
Condition de conformité				
Caractéristique (type de grandeur à évaluer)	Condition uni-limite			
∅ : diamètre de l'élément d'évaluation	∅ ≥ LMVS (25 mm)			

Application :

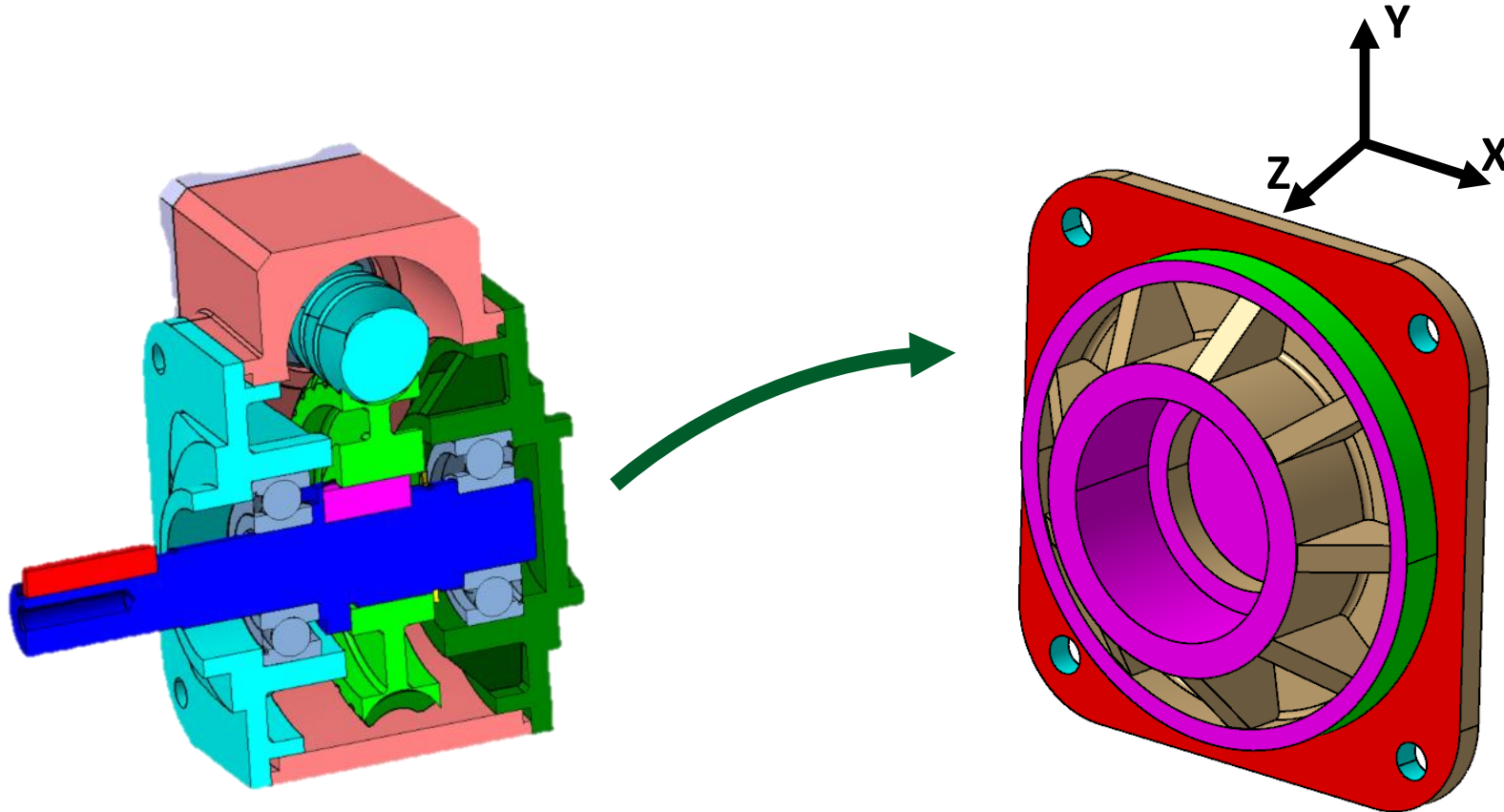
Utilisation du Maxi ou Minimum de matière – Tolérancement d'un groupe de trous de passage de vis



19	1	joint a levres		
18	1	joint torique 47x3.5	non représenté	
17	2	joint torique 32x2.5	non représenté	
16	2	pattes de fixation	non représenté	
15	4	vis	non représenté	
14	8	vis	non représenté	
13	1	anneau elastique 12*1		
12	1	anneau elastique 19x1.2		
11	1	clavette C 5x5x25		
10	1	clavette A 6x6x20		
9	1	roulement rigide à billes SKF 6201-z		
8	2	roulement rigide à billes SKF 6300-z		
7	1	couvercle supérieur		
6	1	couvercle latéral fermé		
5	1	couvercle latéral ouvert		
4	1	arbre de sortie		
3	1	roue		
2	1	arbre d'entrée		
1	1	carter		

REDUCTEUR

Analyse des surfaces de MIP - MAP



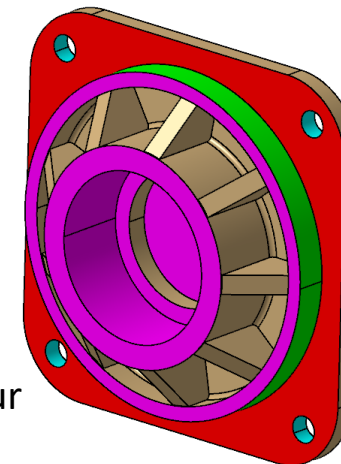
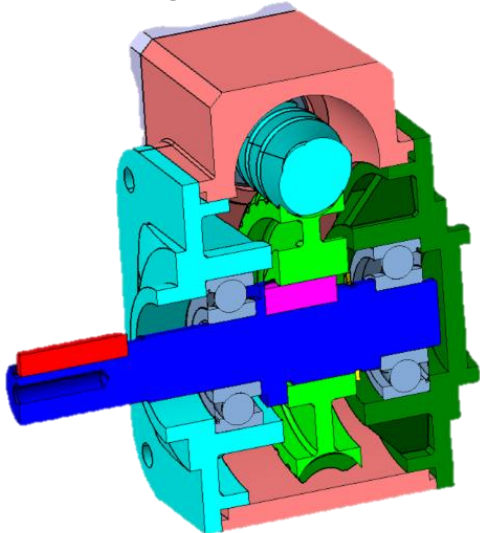
MIP : R-G-B

Appui-plan – 3ddl (T_z, R_x, R_y)

Centrage court -2ddl (T_x, T_y)

Arrêt en rotation -1 ddl (MIP moins “fonctionnelle”) (R_z)

Tolérancement du MIP

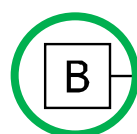


Nota : la ULS d'un $\varnothing 70g6$ est $\varnothing 69.99$ (70-0.01 mm).

Ici, la limite supérieure à $\varnothing 69.985$ est imposée afin d'avoir plus de jeu pour faciliter le montage du centreur, et...

Le centrage court sera la :
Référence spécifiée secondaire

...une fois le centreur passé et l'appui plan en contact. La valeur de $\varnothing 0.005$ mm permettra de spécifier un gabarit de $\varnothing 69.99$ mm et donc de garantir le **Jmini de type g6** lorsque le couvercle est monté.

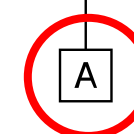


$\varnothing 70 \begin{smallmatrix} -0.015 \\ -0.029 \end{smallmatrix} \text{E}$ (équivalent g6)

$\perp$	$\varnothing 0.005$	M	A
$\perp$	$\varnothing 0$	L	A

Cette spécification permet de garantir un **JMAX**, donc la qualité de la MIP

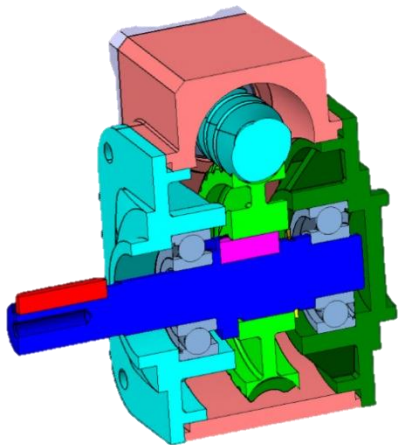
$\square 0.03$



**L'appui plan sera la :
Référence spécifiée primaire**

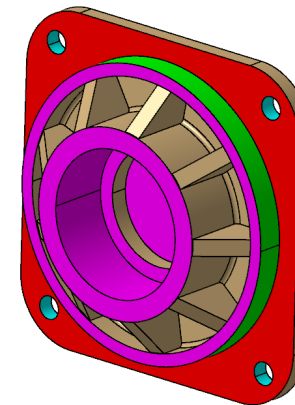
A 3D perspective view of a mechanical assembly. It features a red square base plate with rounded corners and four blue screws. A green ring is mounted on the base, and a purple ring is mounted on top of the green ring. The interior of the purple ring shows a complex, multi-faceted internal structure.





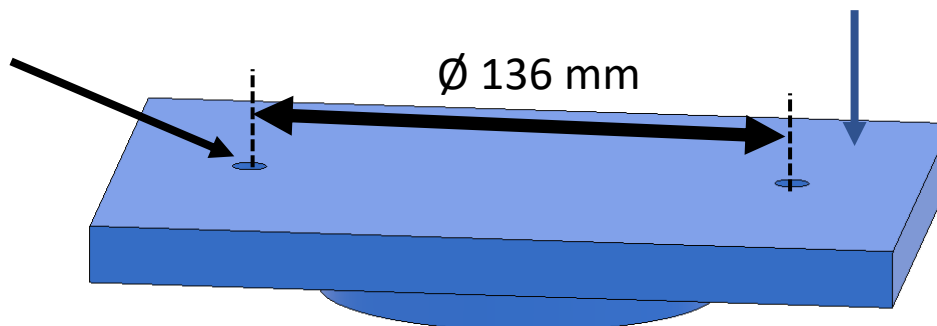
Tolérancement du MIP

Pour illustrer la problématique, utilisation d'un modèle simplifiée :

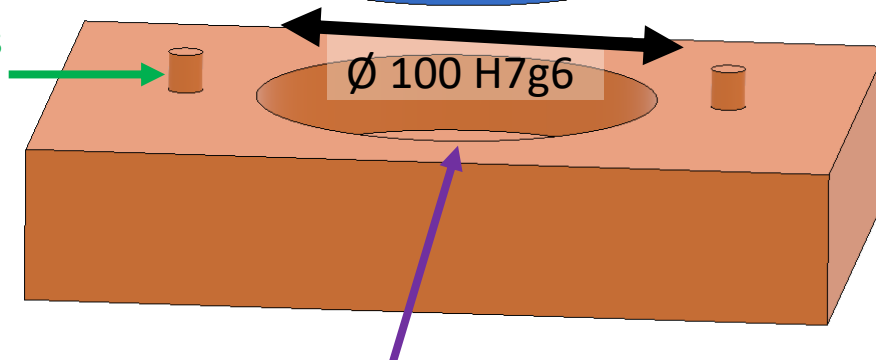


Pièce "couvercle" étudiée

2 trous de passage de vis de $\varnothing$ nominal variable dans cette étude

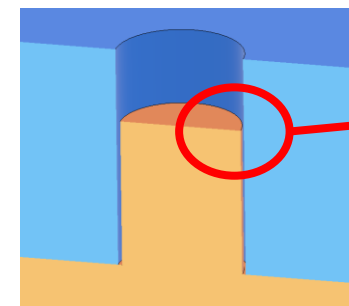


2 extrusions représentant les vis M8 dans les trous taraudés.
L'étude portant sur le couvercle, le diamètre sera imposée fixe à $\varnothing 8$.
L'entraxe sera imposé à 136 mm

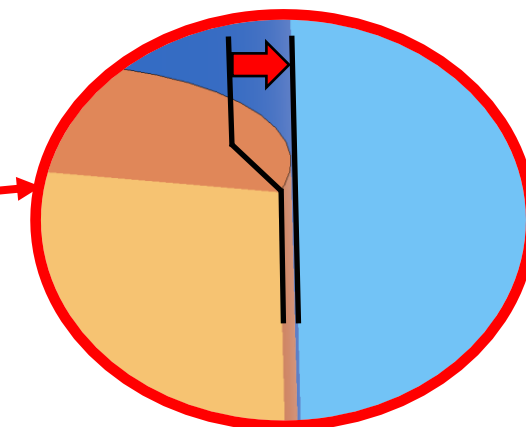


L'étude portant sur le couvercle, la dimension de l'alésage sera imposée à la moyenne : $\varnothing 100.018$ mm.

Nota : dans cette configuration le Jeu mini recherché ne sera pas le plus petit possible



Vue en coupe une fois l'ensemble monté



jeu nécessaire au montage

Le jeu est favorable au montage.
Recherche de la configuration du

Jeu mini

Tolérancement du MIP

Modèle 2D de l'étude simplifiée

2

PILOTANT : Couvercle diamètre trou passage des vis = $D 8.5$

En faisant évoluer les dimensions
pilotantes : 1, 2, 3, 4
Analysons la variation **des Jeux** afin
de repérer dans quelle
configuration apparaît
le Jeu mini

1

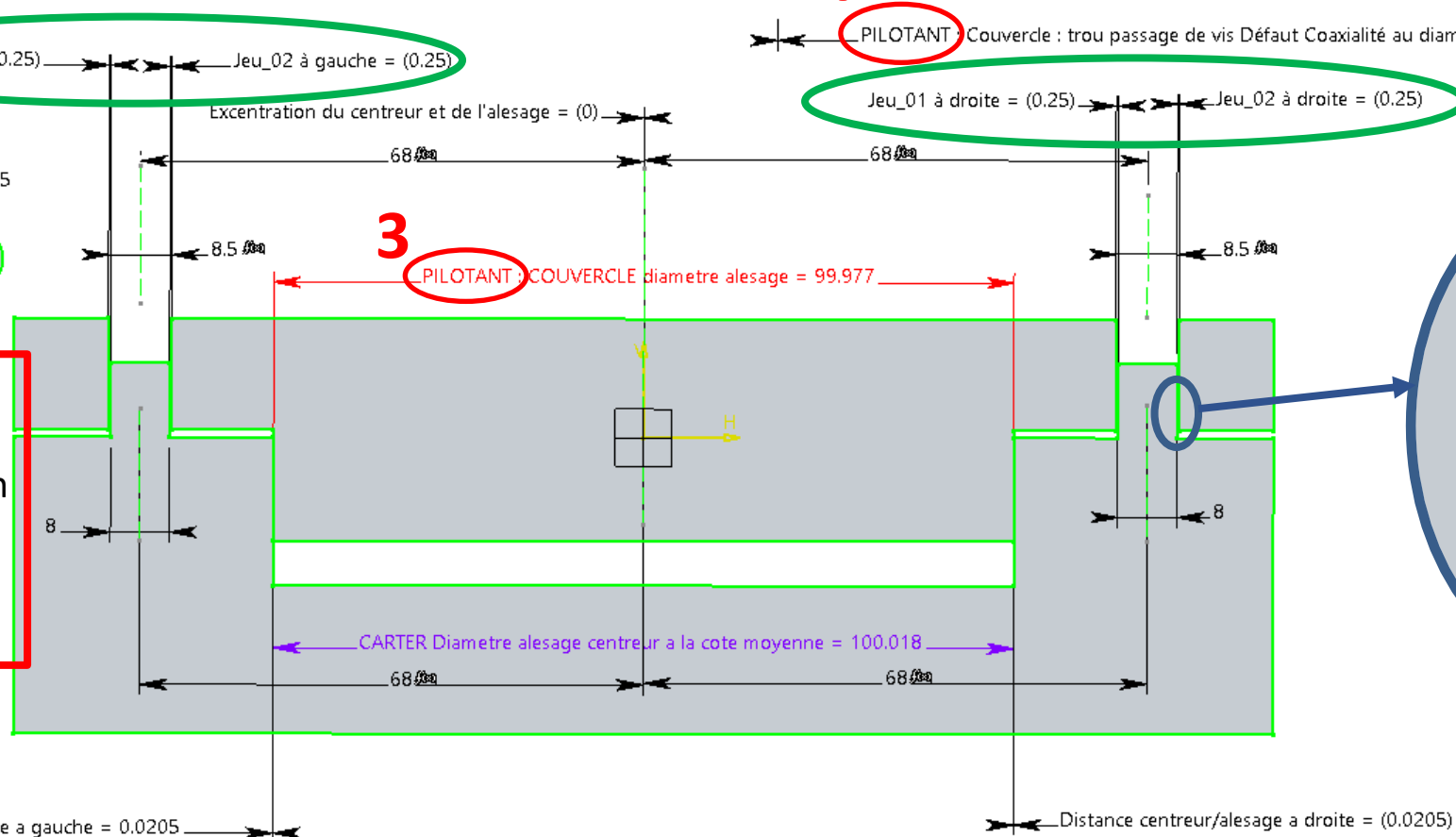
PILOTANT : Distance centreur/alesage a gauche = 0.0205

3

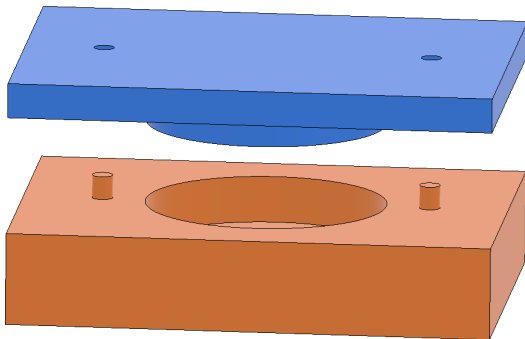
PILOTANT : COUVERCLE diamètre alesage = 99.977

4

PILOTANT : Couvercle : trou passage de vis Défaut Coaxialité au diamètre = 0

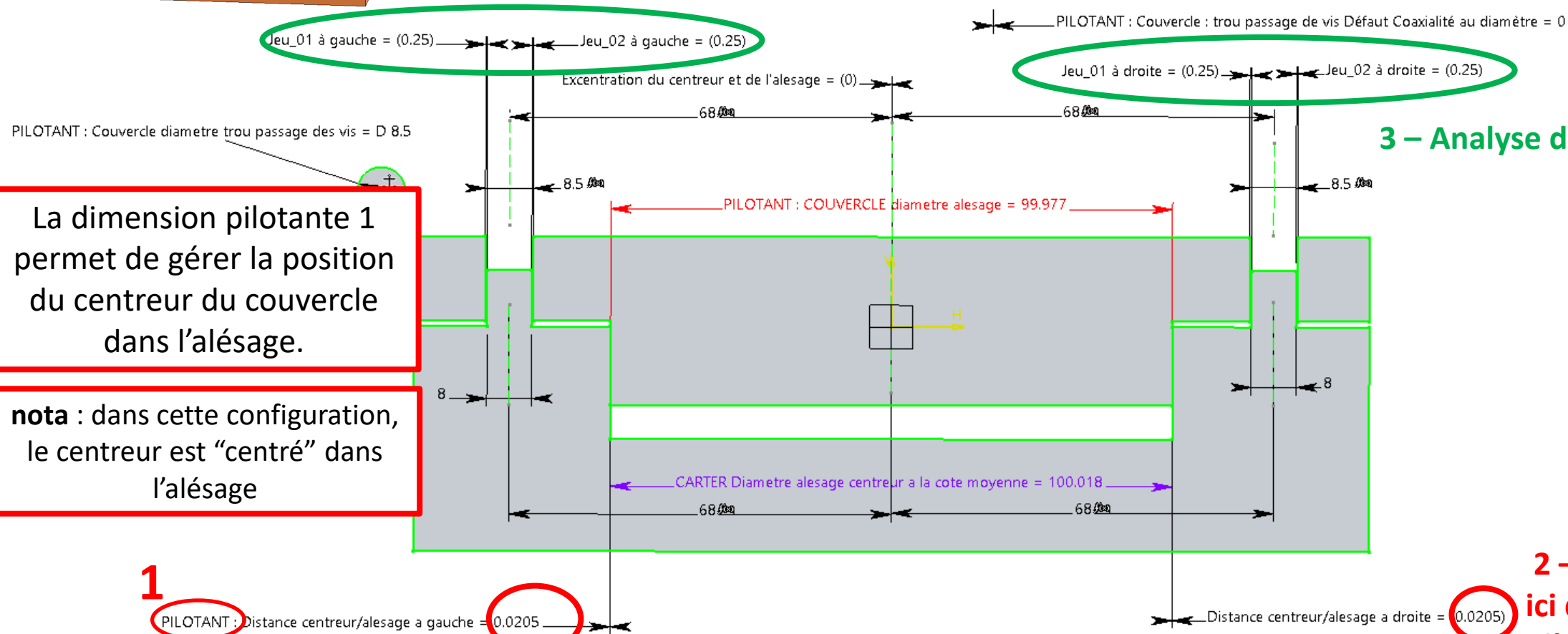
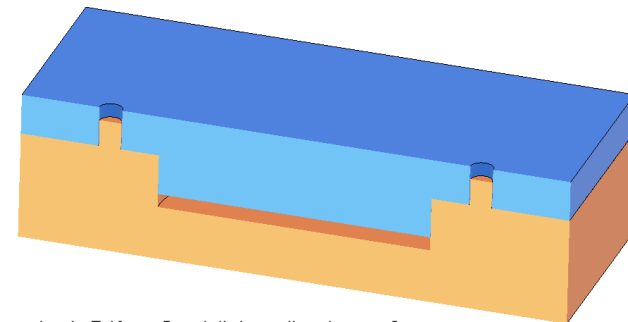


Jeu_02 à droite = (0.25)



Tolérancement du MIP

Influence de la dimension pilotante 1



La dimension pilotante 1 permet de gérer la position du centreur du couvercle dans l'alesage.

nota : dans cette configuration, le centreur est "centré" dans l'alesage

3 – Analyse du Jeu mini

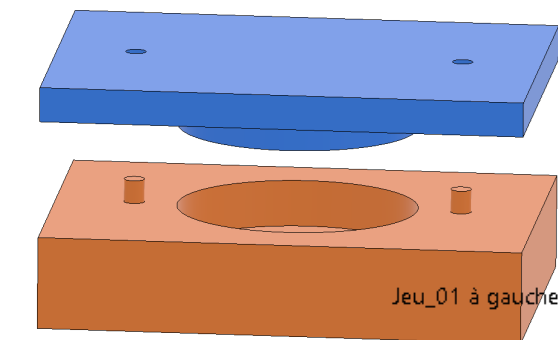
2 – Vérification ici de l'existence d'un jeu positif

1 - Valeur à rentrer ici

Tolérancement du MIP

Influence de la dimension pilotante 1

3 – Le jeu est effectivement plus petit :
 $0.2295 < 0.25$



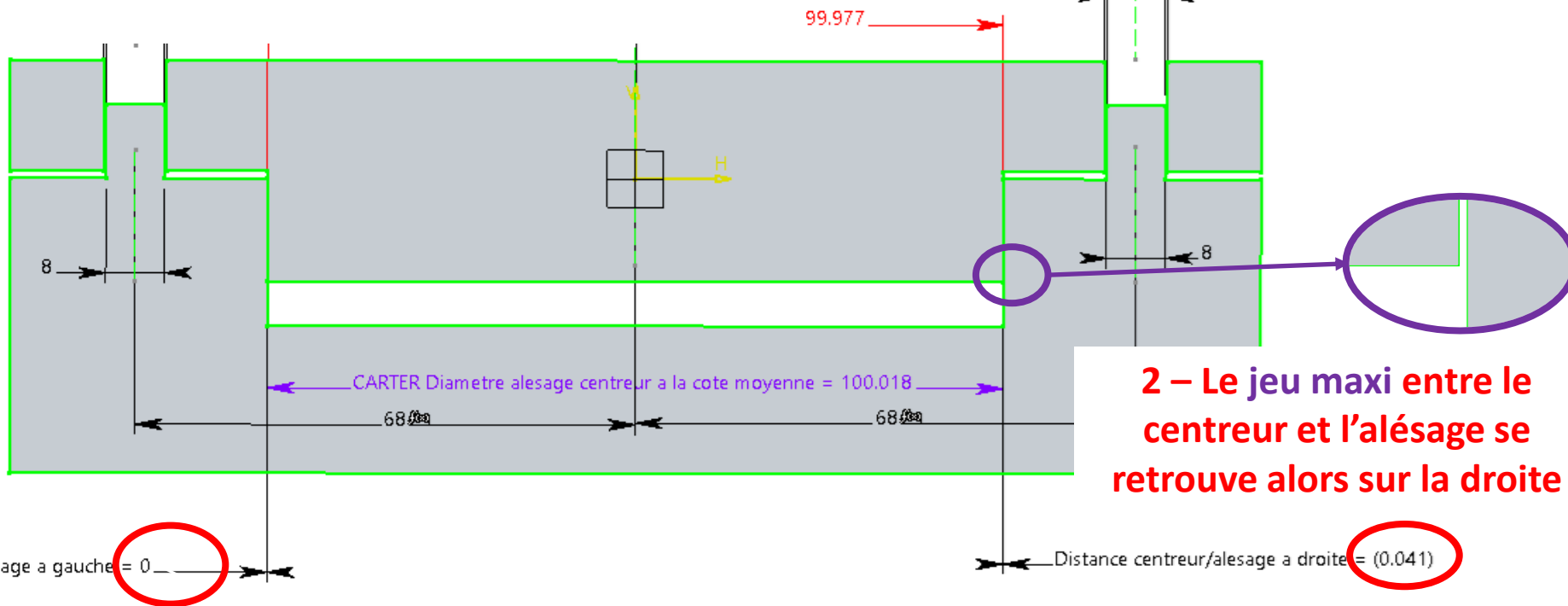
Jeu_01 à gauche = (0.2705)
PILOTANT : Couverture diamètre trou passage des vis

Jeu_02 à gauche = (0.2295)
Excentration du centreur et de l'alesage = (0.0205)

4 – En toute logique, le résultat est "symétrique"

Pour la suite de l'étude la dimension pilotante 1 sera imposée à 0 : contact entre le centre du couvercle et l'alesage car c'est cette position qui est défavorable et générera le plus petit

Jeu mini



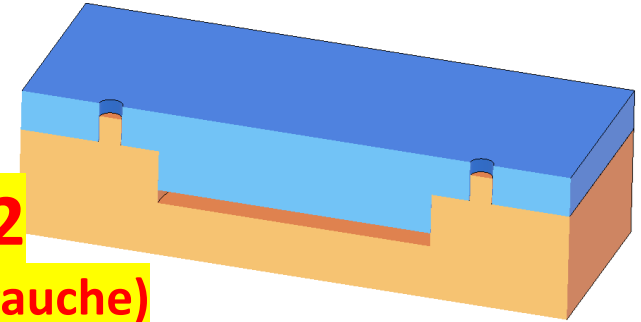
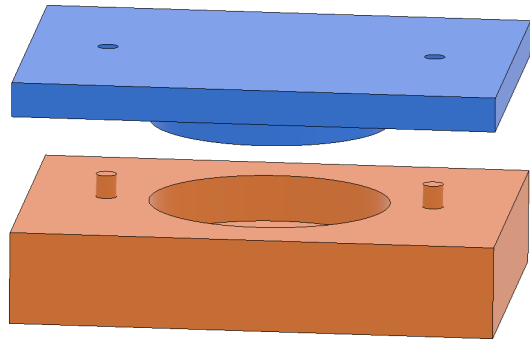
2 – Le jeu maxi entre le centreur et l'alesage se retrouve alors sur la droite

1 – contact sur la gauche : la dimension pilotante 1 est imposée à 0 mm

Tolérancement du MIP

Influence de la dimension pilotante 2

Rappel : la dimension pilotante 1 est à 0 mm (contact à gauche)



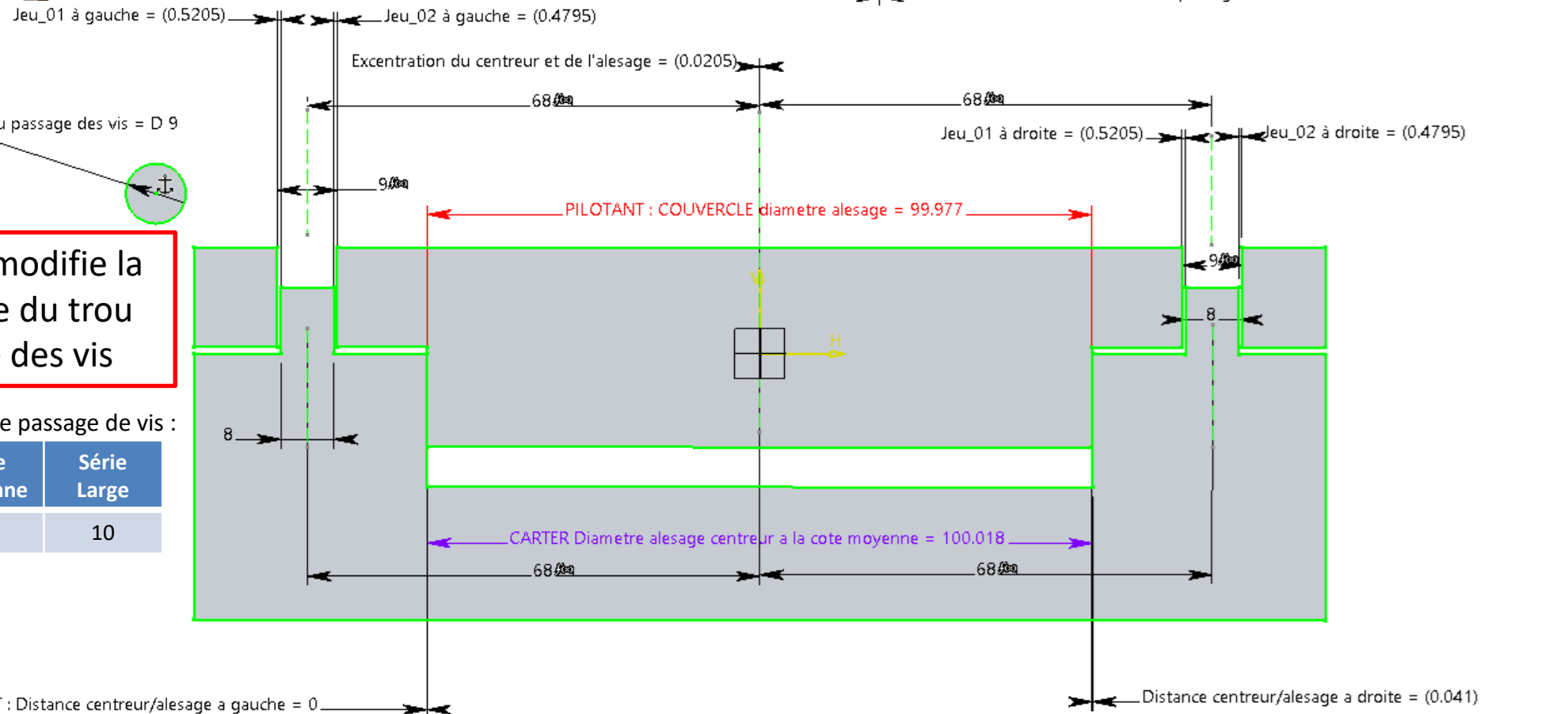
2

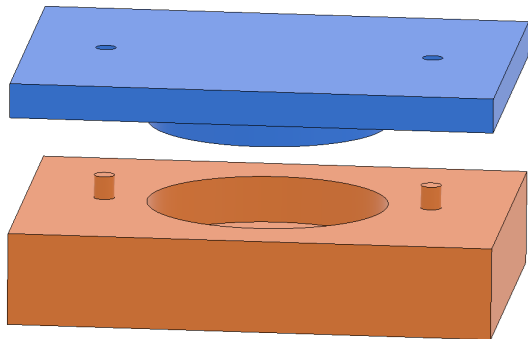
PILOTANT : Couvercle diamètre trou passage des vis = D 9

Cette dimension modifie la taille du diamètre du trou lisse de passage des vis

Nota : norme des trous lisse de passage de vis :

Ø	Série fine	Série Moyenne	Série Large
M8	8.4	9	10





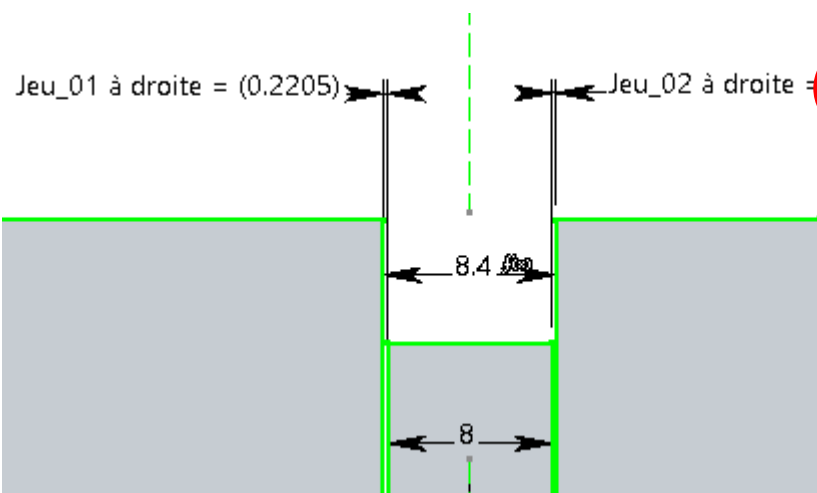
Tolérancement du MIP

Influence de la dimension pilotante 2

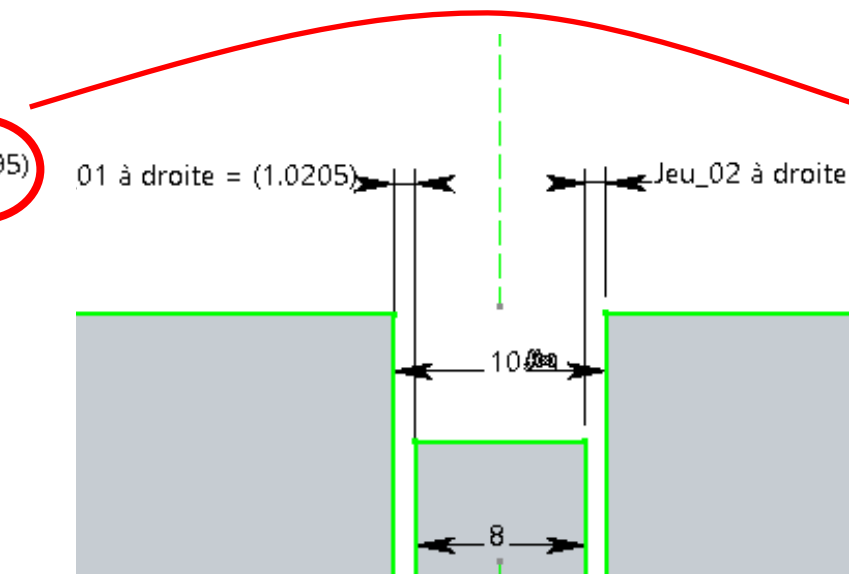
Rappel : la dimension pilotante 1 est à 0 mm (contact à gauche)

Ø	Série fine	Série Moyenne	Série Large
M8	8.4	9	10

Cette dimension modifie la taille du diamètre du trou lisse de passage des vis



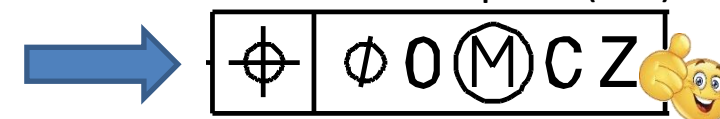
Si Ø du trou lisse = 8.4 mm
Série fine



Si Ø du trou lisse = 10 mm
Série large

Recherche du **Jeu mini** :
Jmini quand
Øtrou lisse petit

nous allons spécifier une limite
dans le cas le plus défavorable,
c'est-à-dire quand le diamètre
du trou lisse est petit (LLS)

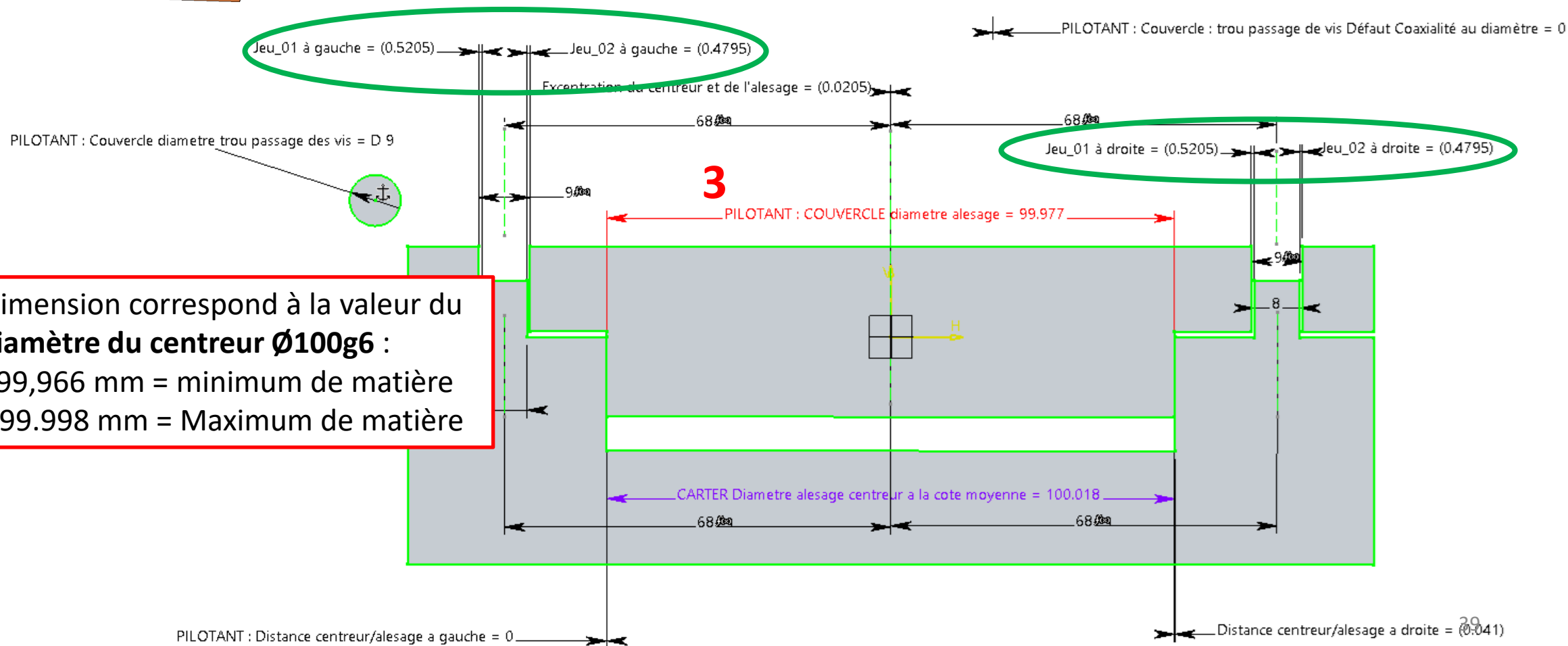


Nota : pour la suite de l'étude cette dimension sera imposée à 9 mm

Tolérancement du MIP

Influence de la dimension pilotante 3

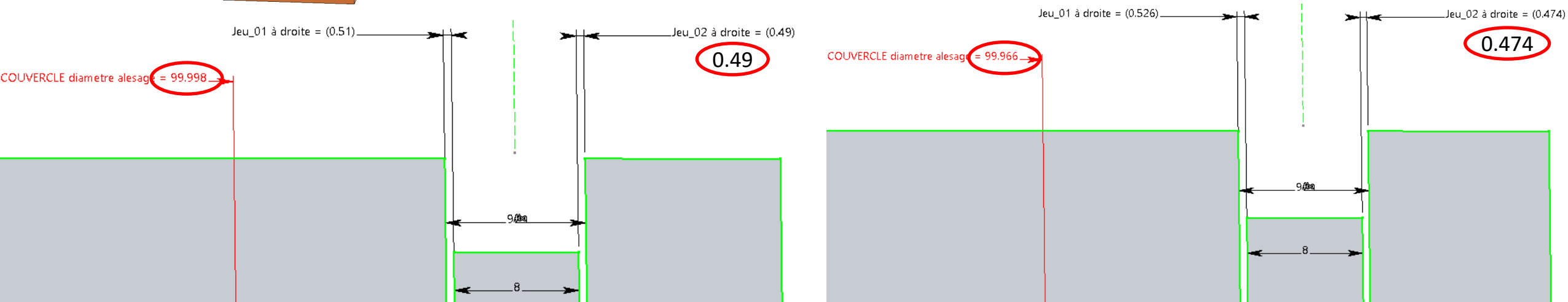
Rappel : la dimension pilotante 1 est à 0 mm (contact à gauche) / le diamètre du trou lisse est à 9mm



Tolérancement du MIP

Influence de la dimension pilotante 3

Rappel : la dimension pilotante 1 est à 0 mm (contact à gauche) / le diamètre du trou lisse est à 9mm



Si $\varnothing$ du centreur = 99.998 mm : **MAXI**imum de matière

Si $\varnothing$ du centreur = 99.966 mm : **mini**um de matière

Le jeu est donc minimal lorsque le diamètre du centreur g6 est minimal.
Il faut spécifier la position des trous lisses dans le cas le plus défavorable :
quand le centreur est au minimum de matière.

Tolérancement du MIP

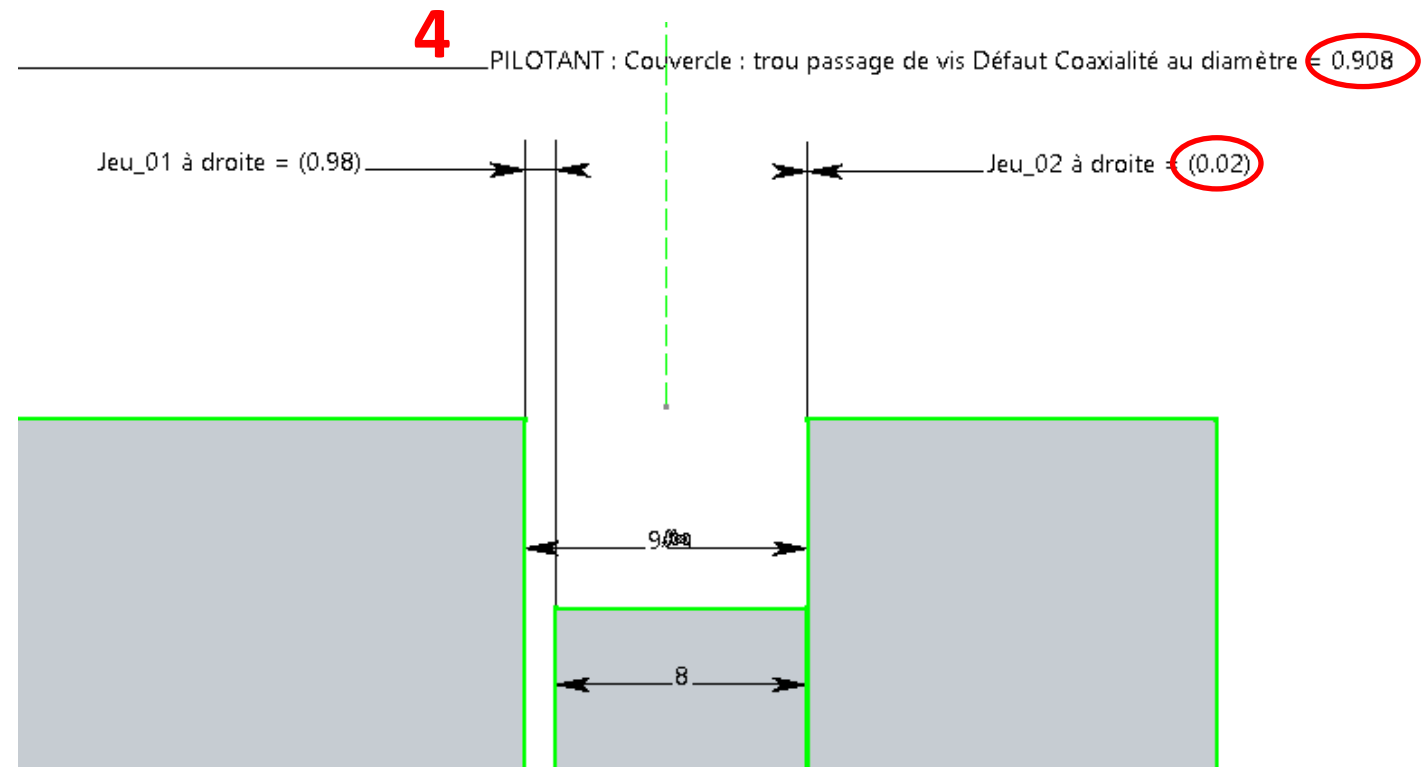
Influence de la dimension pilotante 4

la dimension pilotante 1 est à 0 mm (contact à gauche) / le diamètre du trou lisse est à 9mm / le centreur est au minimum de matière

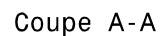
La dimension pilotante 4 permet de créer un défaut de positionnement des trous lisses

Faire varier cette dimension nous permet d'estimer le défaut limite possible pour la réalisation des trous lisses et donc de spécifier la capacité du moyen de fabrication

Ici nous considérons un **Jeu mini ≥ 0.02** pour que le montage de la vis se fasse facilement



Les trous lisses pourront être percés avec un **“défaut général” (incluant forme / orientation/ position)** de l'ordre de 0.9 mm au diamètre



Analyser la raison de ce système de référence spécifiée

Tolérancement du couvercle de réducteur

Détail B

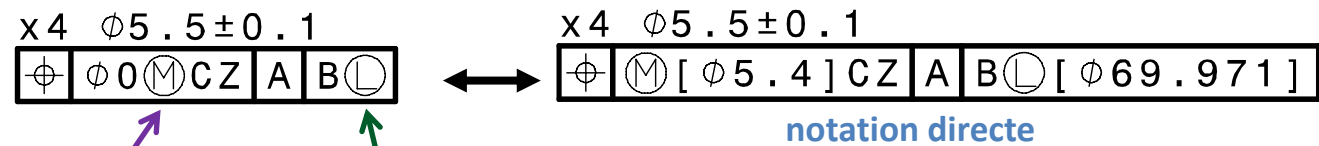
Tolérances générales ISO 22081
TEDs conformément au modèle CAO

	1	A	B		(C - C)	
--	---	---	---	--	---------	--

!! Le gabarit (C-C) sera contraint en position / gabarit B : modificateur implicite [-DF] !!

Tolérancement du couvercle de réducteur

Vérification de la spécification



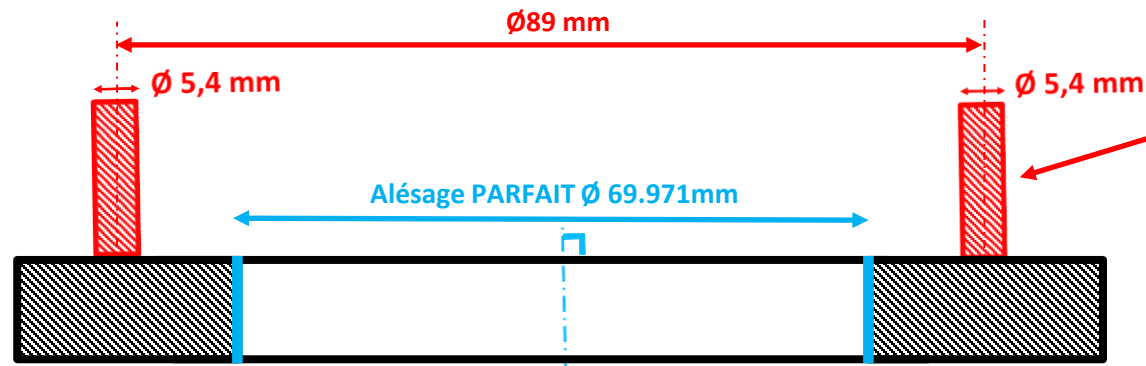
Le maximum de matière s'applique sur l'élément tolérancé... ... et un minimum de matière sur la référence spécifiée

➔ L'élément extrait de l'élément tolérancé doit pas dépasser le MMVC de diamètre MMVS ($= \phi 5.4 - 0$)

➔ L'élément extrait de l'élément de référence doit être entièrement contenu dans le LMVC de diamètre LMVS ($= \phi 69.971$)

➔ Construction du "gabarit virtuel" :

**GABARIT virtuel de
"contrôle"**



4 cylindres IDEAUX de $\phi 5,4$ à 90° les uns des autres et sur un ϕ EXACT de 89 mm (TED de 89 mm). Les axes des cylindres sont PARFAITEMENT perpendiculaires à la Référence Spécifiée (Plan IDEAL associé par le critère [GE]) et le $\phi 89 \text{ mm}$ est parfaitement centré sur l'alésage.

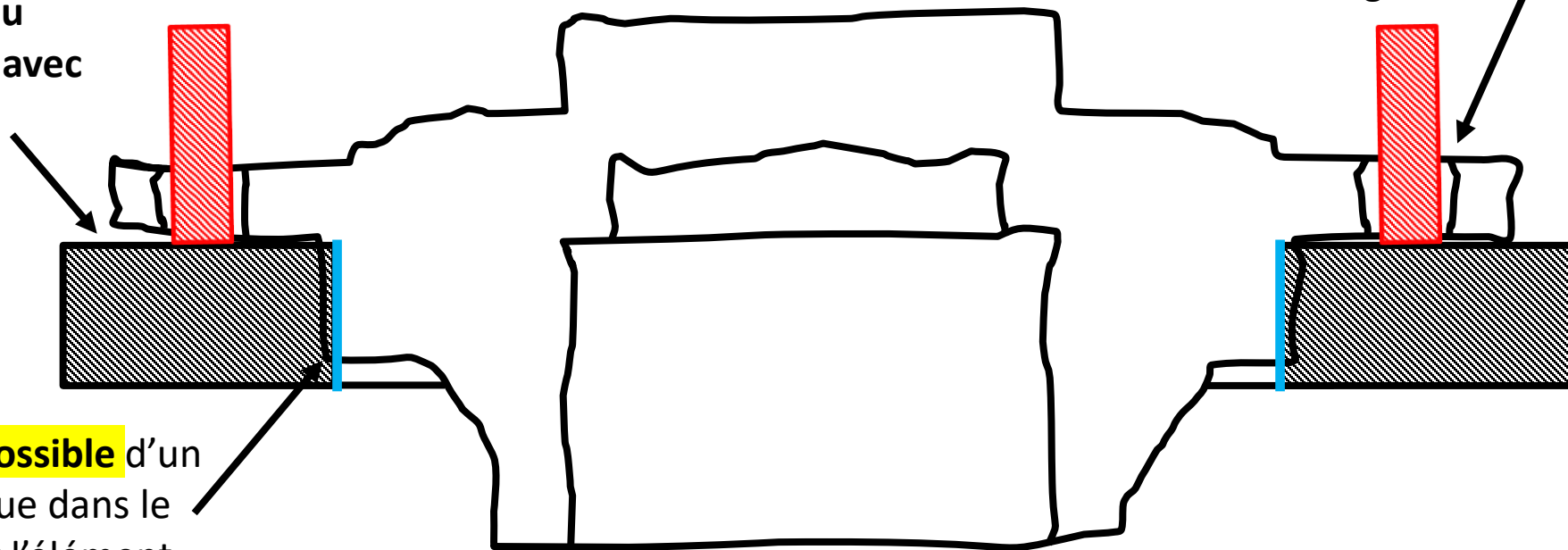
Tolérancement du couvercle de réducteur

Vérification de la spécification

Ne pas oublier la
Référence primaire :
bien s'assurer du
contact sur le plan avec
le critère [GE]

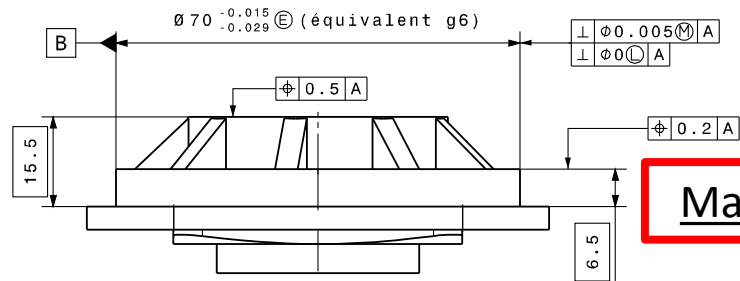
Existence impossible d'un
gabarit physique dans le
cas du (L) car l'élément
réel doit être à l'intérieur
du gabarit

Existence possible d'un
gabarit physique dans le
cas du (M) car l'élément
réel sera à l'extérieur du
gabarit



Dans le cas de tolérancement avec du (L) **le contrôle par gabarit physique n'est pas possible**. L'utilisation de matériel numérique (scanner / MMT / tomographe) avec logiciel adapté est nécessaire

TOLERANCEMENT PAR GABARIT



Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

REMARQUES

Si le modificateur (M) se trouve derrière la référence spécifiée et que une tolérance géométrique avec maximum de matière est spécifiée sur l'élément de référence, alors le MMVS de l'élément de référence doit prendre en compte la valeur de la tolérance.

L'indication 0 (M) équivaut à tolérer avec l'exigence d'enveloppe quand la spécification est un défaut de forme.

TOLERANCEMENT PAR GABARIT

Les différentes spécifications

Maximum de matière et minimum de matière ISO 2692 (2021)

REMARQUES / RAPPEL

Le choix du modificateur se fera suivant le critère suivant :

Jeu favorable (J_{mini}) : (M)

Jeu défavorable (J_{MAXI}) : (L)

Les spécifications au maximum de matière et minimum de matière sont très utiles car elles correspondent directement au besoin fonctionnel

41 pages de normes **qu'il faut maîtriser** pour utiliser le MMR et/ou le LMR...