

LES ETAPES DE LA CONCEPTION ET DE LA COTATION D'UN PRODUIT

Les étapes de la conception d'un produit	Analyse fonctionnelle du besoin	Conception préliminaire		Conception détaillée		
	Rédaction du CDCF	Préconception du produit	Préconception de la pièce	Conception pièce	Conception produit	Conception spécifiée
	Définir et CARACTERISER les fonctions de service attendues du produit	Définir une architecture pour le produit qui REALISE un principe de fonctionnement	Définir les surfaces de la pièce qui REÇOIVENT les composants	Définir les formes volumiques de la pièce qui RESPECTENT les conditions de réalisation et de résistance	VALIDER les conditions de montage et de non interférence entre composants	DEFINIR les caractéristiques dimensionnelles géométriques des surfaces de la pièce.

Les outils à disposition	FAST, Schémas, croquis, graphe des contacts, maquette de conception préliminaire, ..	Graphe des contacts, maquette surfacique de la pièce, ..	Modèle volumique de la pièce, relation PPM, résultats de calculs de résistance, ..	Maquette numérique du produit, plans 2D, éclatés, etc..	Dessin de définition de la pièce
Nature des fonctions à satisfaire	Fonctions techniques de « 1 ^{er} niveau » : <ul style="list-style-type: none"> • Guider • Transmettre une puissance • Transformer un mouvement • 	Fonctions techniques de « 2 ^{ème} niveau » : <ul style="list-style-type: none"> • mettre en position • maintenir en position • ... 	Fonctions techniques de « 3 ^{ème} niveau » : inhérentes au procédé et/ ou traduisant des conditions de résistance,	Fonctions techniques de « 3 ^{ème} niveau » traduisant des conditions de montage, de non interférence,	
Les étapes de la cotation					Surfaces et groupes de surfaces
Les exigences fonctionnelles	Exigences traduisant la géométrie attendue pour le mécanisme : Orientation entre axes, distance entre axes, précision d'un guidage, battement d'une portée, etc..	Exigences garantissant le contact attendu entre les 2 pièces (ajustement, forme, orientation des surfaces en contact, etc..) ainsi que le maintien souhaité (jeu, serrage, etc..).	Exigences liées aux conditions de réalisation de la pièce et/ou de résistance mécanique ou autre. (congé de raccordement, dépouille, épaisseur de paroi, etc..).	Exigences traduisant des conditions de montage et/ou de non interférence entre composants. (chanfreins, jeux ..)	

DEMARCHE DE COTATION

ETAPE N°1 : Analyse de cotation des fonctions techniques de 2^{ème} niveau (préconception pièce)

Il s'agit ici de coter les surfaces fonctionnelles de la pièce qui sont associées aux **fonctions techniques de 2^{ème} niveau** (*immobiliser A / B, guider A / B, etc..*). Ces fonctions traduisent les **contacts élémentaires** de la pièce avec les composants voisins.

Dans cette étape, chaque fonction doit être étudiée de manière intrinsèque (indépendamment l'une de l'autre). Il s'agit de spécifier les surfaces de la pièce en respectant les conditions d'aptitude à l'emploi propres à chacune de ces fonctions, sans tenir compte des dépendances possibles entre celles-ci.

Phase 1.1 : Analyse des contacts entre la pièce à spécifier et les pièces voisines (M.I.P. et M.A.P.)

- Identification des fonctions techniques de 2^{ème} niveau
- Identification des **conditions d'aptitude à l'emploi (CAE)**
- Inventaire des **Conditions géométriques associées (CG)**
- Identification des surfaces de contact associées
- Hiérarchisation de ces surfaces : **Critère retenu → Prépondérance du contact.**
On classera les surfaces par ordre décroissant des DDL qu'elles suppriment (*Appui plan+ centrage court, centrage long + buté, etc..*).

Outils: FAST, croquis, plan 2d et/ou maquette numérique, graphe des contacts.

Phase 1.2 : Cotation intrinsèque des surfaces et/ou groupes de surface de contact

- Traduction des CG en **contraintes géométriques** entre surfaces
- Report dans un tableau de synthèse (*tracabilité*)
- Quantification des IT
- Traduction en spécifications.

Outils : tableau d'analyse, normes ISO, dessin de définition pièce

A l'issue de cette étape :

- les **caractéristiques intrinsèques des surfaces associées aux contacts sont spécifiées.**
- les **surfaces associées aux contacts complémentaires sont spécifiées en orientation et/ou position par rapport aux surfaces associées aux contacts prépondérants.**

ETAPE N°2 : Analyse de cotation des fonctions techniques de 1^{er} niveau

Cette étape permet de définir les **contraintes de position et d'orientation propres aux surfaces (ou groupes de surfaces) associées aux contacts prépondérants** et éventuellement de compléter **l'orientation et la position des surfaces associées aux contacts complémentaires.** Ces contraintes découlent des **fonctions techniques de 1^{er} niveau** (*transmettre une puissance entre 2 arbres, transformer un mouvement de translation en rotation, etc.*). Les **conditions d'aptitude à l'emploi (CAE)** associées à ces fonctions imposent des **conditions géométriques (CG)** liées au mécanisme (*entraxe et parallélisme de 2 arbres, perpendicularité ente l'axe d'un mouvement de translation et l'axe d'un mouvement de rotation, etc.*).

L'analyse de ces conditions géométriques est conduite en utilisant le graphe des contacts et le plan 2d (ou la maquette de conception préliminaire).

- Chaque condition géométrique se traduit sur le graphe des contacts par une boucle. Elle permet d'identifier les surfaces de la pièce concernées par cette condition.
- L'analyse du plan 2d (ou la maquette de conception préliminaire) permet de mettre en évidence la nature de la contrainte géométrique à installer entre ces surfaces.

- La réponse à la question « **Qui positionne quoi ?** » permet de hiérarchiser ces surfaces entre elles. Le graphe des contacts est ici un outil privilégié puisqu'il montre la liaison entre la pièce étudiée et le composant qui le positionne et ainsi de suite jusqu'au bâtis. Notons que d'autres critères peuvent être pris en compte pour établir la hiérarchie entre les surfaces tel que la stabilité, le coût minimum, etc..

Phase 2.1 : Analyse de la géométrie du mécanisme

- Identification des fonctions techniques de 1^{er} niveau
- Identification des **conditions d'aptitude à l'emploi (CAE)**
- Inventaire des **Conditions géométriques associées (CG)**
- Identification des bouclages fonctionnels
- Identification pour la pièce des surfaces concernées.
- Hiérarchisation des surfaces.

Outils : FAST, graphe des contacts, plan 2d et/ou maquette numérique, croquis, schémas cinématique et/ou d'architecture

Phase 2.2 : Cotation des surfaces et/ou groupes de surfaces de contact

- Traduction en **contraintes** géométriques.
- Report dans un tableau de synthèse (tracabilité)
- Quantification des IT
- Traduction en spécifications.

Outils : graphe des contacts, tableau d'analyse, normes ISO, dessin de définition pièce, logiciels de calcul de tolérancement 3d

A l'issue de cette étape les surfaces associées aux contacts sont spécifiées en orientation et/ou position.

ETAPE N3 : Analyse de cotation des fonctions techniques de 3^{ème} niveau

Cette partie de la cotation tient compte dans un premier temps des aspects liés à la résistance mécanique de la pièce (épaisseurs minimales, formes volumiques, etc..) et à sa réalisation (congés de raccordement, gorge pour outil débouchant, dépouilles, etc..). Par la suite, l'intégration de la pièce dans l'assemblage peut induire des conditions de montage (chanfreins, ..), de non interférence, qui sont prises en considération à ce niveau là de la cotation.

Phase 3.1 : Analyse des formes particulières de la pièce.

- Identification des conditions liées à la réalisation et à la résistance mécanique de la pièce.
- Prise en compte des conditions de montabilité et de non interférence entre composants (conditions d'aptitude à l'emploi)
- Identification des conditions géométriques associées.

Outils d'analyse privilégiés pour cette phase: maquette numérique de conception détaillée, résultats de l'étude PPM.

Phase 3.2 : Cotation relative des surfaces enveloppes, de raccordement, etc ...

- Traduction en en contraintes géométriques.
- Report dans un tableau de synthèse (tracabilité)
- Traduction en spécifications

Outils : tableau d'analyse, normes ISO, dessin de définition pièce

A l'issue de cette étape les surfaces enveloppes, de raccordement, etc ...de la pièce sont spécifiées.

PAUMELLE

ANALYSE FONCTIONNELLE

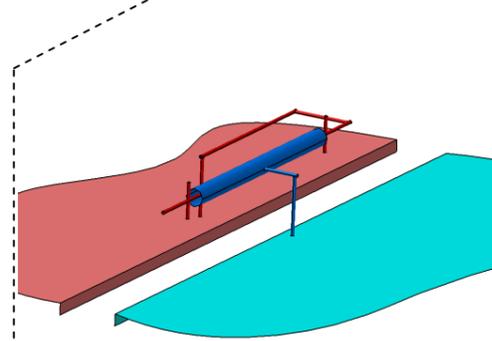
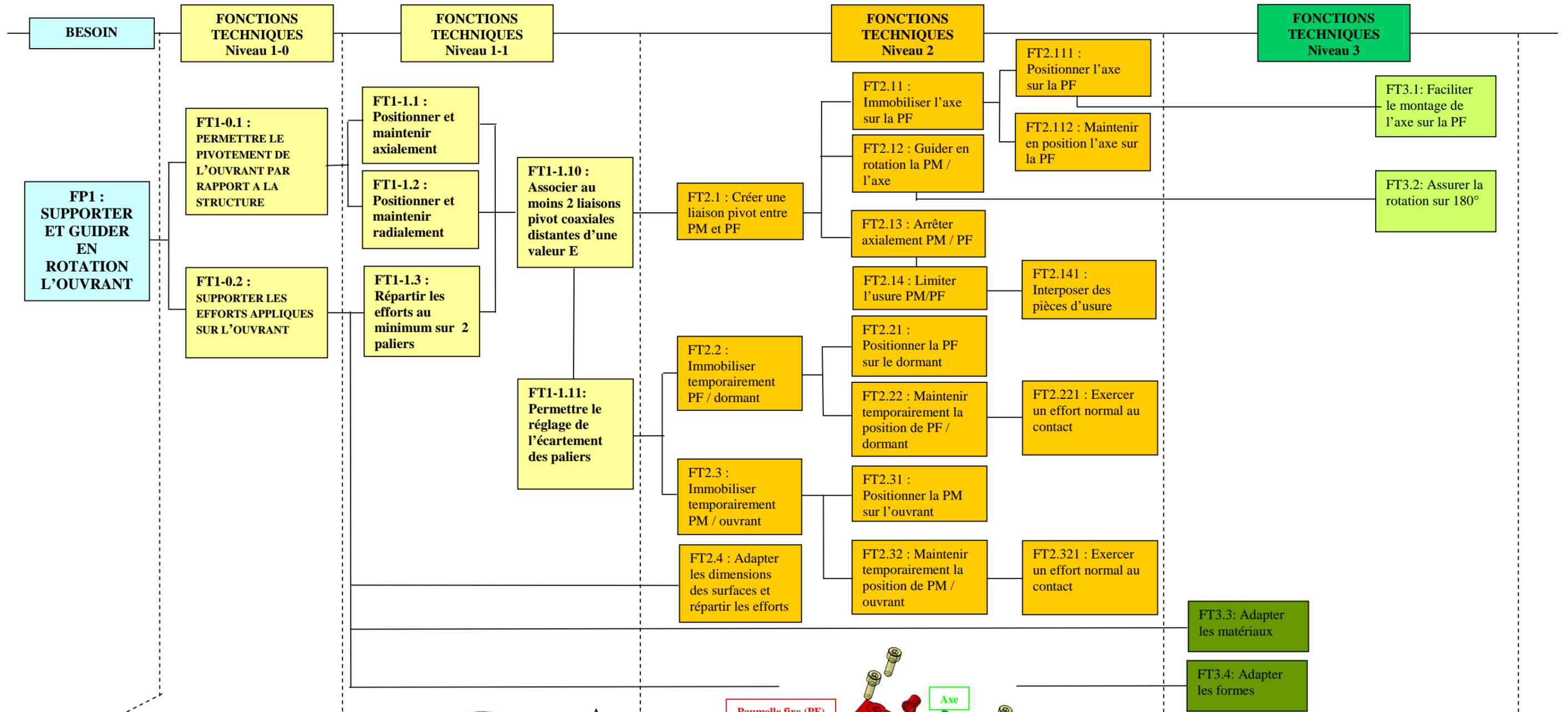


Schéma cinématique

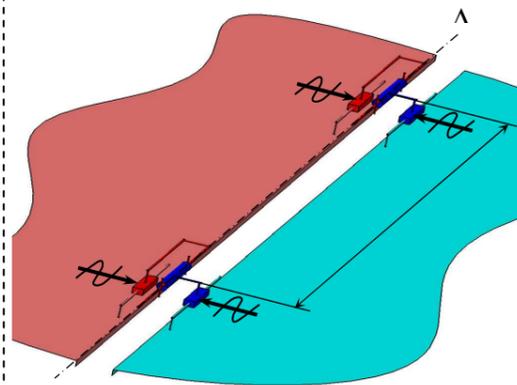
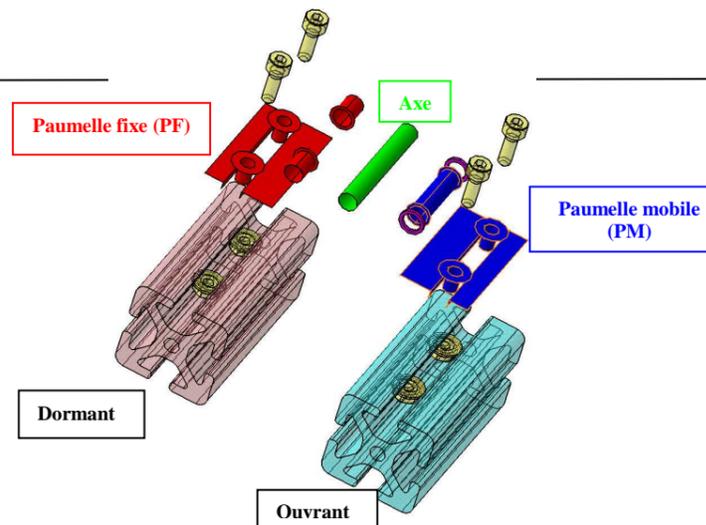


Schéma d'architecture



PAUMELLE

BESOIN

FONCTIONS
TECHNIQUES
Niveau 1-0

SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

ANALYSE FONCTIONNELLE

CONDITIONS
D'APTITUDE À L'EMPLOI

CONDITIONS
GEOMETRIQUES
ASSOCIEES

FP1 :
SUPPORTER
ET GUIDER
EN
ROTATION
L'OUVRANT
PAR
RAPPORT AU
DORMANT

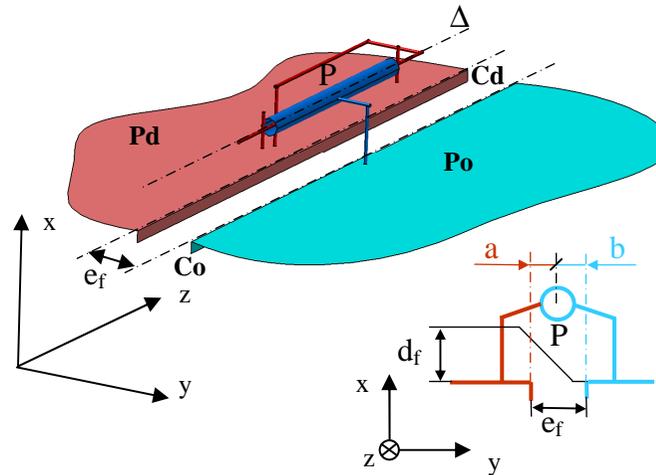
FT1-0.1 :
PERMETTRE LE
PIVOTEMENT DE
L'OUVRANT PAR
RAPPORT A LA
STRUCTURE

FT1-0.2 :
SUPPORTER LES
EFFORTS APPLIQUES
SUR L'OUVRANT

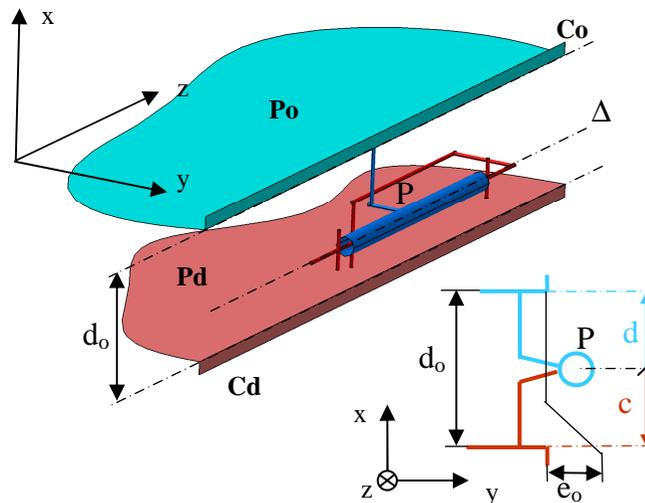
CARACTERISATION DES FONCTIONS

Rep	Critères	Niveau
FP1	-Angle d'ouverture	180 ° mini
	-Défaut parallélisme admis / x	$\alpha_x = 1,2/1000$
	-Défaut parallélisme admis / y	$\alpha_y = 1/1000$
	-Ecartement chants	
	▪ porte fermée	$e_f = 2 \pm 0.3$
	▪ porte ouverte à 180°	$e_o = 0 \pm 0.25$
	-Décalage des plans de l'ouvrant et du dormant	
	▪ porte ouverte	$d_o = 30$ Maxi
	▪ porte fermée	$d_f = 0 \pm 0.25$
	Torseur d'action mécanique exprimé dans le repère (P,x,y,z) porte fermée (unités en N et Nm)	(R) (M) 0 1200 0 0 1200 0

Position porte fermée à 0°



Position porte ouverte à 180°



CAE1-0.1 : Garantir l'écartement entre les chants de l'ouvrant et du dormant en position porte fermée :
Ecartement autorisé:
 $e_f = 2 \pm 0.3$ (mm)

CAE1-0.2 : Garantir l'écartement entre les chants de l'ouvrant et du dormant en position porte ouverte à 180° :
Ecartement autorisé:
 $e_o = 0 \pm 0.3$ (mm)

CAE1-0.3 : Garantir la coïncidence des plans de l'ouvrant et du dormant en position porte fermée :
Défaut autorisé:
 $d_f = 0 \pm 0.25$ (mm)

CAE1-0.4 : Garantir le décalage entre les plans de l'ouvrant et du dormant en position porte ouverte:
Décalage autorisé:
 $d_o = 30$ Maxi (mm)

CAE1-0.5 : Garantir le parallélisme des plans de l'ouvrant et du dormant :
Défaut angulaire autorisé :
 $\alpha_y = 1/1000$ (rad)

CAE1-0.6 : Garantir le parallélisme des chants de l'ouvrant et du dormant :
Défaut angulaire autorisé :
 $\alpha_x = 1,2/1000$ (rad)

CG1-0.1 : $e_f = a + b$

CG1-0.2 : $a = b$

CG1-0.3 : $c = d$

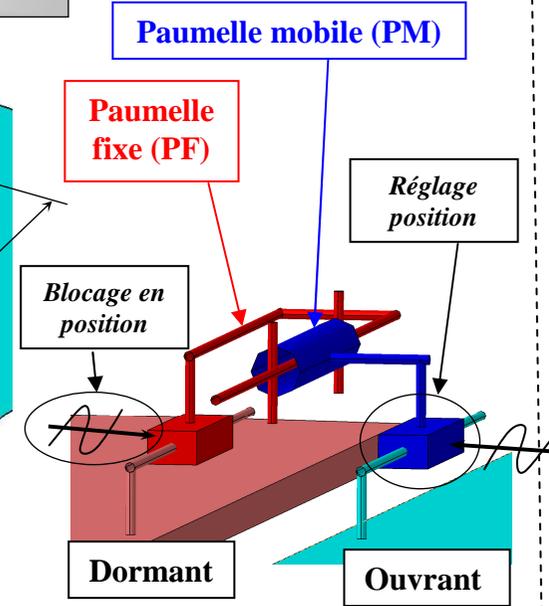
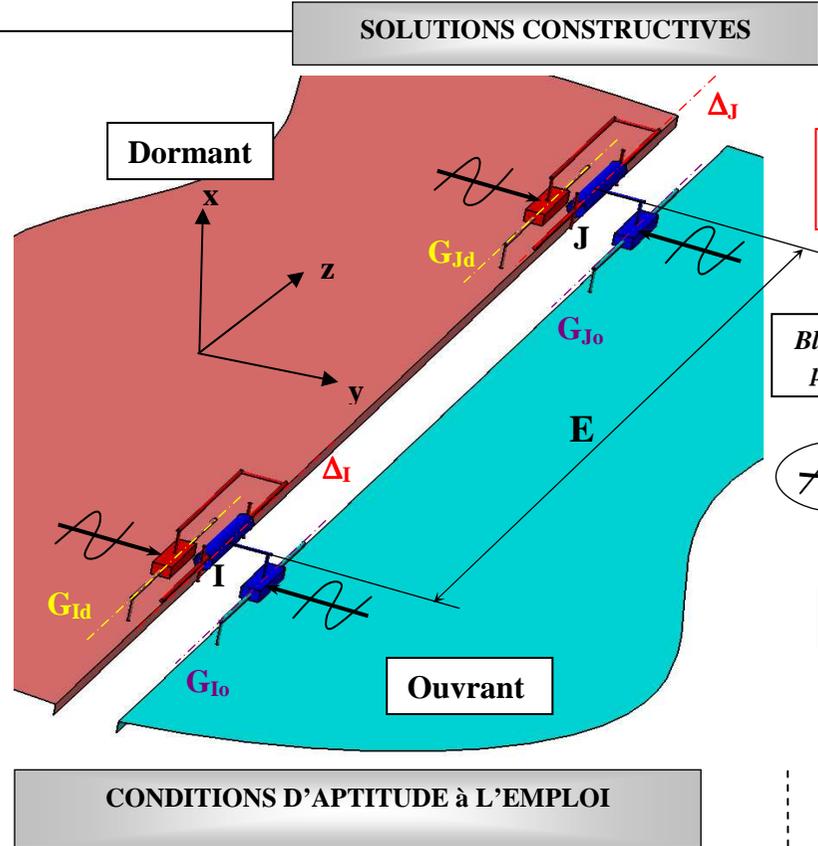
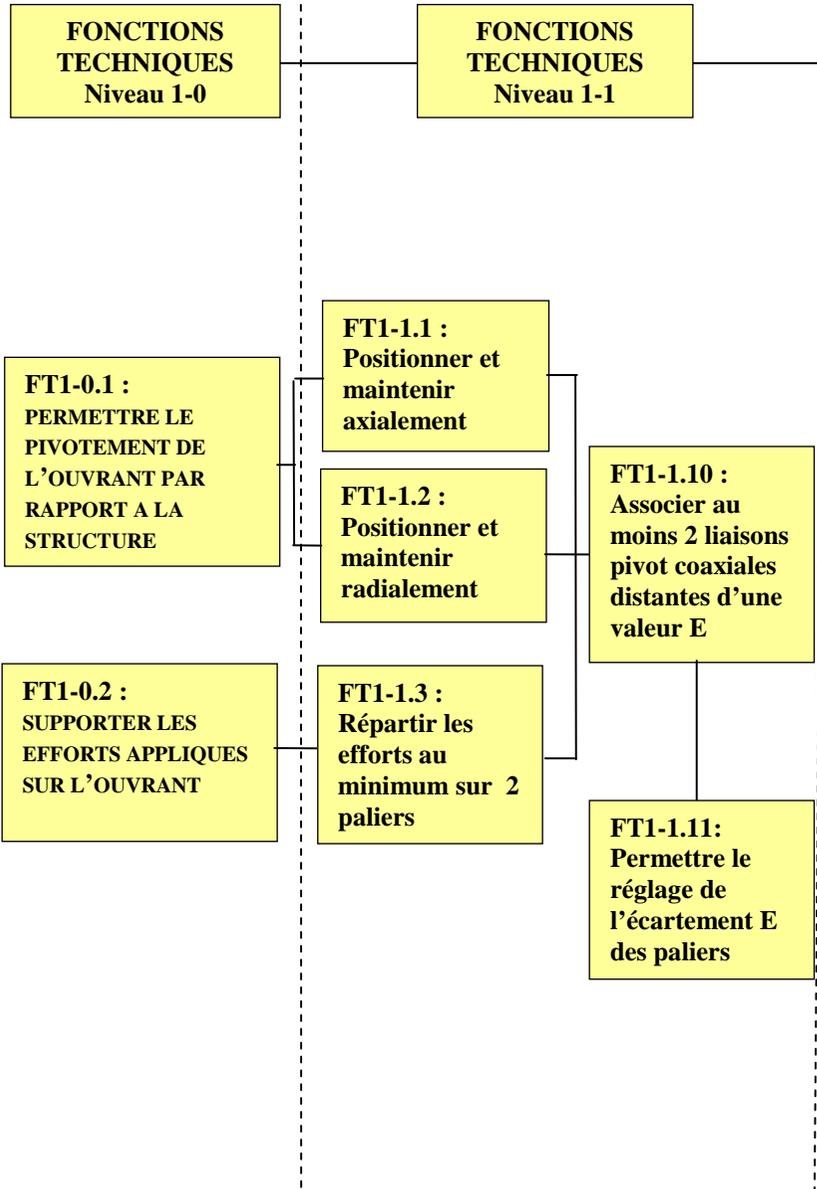
CG1-0.4 : $d_o = c + d$

CG1-0.5 :
 $\Delta // Pd$ et $\Delta // Po$

CG1-0.6 :
 $\Delta // Cd$ et $\Delta // Co$

PAUMELLE

ANALYSE FONCTIONNELLE



CAE1-1.1 : Garantir le réglage de E sur toute la longueur des profilés (ouvrant et dormant).

CAE1-1.2 : Garantir le montage et le pivotement sur 180° sans effort supplémentaire quelque soit la valeur de l'écartement E

CAE1-1.3 : Minimiser les moments parasites dans les articulations

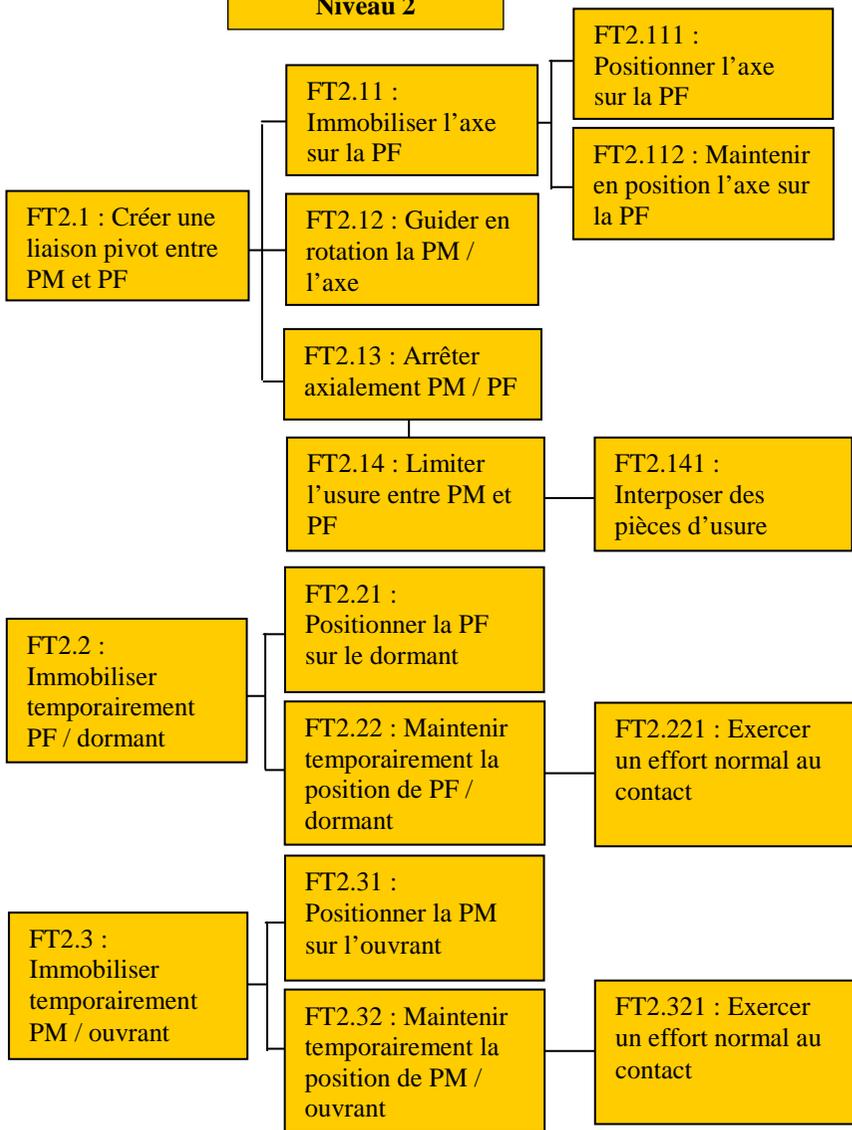
CG1-1.1 : $(G_{I0} \cup G_{J0}) // (G_{Ia} \cup G_{Jd})$

CG1-1.2 : $\Delta_I \equiv \Delta_J$

CG1-1.3 : (I,x,y) et (J,x,y) plans de symétrie des liaisons

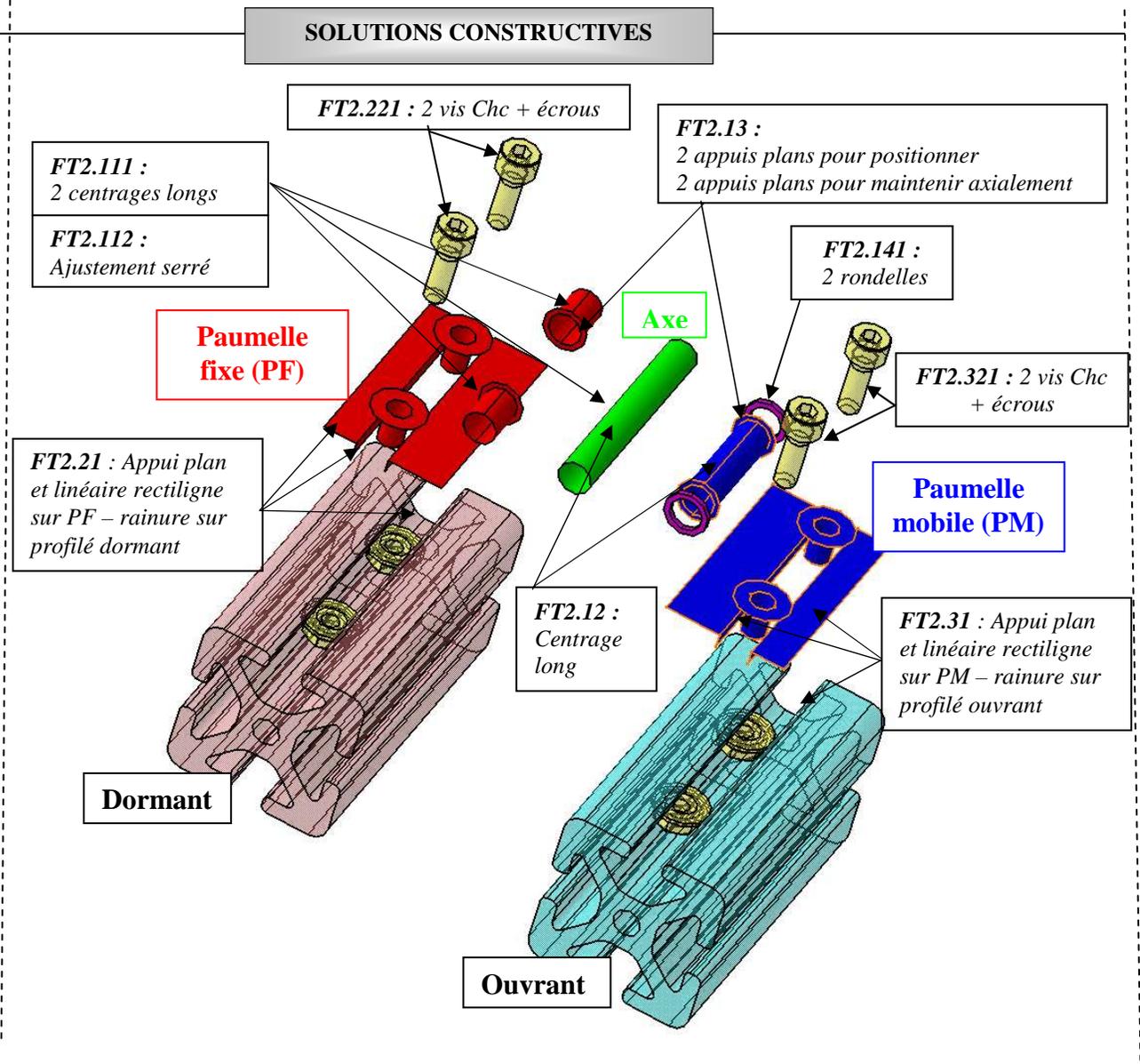
PAUMELLE

FONCTIONS TECHNIQUES Niveau 2



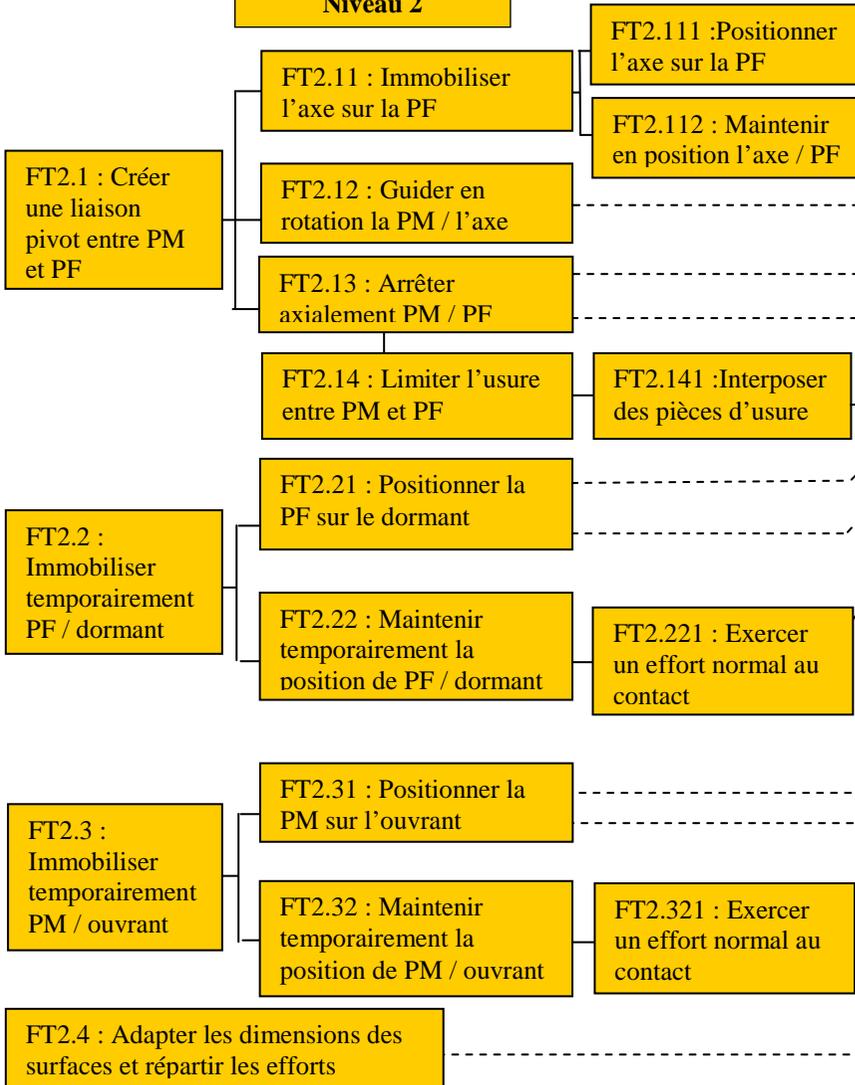
ANALYSE FONCTIONNELLE

SOLUTIONS CONSTRUCTIVES



PAUMELLE

FONCTIONS TECHNIQUES Niveau 2



CONDITIONS D'APTITUDE à L'EMPLOI

- CAE2.1 : Garantir le montage de l'axe sur la paumelle fixe
- CAE2.2 : Garantir le maintien en position des 2 pièces
- CAE2.3 : Garantir la libre rotation entre axe et paumelle mobile
- CAE2.4 : Garantir le contact entre les surfaces
- CAE2.5 : Garantir la libre rotation entre paumelle fixe et paumelle mobile
- CAE2.6 : Garantir le contact entre les surfaces
- CAE2.7 : Garantir le montage du tenon dans la rainure
- CAE2.8 : Garantir le serrage par les vis
- CAE2.9 : Permettre le montage des vis
- CAE2.10 : Répartir également la pression de contact
- CAE2.11 : Garantir le contact entre les surfaces
- CAE2.12 : Garantir le montage du tenon dans la rainure
- CAE2.13 : Garantir le serrage par les vis
- CAE2.14 : Permettre le montage des vis
- CAE2.15 : Répartir également la pression de contact
- CAE2.16 : pression de contact < p_{adm}

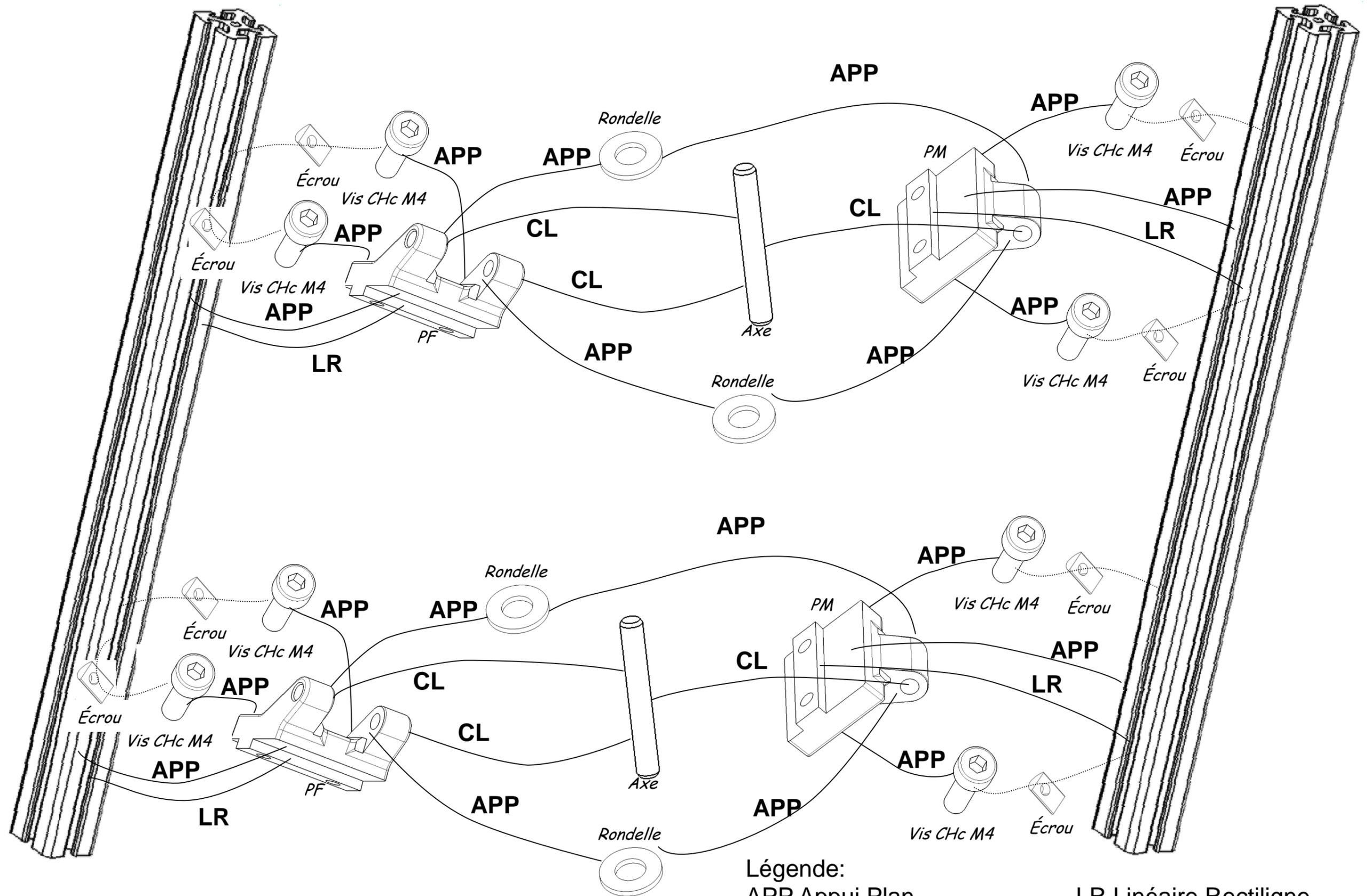
ANALYSE FONCTIONNELLE

CONDITIONS GEOMETRIQUES ASSOCIEES

- CG2.1 : Alignement des axes des 2 centrages longs
- CG 2.2 : Ajustement serré
- CG 2.3 : Ajustement libre (jeu à définir selon calcul IT)
- CG2.4.1 : Perpendicularité du plan de contact / Axe commun des 2 centrages longs sur PF
- CG2.4.2 : Perpendicularité du plan de contact / Centrage long sur PM
- CG2.5 : jeu axial = 0,1 mini (jeu max résultant calcul IT)
- CG2.6 : Perpendicularité entre les plans du contact sur PF
- CG2.7 : jeu entre tenon et rainure = 0,1 mini (jeu max résultant calcul IT)
- CG2.8 : Distance appuis têtes vis /appui PF sur dormant
- CG2.9.1 : Trou passage vis Φ 4,3 H12
- CG2.9.2 : Perpendicularité axes trous / plan d'appui
- CG2.9.3 : Coïncidence axes trous / plan médian tenon
- CG2.10.1 : Entraxe des axes des vis
- CG2.10.2 : Répartition symétrique des vis / plan médian de l'articulation.
- CG2.11 : Perpendicularité entre les plans du contact sur PM
- CG2.12 : jeu entre tenon et rainure = 0,1 mini (jeu max résultant calcul IT)
- CG2.13 : Distance appuis têtes vis /appui PM sur ouvrant
- CG2.14.1 : Trou passage vis Φ 4,3 H12
- CG2.14.2 : Perpendicularité axes trous / plan d'appui
- CG2.14.3 : Coïncidence axes trous / plan médian tenon
- CG2.15.1 : Entraxe des axes des vis
- CG2.15.2 : Répartition symétrique des vis / plan médian de l'articulation.

PAUMELLE MOBILE

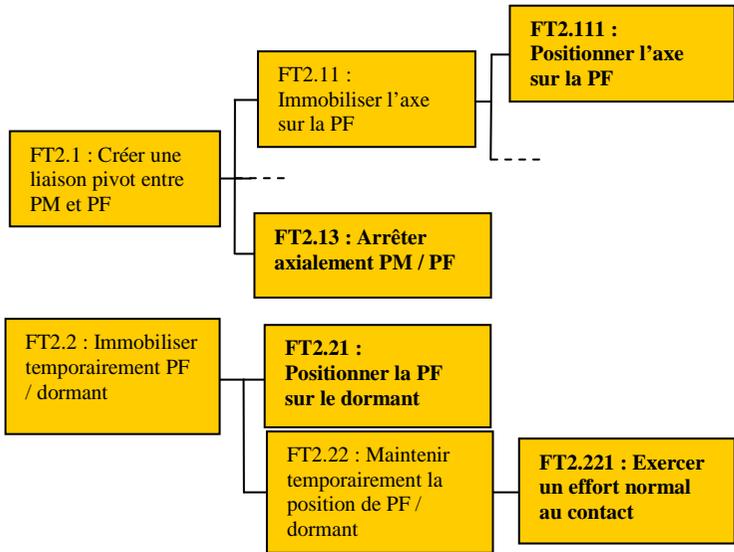
GRAPHE DES CONTACTS



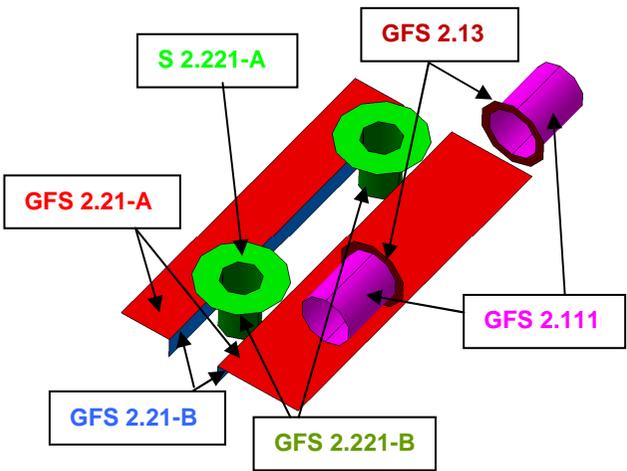
Légende:
 APP Appui Plan
 CL Centrage Long

LR Linéaire Rectiligne
 CC Centrage Court

FONCTIONS TECHNIQUES Niveau 2 Hiérarchisation des Surfaces et Groupes fonctionnels de surfaces



Fonction technique	Groupe(s) de surfaces associé(s)	Nature géométrique de la surface	Hiérarchisation	Critère retenu
FT2.111	GFS 2.111	Cylindre	GFS 2.111	Prépondérance du contact
FT2.13	GFS 2.13	Plan	GFS 2.13	
FT2.21	GFS 2.21-A	Plan	GFS 2.21-A	Prépondérance du contact
	GFS 2.21-B	Plan	GFS 2.21-B	
FT2.221	S 2.221-A (* 2)	Plan	GFS 2.21-A S 2.221-A	Effort normal au contact
	GFS 2.221-B	Cylindre	GFS 2.21 - GFS 2.21B GFS 2.221-B	Prépondérance du contact

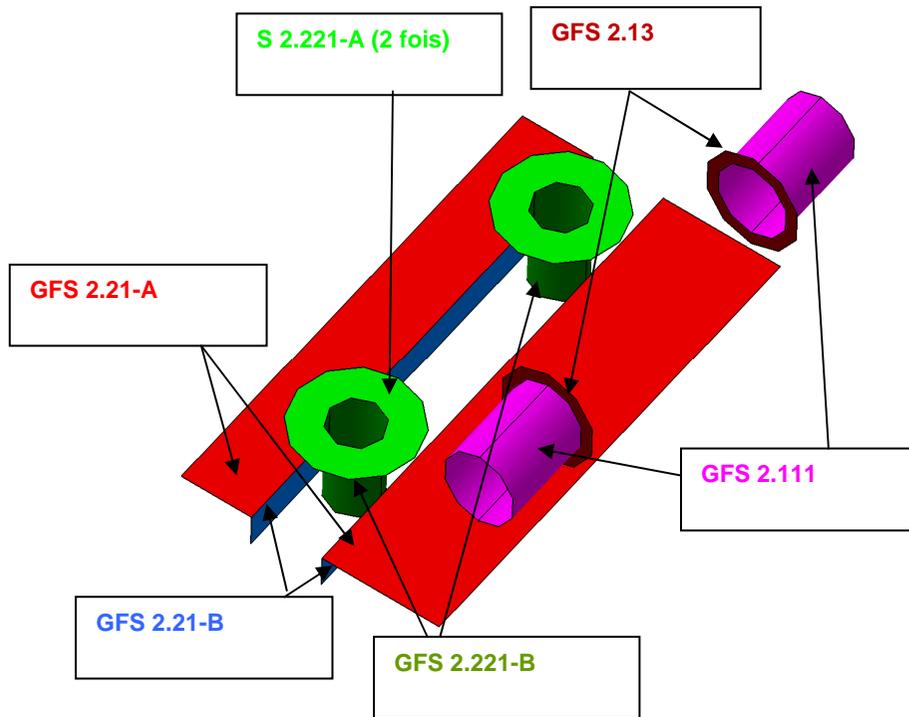


PAUMELLE FIXE

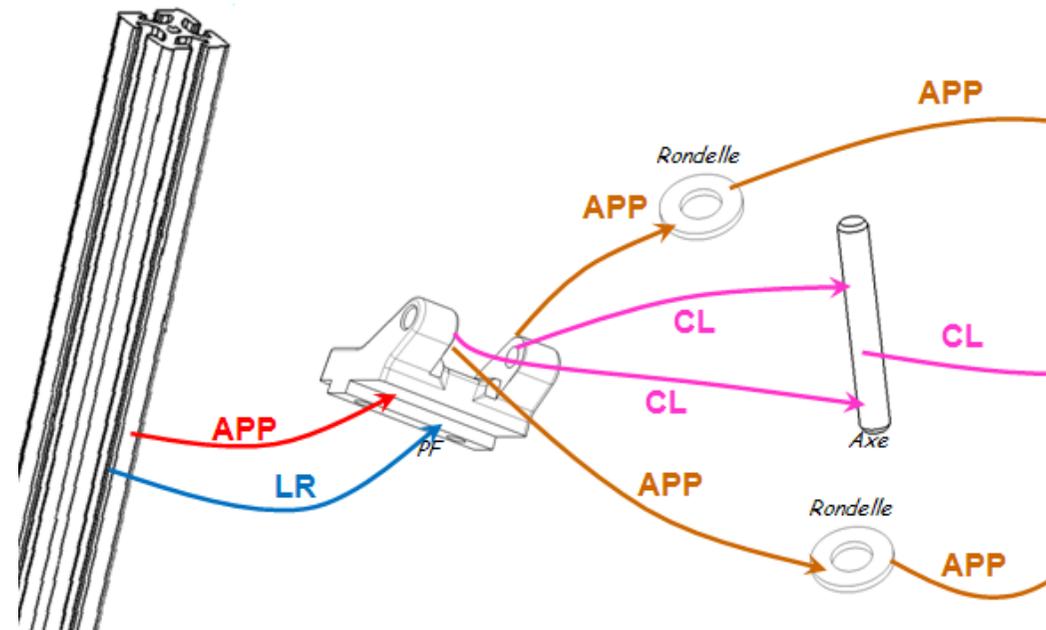
HIERARCHISATION DES SURFACES

FONCTIONS TECHNIQUES Niveau 1

Hierarchisation des Surfaces et Groupes fonctionnels de surfaces

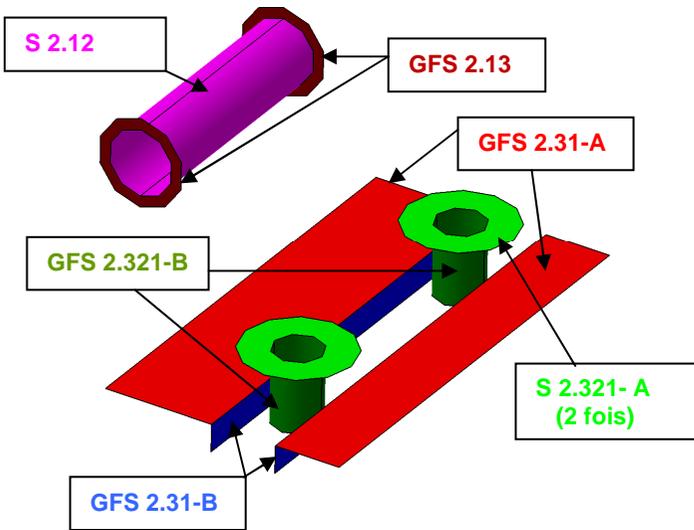
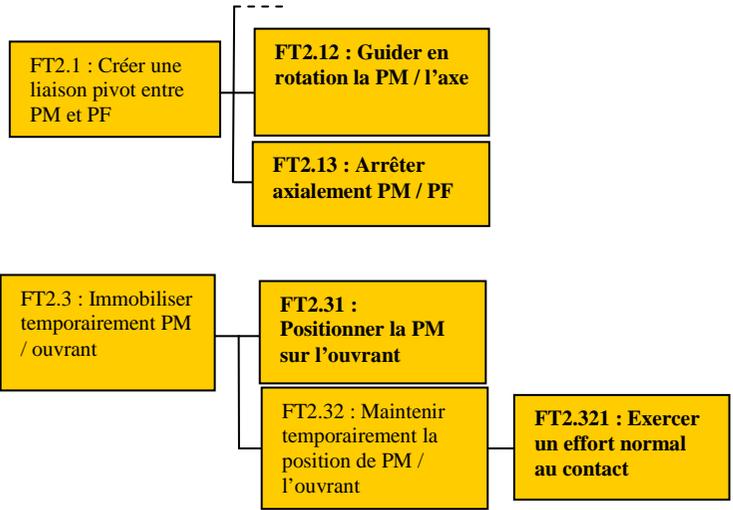


Fonction technique	Groupes de surfaces concernés	Hierarchisation	Critères retenus
FT1-0.1 : PERMETTRE LE PIVOTEMENT DE L'OUVRANT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE	GFS 2.21-A GFS 2.21-B GFS 2.111 GFS 2.13	<pre> graph TD GFS221["GFS 2.21 GFS 2.21B"] --> GFS211["GFS 2.111"] GFS211 -.-> GFS213["GFS 2.13"] </pre>	<ul style="list-style-type: none"> - Le profilé du dormant positionne la paumelle fixe par GFS2.21 et par GFS 2.21B - L'axe se positionne sur la paumelle fixe par GFS 2.111. - La paumelle mobile se positionne axialement sur la paumelle fixe par GFS 2.13.



SURFACES ET GROUPES DE SURFACES	CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 2			CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 1		Remarques
	Caractéristique intrinsèque (CG associée)	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	
	GFS 2.21-A	Défaut de forme du plan commun				
	GFS 2.21-B	Largeur tenon (CG 2.7)	Perpendicularité (CG 2.6)	GFS 2.21-A		
	S 2.221-A (2 fois)	Défaut de forme du plan	Distance (CG2.8)	GFS 2.21-A		
	GFS 2.221-B	Ø 4,3 H12 (CG2.9.1) Entraxe (CG2.10.1)	Perpendicularité (CG2.9.2) Coïncidence (CG2.9.3) Symétrie (CG2.10.2)	GFS 2.21-A GFS 2.21-B GFS 2.13		
	GFS 2.111	Défaut de forme de l'axe commun aux 2 cylindres (CG2.1) Ø trou (CG2.2)			Parallélisme (CG1-1.2 et CG1-0.5) Distance (CG1-0.3 et CG1-0.4) Parallélisme (CG1-1.2 et CG1-0.6) Distance (CG1-0.1 et CG1-0.2)	GFS 2.21-A GFS 2.21-A GFS 2.21-B GFS 2.21-B
	GFS 2.13	Distance entre plans (CG2.5)	Perpendicularité (CG2.4.1)	GFS 2.111		

FONCTIONS TECHNIQUES Niveau 2 Hiérarchisation des Surfaces et Groupes fonctionnels de surfaces

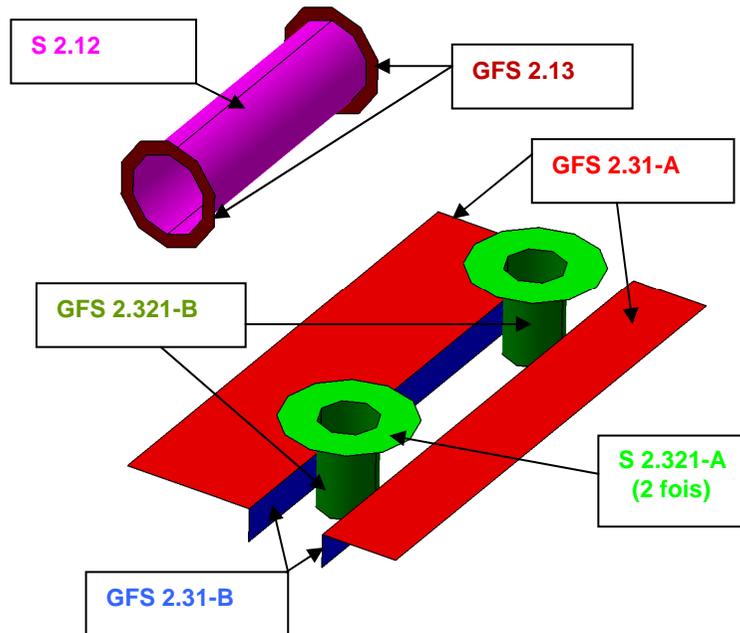


Fonction technique	Groupe(s) de surfaces associé(s)	Nature géométrique de la surface	Hiérarchisation	Critère retenu
FT2.12	S 2.12	Cylindre	S 2.12	Prépondérance du contact
FT2.13	GFS 2.13	Plan	GFS 2.13	

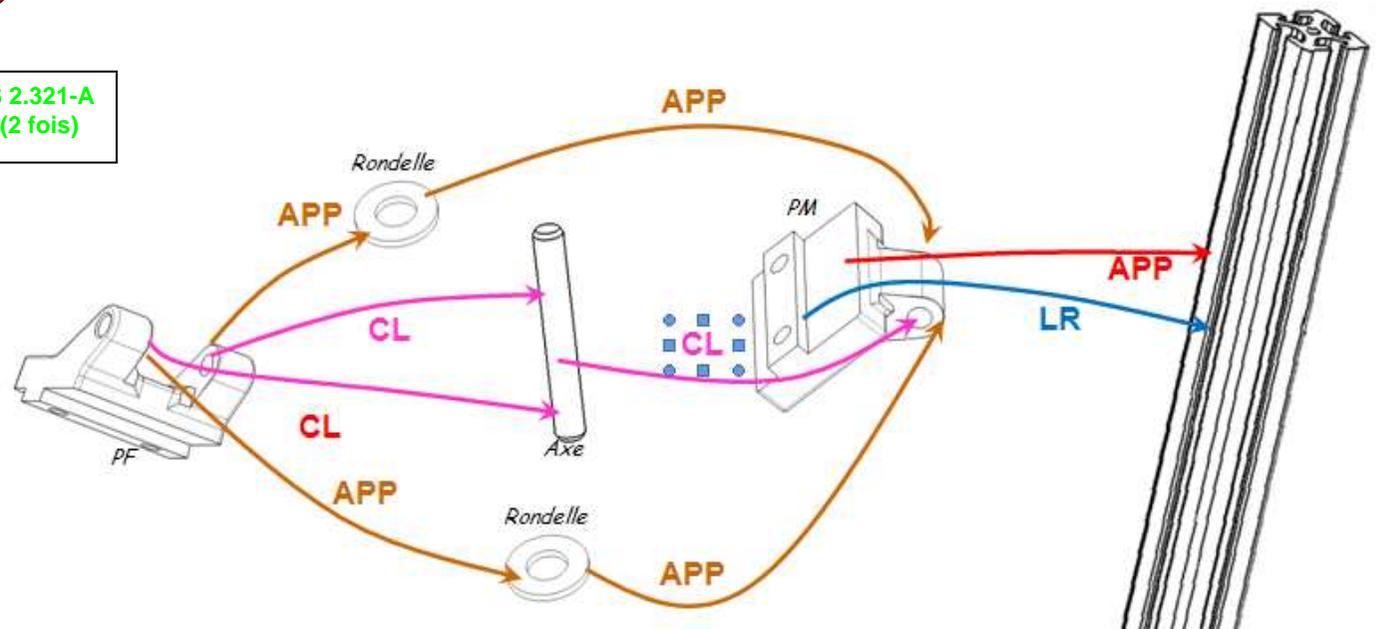
FT2.31	GFS 2.31-A	Plan	GFS 2.31-A	Prépondérance du contact
	GFS 2.31-B	Plan	GFS 2.31-B	
FT2.321	S 2.321-A (2 fois)	Plan	GFS 2.31-A S 2.321-A	Effort normal au contact
	GFS 2.321-B	Cylindre	GFS 2.31 - GFS 2.31B GFS 2.321-B	Prépondérance du contact

FONCTIONS TECHNIQUES Niveau 1

Hierarchisation des Surfaces et Groupes fonctionnels de surfaces



Fonction technique	Groupes de surfaces concernés	Hierarchisation	Critères retenus
FT1-0.1 : PERMETTRE LE PIVOTEMENT DE L'OUVRANT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE	GFS 2.31-A GFS 2.31-B GFS 2.12 GFS 2.13	<pre> graph TD GFS_2.12[GFS 2.12] --> GFS_2.13[GFS 2.13] GFS_2.13 --> GFS_2.21[GFS 2.21] GFS_2.13 --> GFS_2.21B[GFS 2.21B] </pre>	<ul style="list-style-type: none"> - L'axe positionne la paumelle mobile par GFS 2.12. - La paumelle fixe positionne axialement la paumelle mobile par GFS 2.13. - Le profilé de l'ouvrant se positionne sur la paumelle mobile par GFS 2.21 et par GFS 2.21B



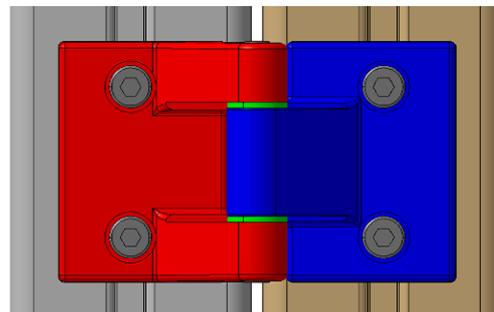
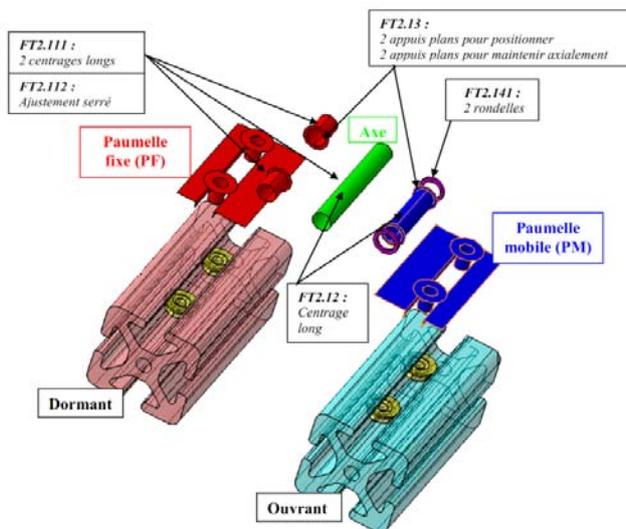
SURFACES ET GROUPES DE SURFACES	CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 2			CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 1		Remarques
	Caractéristique intrinsèque (CG associée)	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	
	S 2.12	Défaut de forme du cylindre Ø trou (CG2.3)				
	GFS 2.13	Défaut de forme des plans et distance entre plans (CG2.5)	Perpendicularité (CG2.4.2)	S 2.12		
	GFS 2.31-A	Défaut de forme du plan commun			Parallélisme (CG1-1.2 et CG1-0.5) Distance (CG1-0.3 et CG1-0.4)	S 2.12 S 2.12
	GFS 2.31-B	Largeur tenon (CG 2.12)	Perpendicularité (CG 2.11)	GFS 2.31-A	Parallélisme (CG1-1.2 et CG1-0.6) Distance (CG1-0.1 et CG1-0.2)	S 2.12 S 2.12
	S 2.321 (2 fois)	Défaut de forme du plan	Distance (CG2.13)	GFS 2.31-A		
	GFS 2.321-B	Ø 4,3 H12 (CG2.14.1) Entraxe (CG2.15.1)	Perpendicularité (CG2.14.2) Coïncidence (CG2.14.3) Symétrie (CG2.15.2)	GFS 2.31-A GFS 2.31-B GFS 2.13		

SURFACES ET GROUPES DE SURFACES	CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 2			CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 1		Remarques
	Caractéristique intrinsèque (CG associée)	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	
	S 2.12	Défaut de forme du cylindre Ø trou (CG2.3)		Parallélisme (CG1-1.2 et CG1-0.5) Distance (CG1-0.3 et CG1-0.4) Distance (CG1-0.1 et CG1-0.2)	GFS 2.31-A GFS 2.31-A GFS 2.31-B	
	GFS 2.13	Défaut de forme des plans et distance entre plans (CG2.5)	Perpendicularité (CG2.4.2)	S 2.12		
	GFS 2.31-A	Défaut de forme du plan commun				
	GFS 2.31-B	Largeur tenon (CG 2.12)	Perpendicularité (CG 2.11)	GFS 2.31-A		
	S 2.321 (2 fois)	Défaut de forme du plan	Distance (CG2.13)	GFS 2.31-A		
	GFS 2.321-B	Ø 4,3 H12 (CG2.14.1) Entraxe (CG2.15.1)	Perpendicularité (CG2.14.2) Coïncidence (CG2.14.3) Symétrie (CG2.15.2)	GFS 2.31-A GFS 2.31-B GFS 2.13		

SURFACES ET GROUPES DE SURFACES		CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 2			CONTRAINTES DIMENSIONNELLES ET GEOMETRIQUES ASSOCIEES AUX FONCTIONS TECHNIQUES DE NIVEAU 1	
		Caractéristique intrinsèque (CG associée)	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence	Contrainte géométrique (CG associée)	Référence
	S 2.12	Défaut de forme du cylindre Ø trou (CG2.3) Ø5.15 ±0.05 E			Parallélisme // 0.037 (CG1-1.2 et CG1-0.5) Distance ¹ 0.15 (CG1-0.3 et CG1-0.4) Distance ¹ 0.1 (CG1-0.1 et CG1-0.2)	GFS 2.31-A GFS 2.31-A GFS 2.31-B
	GFS 2.13	Df forme plans et distance plans (CG2.5) 0.05 17.95	Perpendicularité (CG2.4.2) -0.05	S 2.12		
	GFS 2.31-A	Df forme du plan commun à 0.01				
	GFS 2.31-B	Largeur tenon (CG 2.12) Ø4.45 ±0.08	Perpendicularité (CG 2.11) -0 E	GFS 2.31-A		
	S 2.321 (2 fois)	Défaut de forme du plan à 0.3	Distance (CG2.13) ¹ 0.3	GFS 2.31-A		
	GFS 2.321-B	Ø 4,3 H13 ¹ 0.2 (CG2.14.1) Entraxe (CG2.15.1) 25	Perpendicularité ¹ 0.2 (CG2.14.2) Coincidence ¹ 0.2 (CG2.14.3) Symétrie ¹ 0.2 (CG2.15.2)	GFS 2.31-A GFS 2.31-B GFS 2.13		

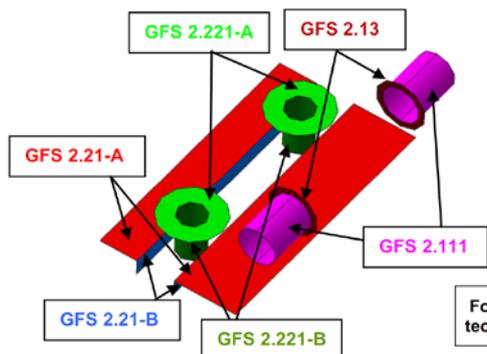
Quantification des IT - Montage de la paumelle

Calcul des IT pour la condition de montage de la paumelle



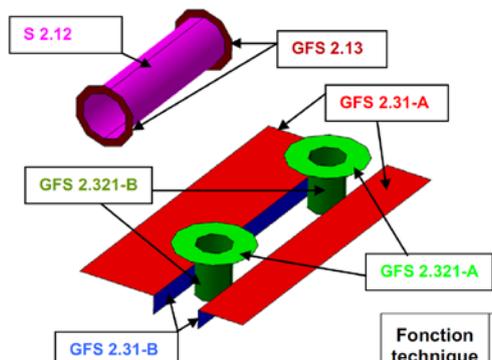
Surfaces concernées

Sur la paumelle fixe : **GFS2.111** et **GFS 2.13**



Fonction technique	Groupe(s) de surfaces associé(s)	Nature géométrique du contact	Hiérarchisation	Critère retenu
FT2.111	GFS 2.111	Centrage long	GFS 2.111	Prépondérance du contact
FT2.13	GFS 2.13	Appui plan	GFS 2.13	

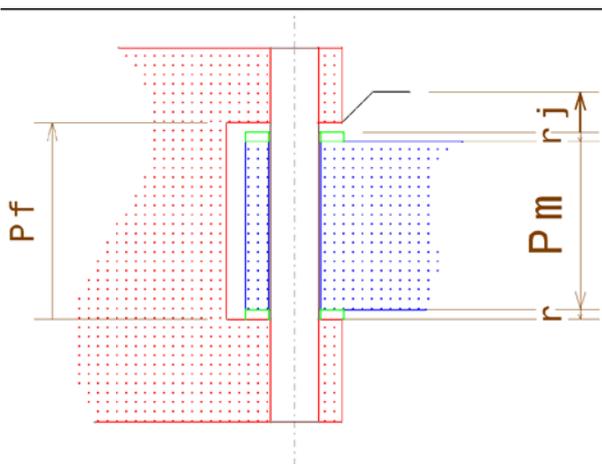
Sur la paumelle mobile : **S2.12** et **GFS 2.13**



Fonction technique	Groupe(s) de surfaces associé(s)	Nature géométrique du contact	Hiérarchisation	Critère retenu
FT2.12	S 2.12	Centrage long	GFS 2.12	Prépondérance du contact
FT2.13	GFS 2.13	Appui plan	GFS 2.13	

Quantification des IT - Montage de la paumelle

Chaîne de cotes associée :



La CAE2.5 « Garantir la libre rotation entre paumelle fixe et paumelle mobile » exige un jeu axial défini par CG2.5 « jeu axial = $0,3^{+0,2}$ »

Le mode d'obtention de la paumelle nous garantit un IT de 0.1

Les rondelles sont des rondelles classiques. La tolérance sur l'épaisseur est de type js12, ce qui donne une rondelle d'épaisseur $1^{\pm 0,05}$

Les équations correspondantes sont alors les suivantes :

$$j_{\max} = Pf_{\max} - 2 \cdot r_{\min} - Pm_{\min}$$

et

$$j_{\min} = Pf_{\min} - 2 \cdot r_{\max} - Pm_{\max}$$

d'où on extrait

$$Pf_{\max} = Pm_{\min} + 0,5 + 2 \times 0,95$$

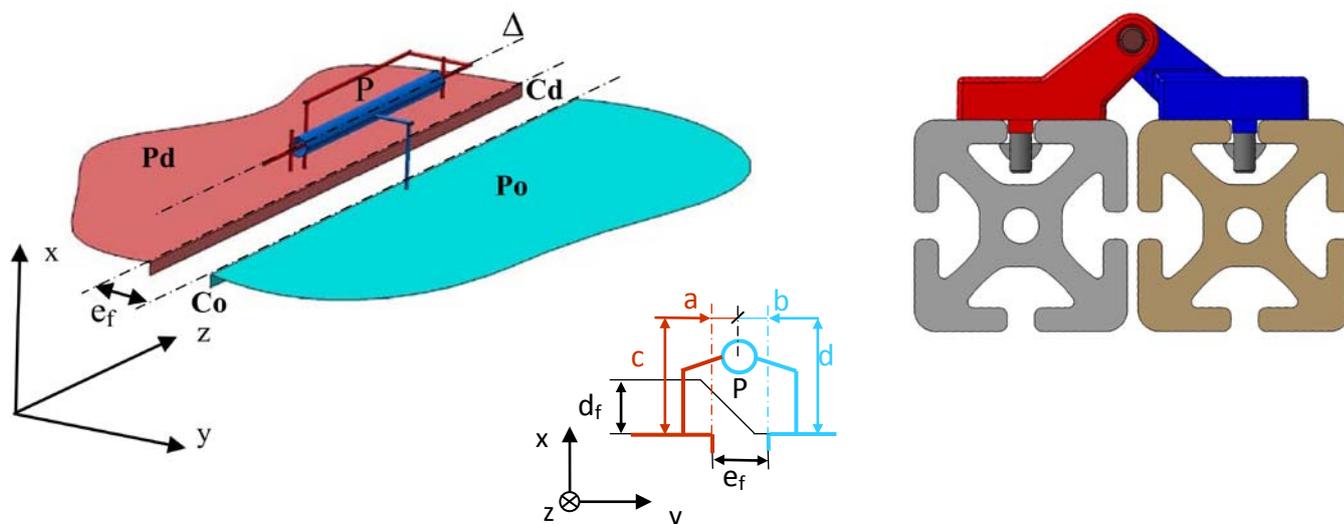
et

$$Pf_{\min} = Pm_{\max} + 0,1 + 2 \times 1,05$$

En s'imposant $Pm = 18^{0, -0,1}$ on trouve alors $Pf = 20^{+0,2, +0,3}$

Quantification des IT - Décalage d_f

Calcul des IT pour le décalage d_f



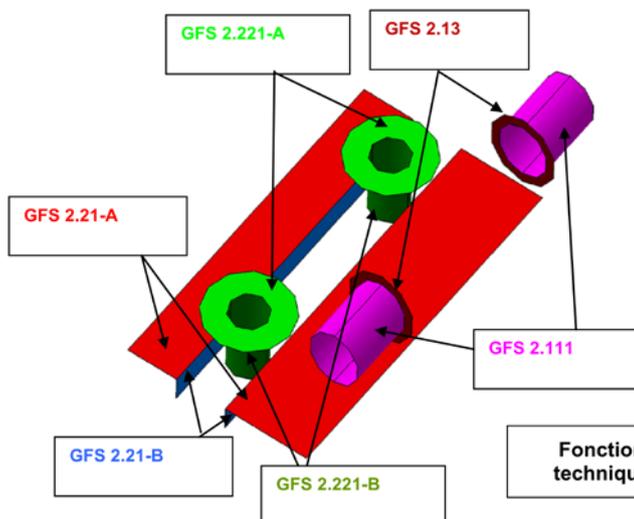
La FT1-0.1 impose comme critère une coïncidence des plans de l'ouvrant et du dormant.

La CAE 1-0.3 donne une valeur de décalage de $0^{\pm 0,25}$

La CG1-0.3 associée est $c=d$

Surfaces concernées

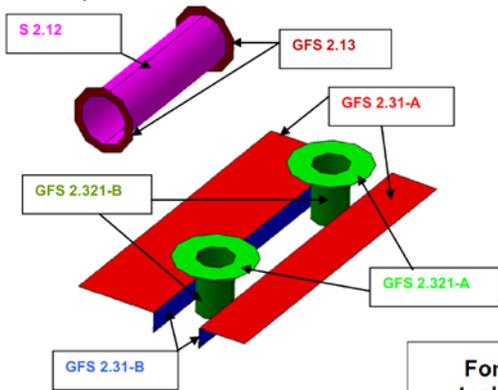
Sur la paumelle fixe : **GFS2.111** et **GFS 2.21-A**



Fonction technique	Groupes de surfaces concernés	Hiérarchisation	Critères retenus
FT1-0.1 : PERMETTRE LE PIVOTEMENT DE L'OUVRANT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE	GFS 2.21-A GFS 2.21-B GFS 2.111 GFS 2.13		<ul style="list-style-type: none"> - Le profilé du dormant positionne la paumelle fixe par GFS2.21 et par GFS 2.21B - L'axe se positionne sur la paumelle fixe par GFS 2.111. - La paumelle mobile se positionne axialement sur la paumelle fixe par GFS 2.13.

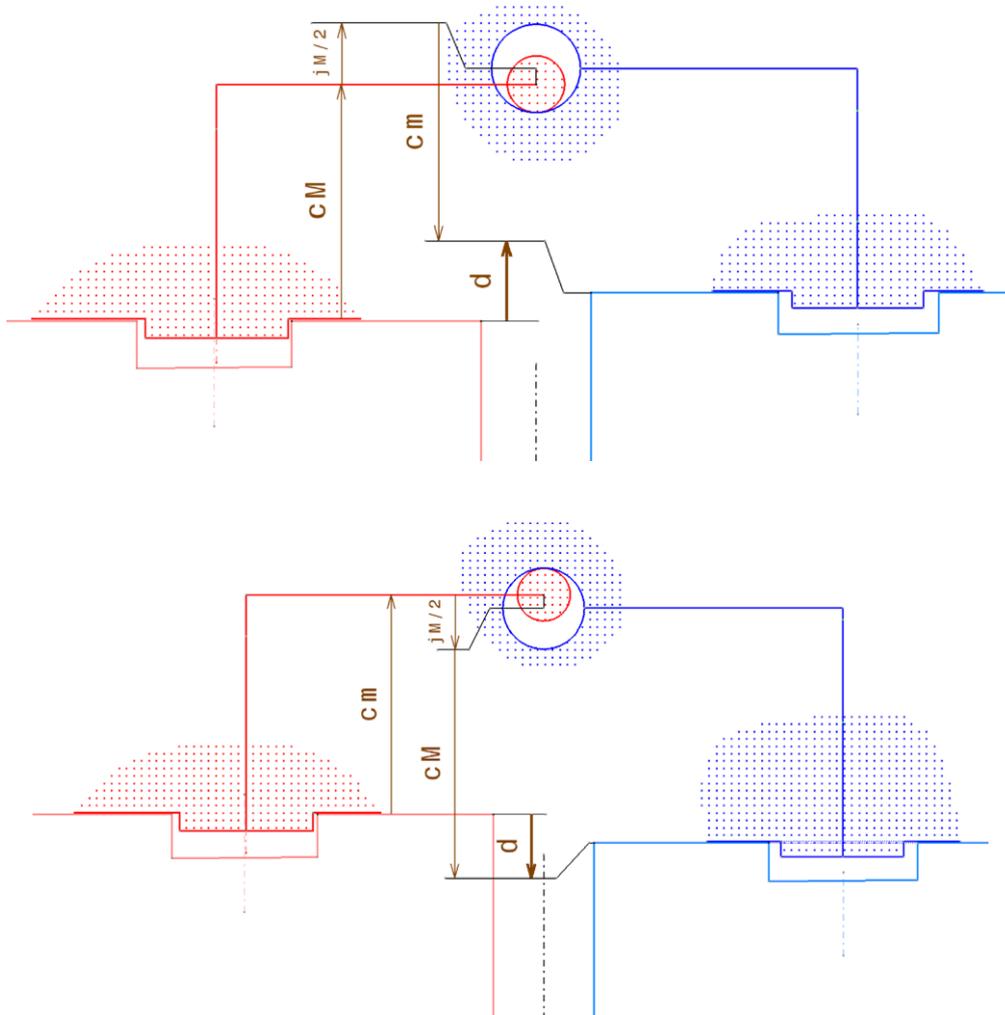
Quantification des IT - Décalage d_f

Sur la paumelle mobile : **S2.12** et **GFS 2.31-A**



Fonction technique	Groupes de surfaces concernés	Hierarchisation	Critères retenus
FT1-0.1 : PERMETTRE LE PIVOTEMENT DE L'OUVRANT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE	GFS 2.31-A GFS 2.31-B GFS 2.12 GFS 2.13		<ul style="list-style-type: none"> - L'axe positionne la paumelle mobile par GFS 2.12. - La paumelle fixe positionne axialement la paumelle mobile par GFS 2.13. - Le profilé de l'ouvrant se positionne sur la paumelle mobile par GFS 2.21 et par GFS 2.21B

Chaînes de cotes associées :



Quantification des IT - Décalage d_f

Dans les deux cas, l'équation trouvée est la même :

$$d = c_M - c_m + j_M / 2$$

soit

$$d = IT_c + j_M / 2$$

Remarques :

1 - Le mode de fabrication choisi nous garantit un intervalle de tolérance IT_c égal à 0,1

⇒ Si le jeu j_M entre l'axe et la paumelle mobile reste inférieur à 0,3 la condition de décalage $0^{\pm 0,25}$ sera remplie.

2 - La diminution du jeu entre l'axe et la paumelle mobile va nous permettre d'élargir les tolérances sur la localisation de l'axe par rapport au plan d'appui.

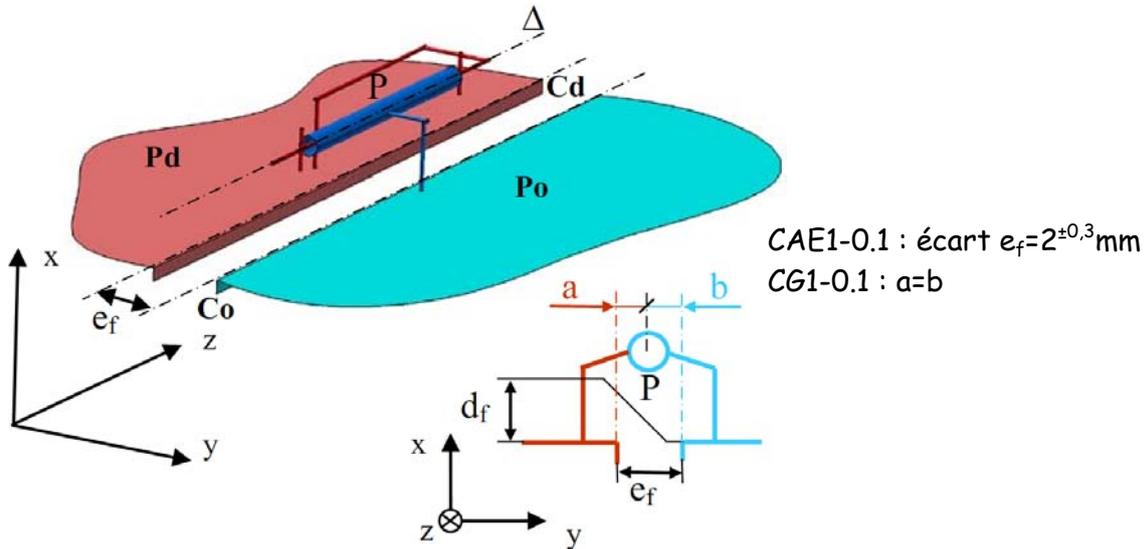
Conclusions :

Le jeu maxi choisi entre l'axe et la paumelle est de 0,2 ce qui permet d'élargir la localisation à 0,15 au lieu de 0,1

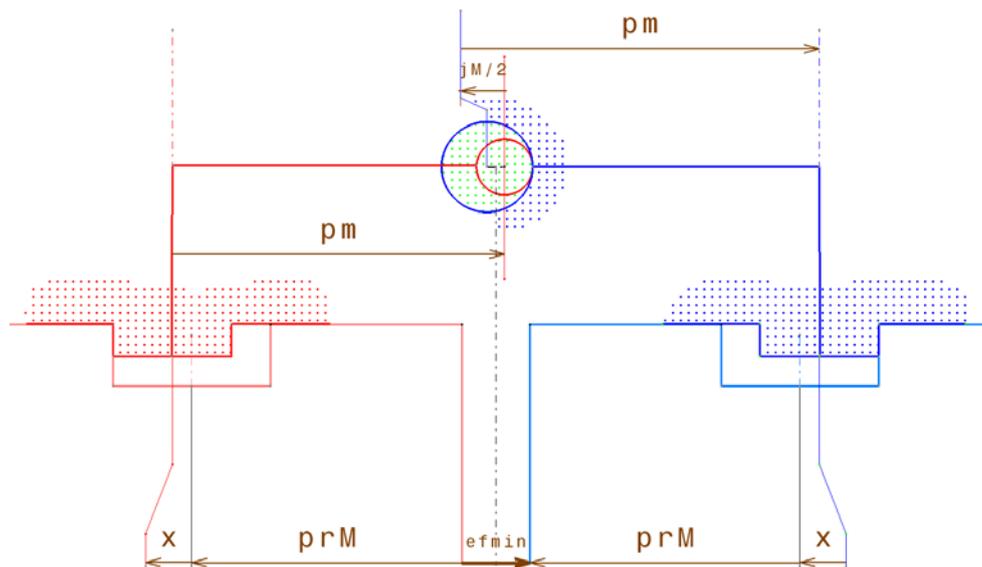
Quantification des IT - écart e_f

Calcul des IT pour l'écart e_f

Le cahier des charges définit une valeur admissible pour l'écartement de l'ouvrant et du dormant en position porte fermée.



La chaîne de cote associée au jeu mini est la suivante



Le maillon x est égal au $1/2$ jeu entre le tenon et la rainure du profilé.

On a donc

$$IT_{e_f} = 2IT_{p_r} + 2IT_{p_m} + IT_{j_M} + 2IT_x$$

avec

$$IT_{e_f} = 0,6$$

$$IT_{p_m} = 0,1$$

$$IT_{p_r} = 0,35$$

$$IT_{j_M} = 0,05$$

On remarque que $IT_{e_f} < 2 \cdot IT_{p_r} \Rightarrow$ il est impossible de garantir les valeurs de l'écartement par les seules paumelles : un réglage s'impose pour garantir la condition

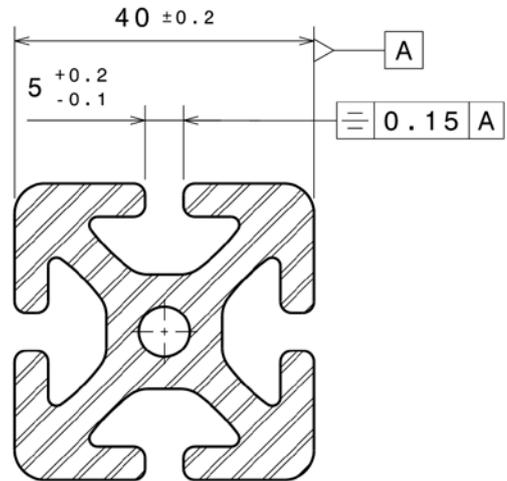
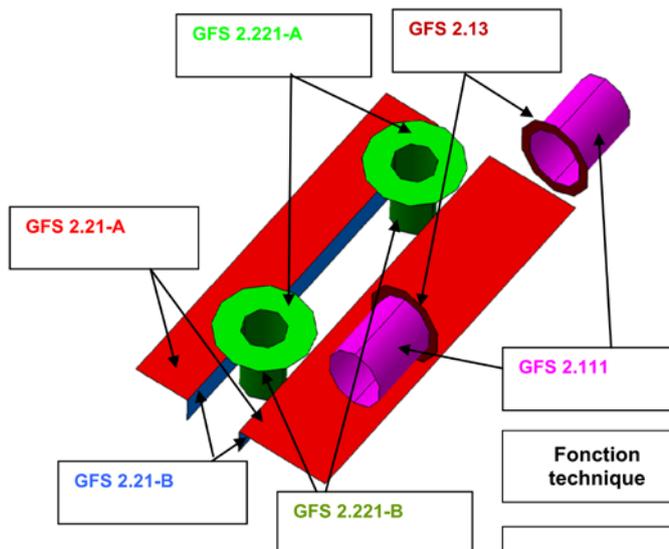
Quantification des IT - ecart e_f

Données : e_f garanti par une cale
 Jeu maxi axe / paumelle = ??
 $Pr = 20^{\pm 0,175}$ (voir ci-contre)

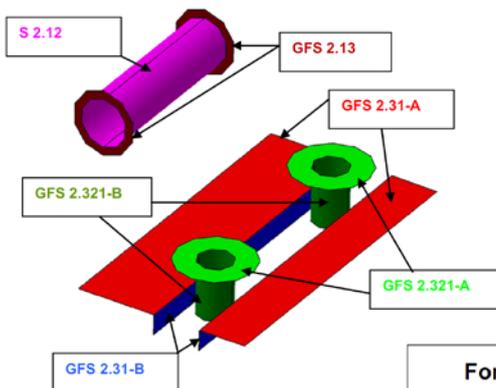
Hypothèse : $p = 21^{\pm 0,05}$

Surfaces concernées

Paumelle fixe **GFS 2.21B** et **GFS 2.11**



Paumelle mobile **GFS 2.31B**
 et **S2.12**



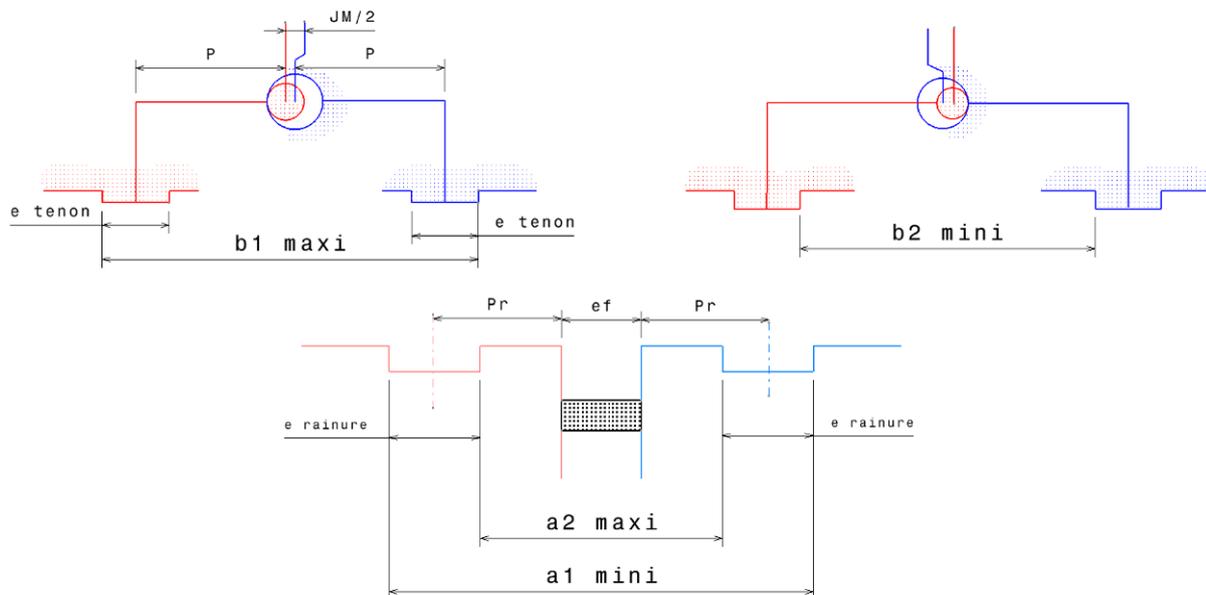
Fonction technique	Groupes de surfaces concernés	Hierarchisation	Critères retenus
FT1-0.1 : PERMETTRE LE PIVOTEMENT DE L'OUVRANT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE	GFS 2.21-A GFS 2.21-B GFS 2.111 GFS 2.13		<ul style="list-style-type: none"> - Le profilé du dormant positionne la paumelle fixe par GFS2.21 et par GFS 2.21B - L'axe se positionne sur la paumelle fixe par GFS 2.111. - La paumelle mobile se positionne axialement sur la paumelle fixe par GFS 2.13.

Fonction technique	Groupes de surfaces concernés	Hierarchisation	Critères retenus
FT1-0.1 : PERMETTRE LE PIVOTEMENT DE L'OUVRANT PAR RAPPORT A LA STRUCTURE	GFS 2.31-A GFS 2.31-B GFS 2.12 GFS 2.13		<ul style="list-style-type: none"> - L'axe positionne la paumelle mobile par GFS 2.12. - La paumelle fixe positionne axialement la paumelle mobile par GFS 2.13. - Le profilé de l'ouvrant se positionne sur la paumelle mobile par GFS2.21 et par GFS 2.21B

Quantification des IT - écart e_f

Si on procède à un réglage, la cote e_f est alors fixée et ne varie plus (épaisseur de la cale). Le problème devient alors la recherche du jeu mini x_{mini} à installer entre le tenon et la rainure pour garantir le montage quels que soient les profilés et les paumelles.

Les deux configurations extrêmes sont les suivantes :



$$b1 \text{ maxi} = 2.P_{\text{maxi}} + J_M/2 + e_{\text{tenon max}}$$

$$b2 \text{ mini} = 2.P_{\text{mini}} - J_M/2 - e_{\text{tenon max}}$$

$$a1 \text{ mini} = e_f + 2.Pr_{\text{mini}} + e_{\text{rainure min}}$$

$$a2 \text{ maxi} = e_f + 2.Pr_{\text{maxi}} - e_{\text{rainure min}}$$

les valeurs imposées sont

$$Pr_{\text{mini}} = 19,825$$

$$Pr_{\text{maxi}} = 20,175$$

$$P_{\text{mini}} = 20,95$$

$$P_{\text{maxi}} = 21,05$$

Les deux conditions à remplir sont alors :

$$b1 \text{ maxi} < a1 \text{ mini} \quad [1]$$

$$b2 \text{ mini} > a2 \text{ maxi} \quad [2]$$

Quantification des IT - écart e_f

Ce qui donne en écrivant les équations

$$[1] \quad e_{\text{rainure mini}} - e_{\text{tenon maxi}} > 2.P_{\text{maxi}} + J_M/2 - 2.Pr_{\text{mini}} - e_f$$

$$x_{\text{mini}} > 2P_{\text{maxi}} + J_M/2 - 2.Pr_{\text{mini}} - e_f$$

$$[2] \quad e_{\text{rainure mini}} - e_{\text{tenon maxi}} > e_f + 2.Pr_{\text{maxi}} - 2.P_{\text{mini}} + J_M/2$$

$$x_{\text{mini}} > e_f + 2.Pr_{\text{maxi}} - 2.P_{\text{mini}} + J_M/2$$

$$[1] + [2] \text{ donne alors } 2.x_{\text{mini}} > 2.IT_P + 2.IT_{Pr} + J_M$$

Application numérique :

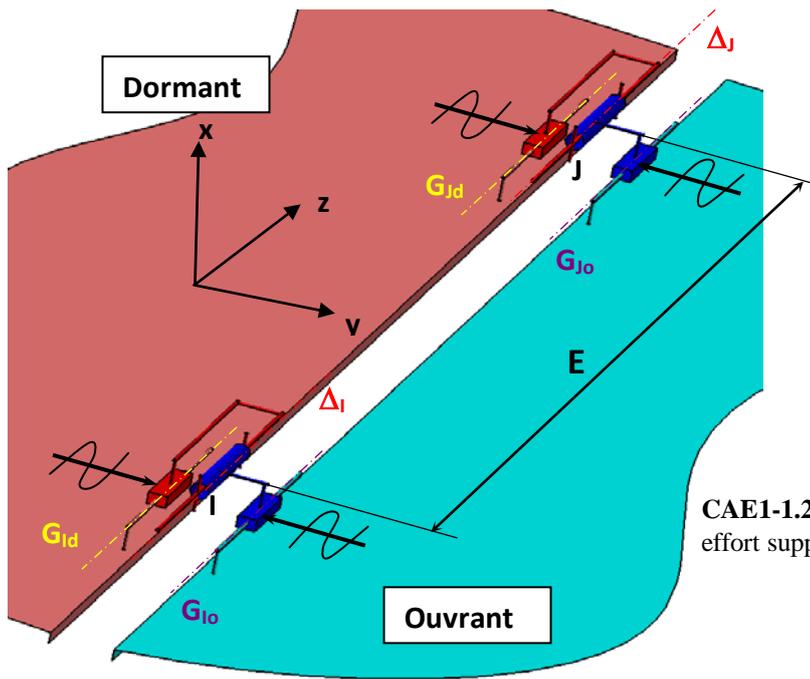
$$2.x_{\text{mini}} > 2.IT_P + 0,35 + J_M$$

$$x_{\text{mini}} > J_M/2 + IT_P + 0,175$$

Remarques :

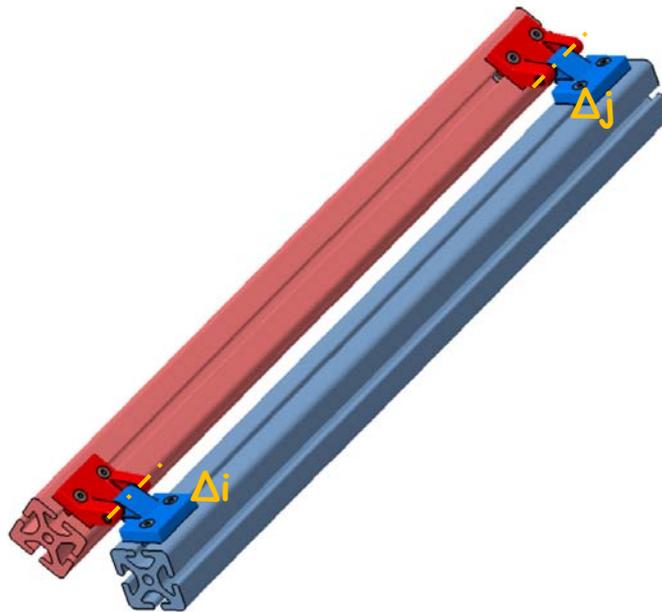
1 - Le calcul de l'écart d_f a imposé un jeu maxi entre axe et paumelle mobile égal à 0,3. Cela implique que le jeu mini à imposer entre le tenon et la rainure est de 0,425

2 - Si l'on opte pour le réglage, on cherche à garantir le non-contact entre le tenon et la rainure du profilé. En poussant le raisonnement au bout, on se rend compte que le tenon devient superflu et on peut alors le supprimer. On le conservera néanmoins pour assurer un pré-positionnement de la paumelle sur le profilé.



CAE1-1.2 : Garantir le montage et le pivotement sur 180° sans effort supplémentaire quelque soit la valeur de l'écartement E

La FT1-0.1 nous impose le respect de la CAE - 1.2, pour cela, il faut garantir l'alignement des axes Δ_j et Δ_i .

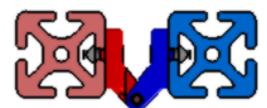
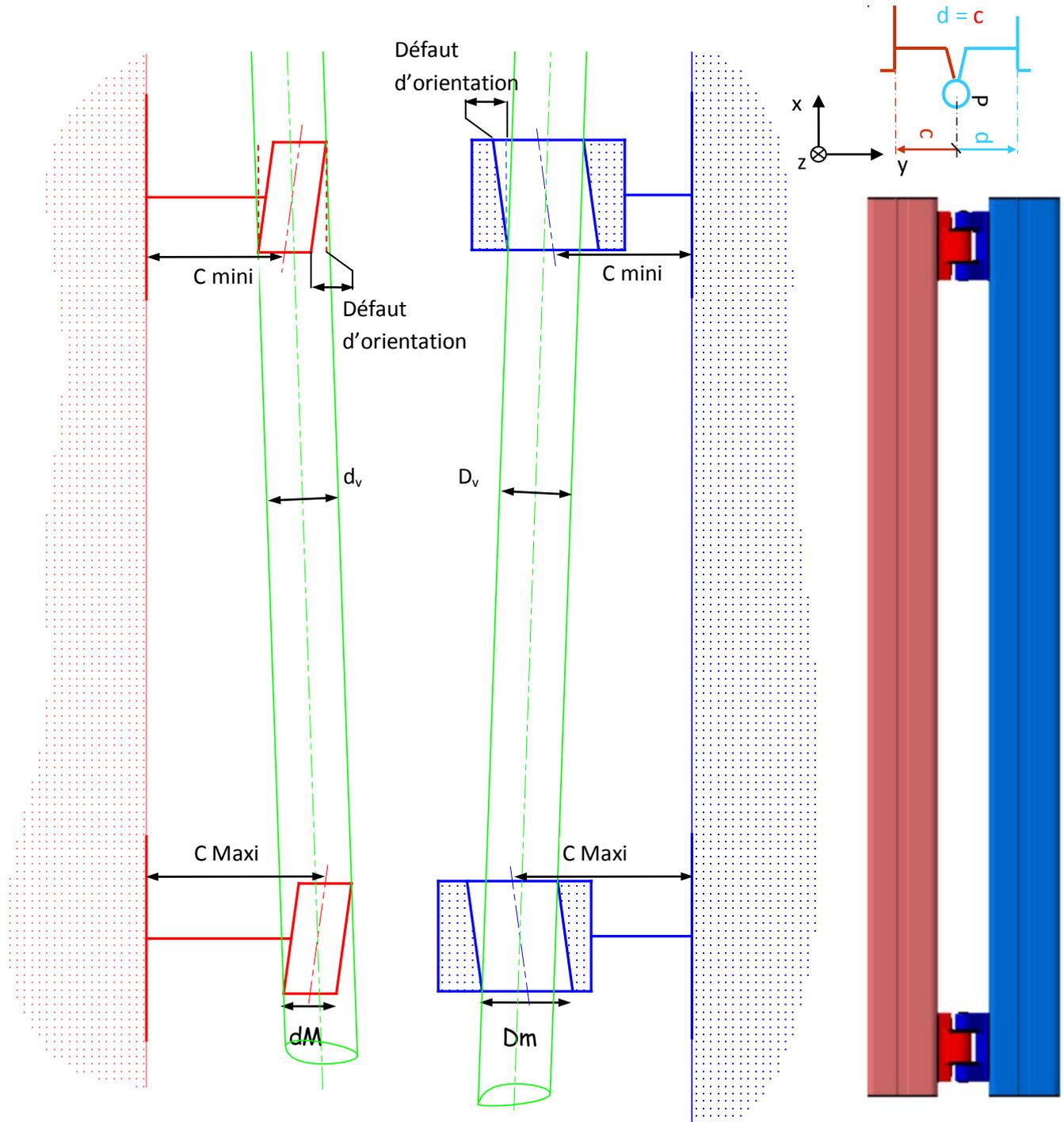


Le défaut d'alignement des axes sera compensé par le jeu entre l'axe et la paumelle mobile.

1 - Calcul du Jeu minimum entre l'axe et la paumelle mobile.

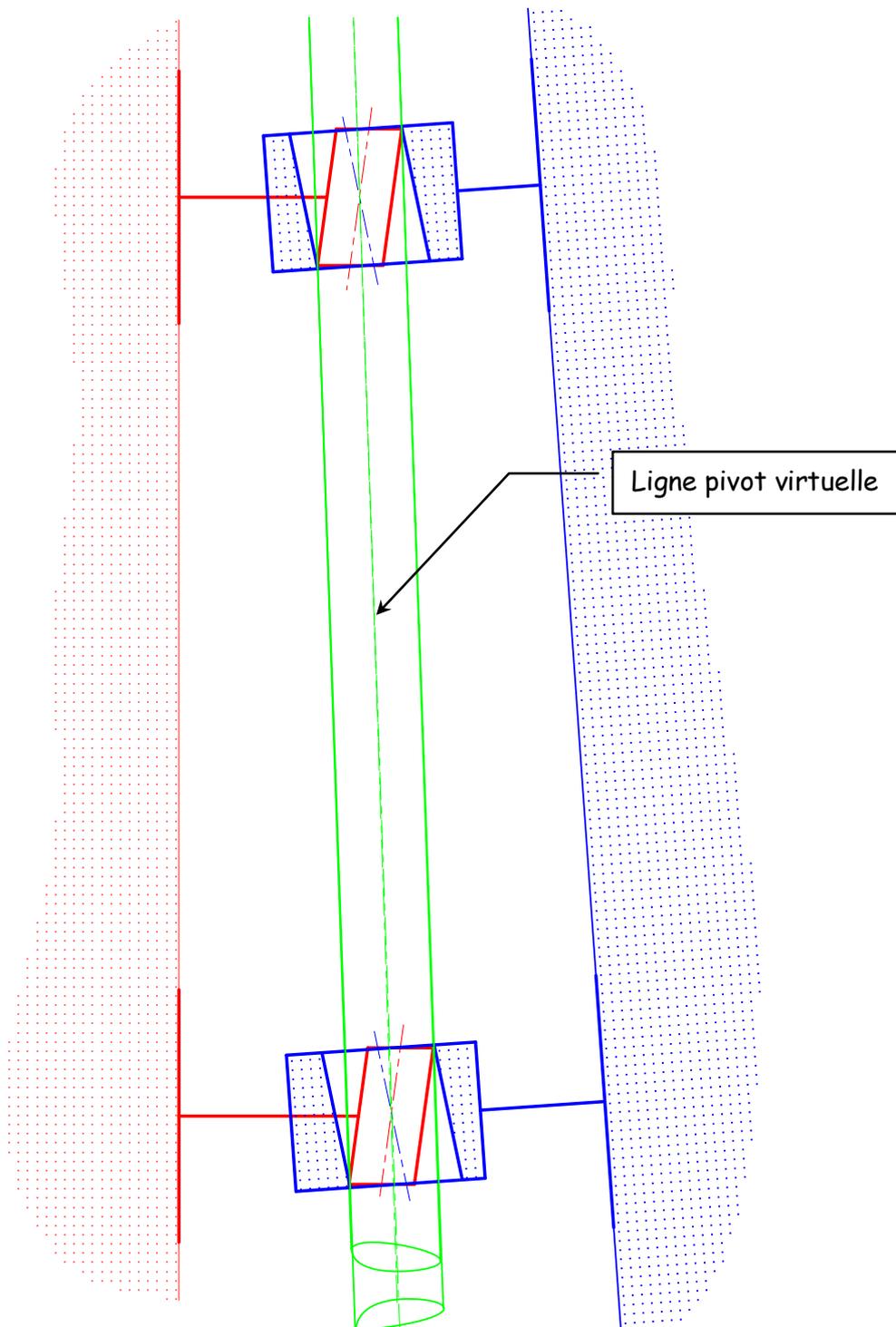
Nous nous plaçons dans le cas suivant :

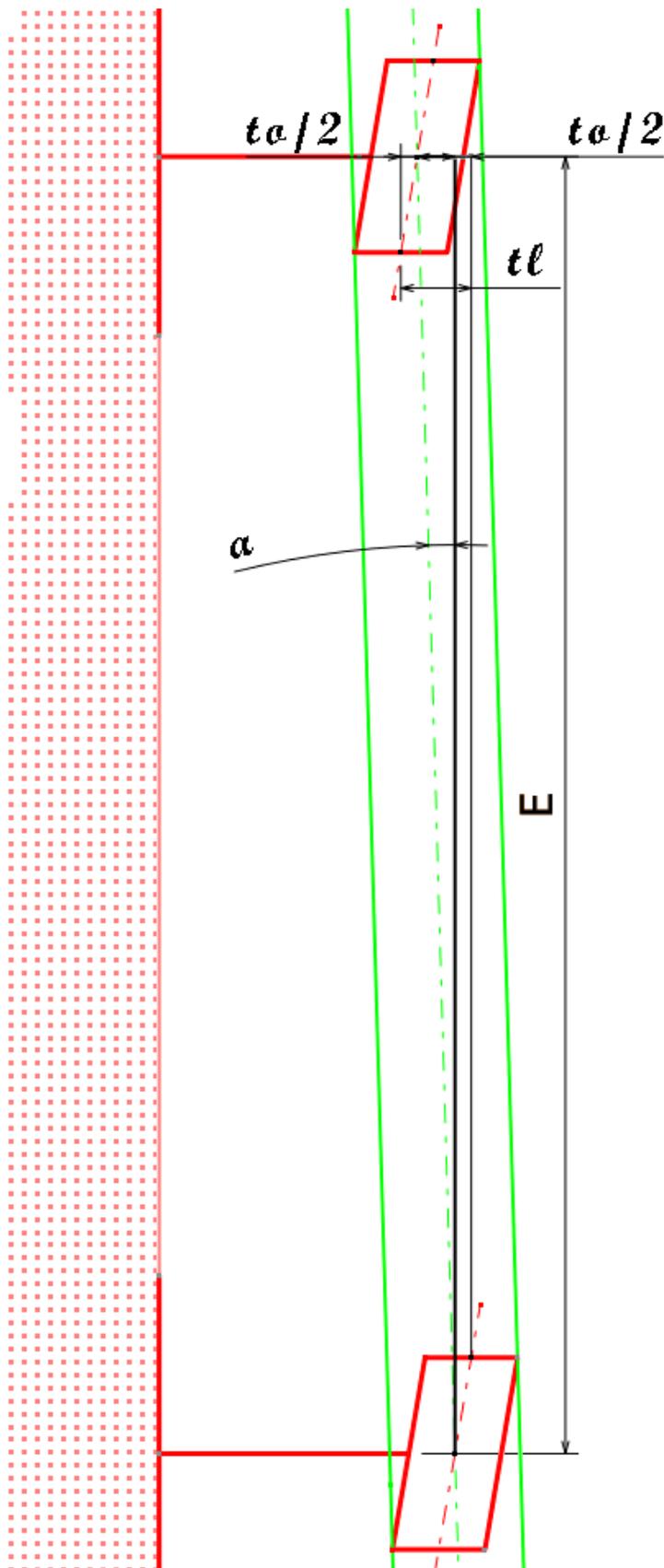
- Le défaut de localisation entre la paumelle du haut et du bas est maximum.
- Un défaut d'orientation qui n'est pas favorable à l'alignement des axes.
- Le diamètre Maxi. de l'axe lié à la paumelle fixe (d_M) et le diamètre mini. pour l'alésage de la paumelle mobile (D_m).



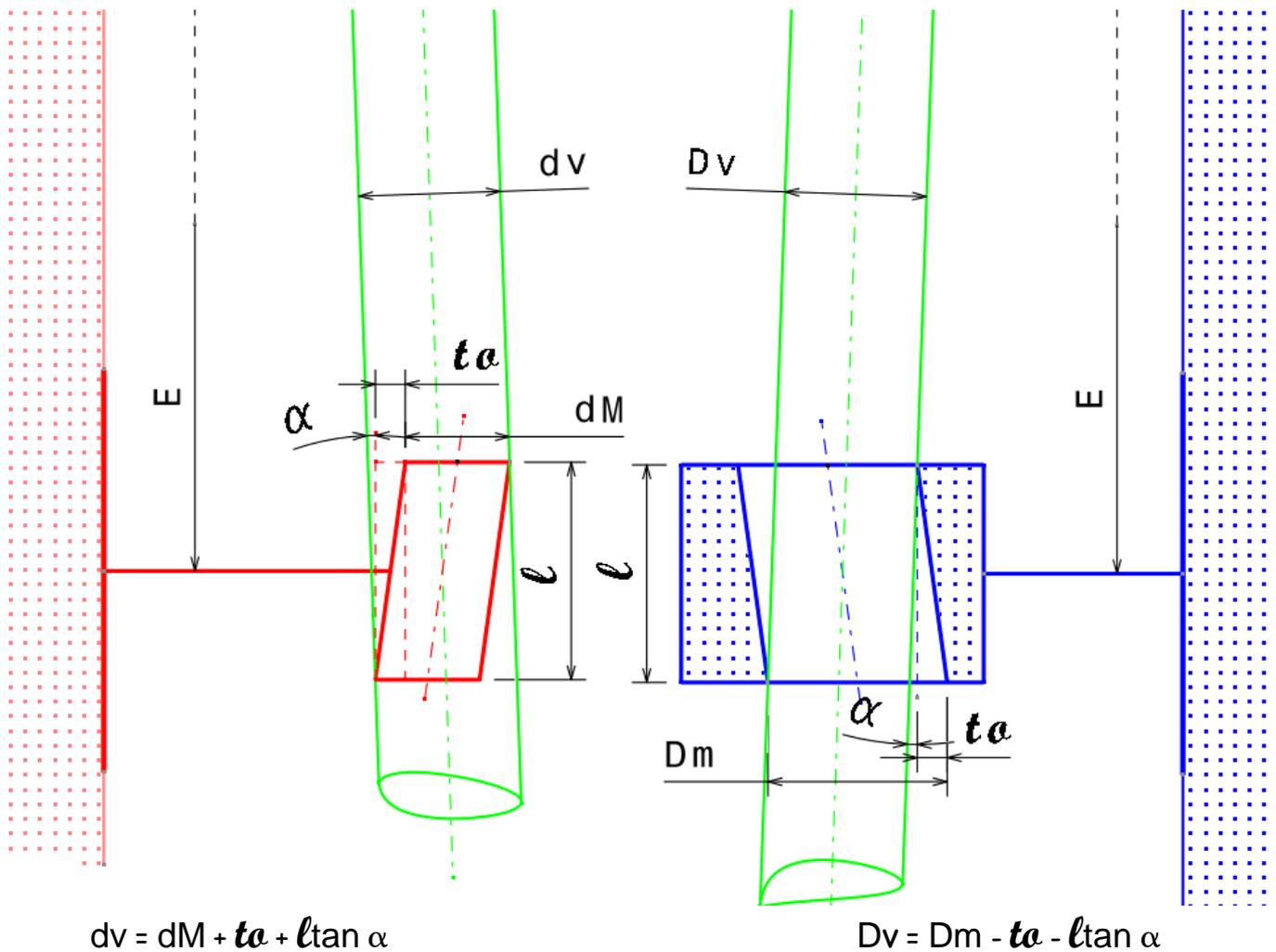
Position porte ouverte à 180°

On peut considérer que la CAE 1 - 1.2 sera remplie si $D_v = d_v$





$$\tan \alpha = \frac{tl - to}{E}$$



$$Dv = dv$$

$$Dm - (ta + l \tan \alpha) = dM + (ta + l \tan \alpha)$$

$$Dm - dM = 2(ta + l \tan \alpha)$$

$$Jm/2 = ta + (l/E) (tl - ta)$$

$$Jm/2 = ta (1 - l/E) + (l/E) tl$$

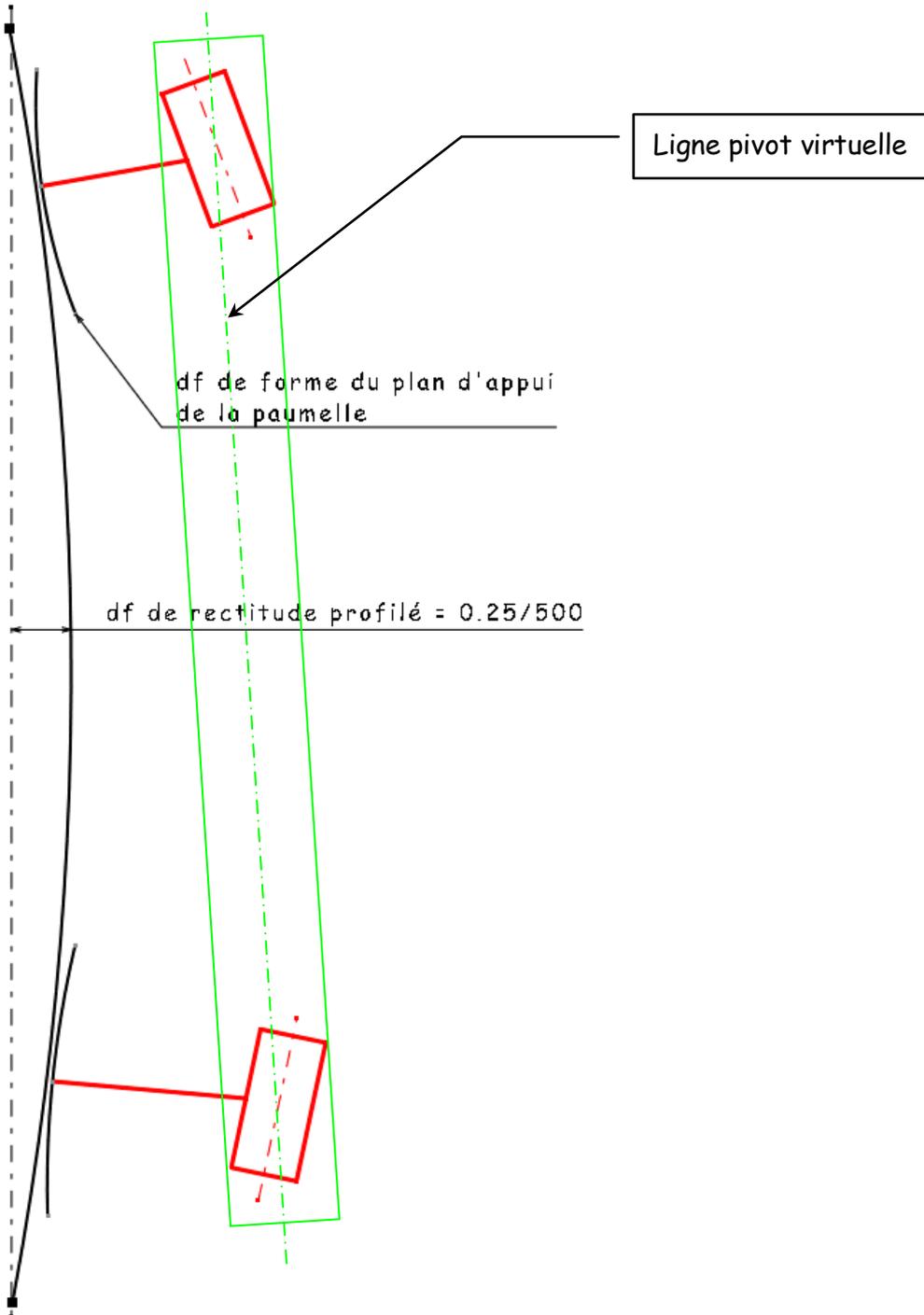
$$\Rightarrow \underline{ta = (Jm/2 - (l/E) tl) E / (E - l)}$$

Hypothèse (capabilité procédé) : $ta = 0.05 \text{ mm} \Rightarrow \underline{Jm \approx 0.1 \text{ mm}}$

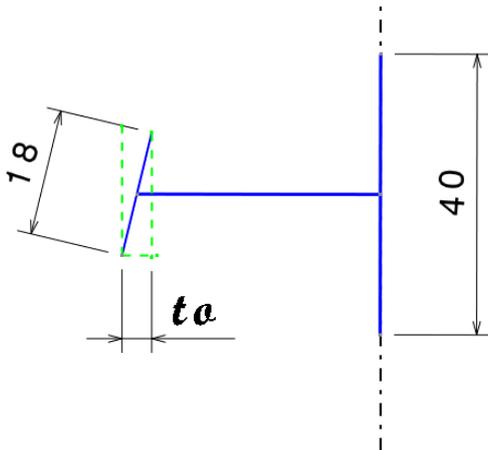
2 - Répartition des IT.

L'orientation des axes par rapport à la ligne pivot virtuelle dépend aussi :

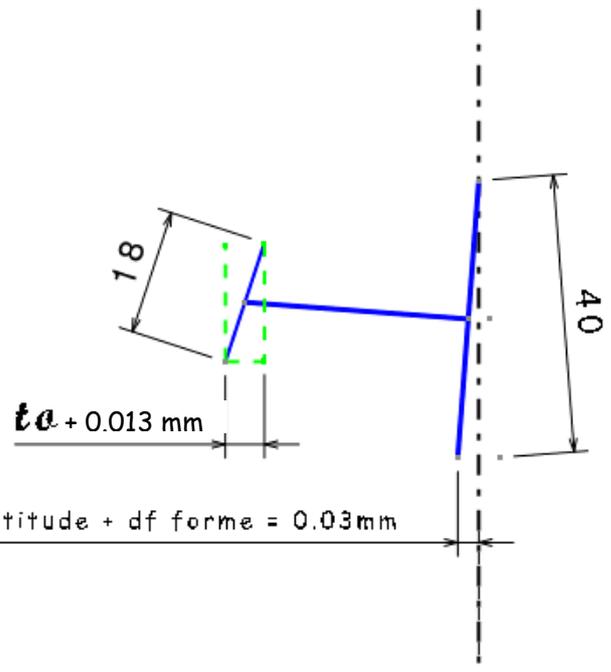
- Du défaut de forme du plan d'appui de la paumelle 0.01 mm (dépend du procédé)
- Du défaut de rectitude du profilé, environ 0.02 mm sur la longueur du plan d'appui.



2.1 - Influence du défaut de rectitude du profilé et du défaut de forme du plan d'appui sur l'orientation de l'axe sur paumelle mobile

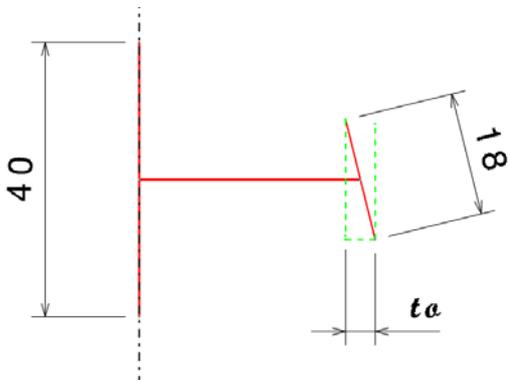


Situation initiale permettant le calcul de t_a

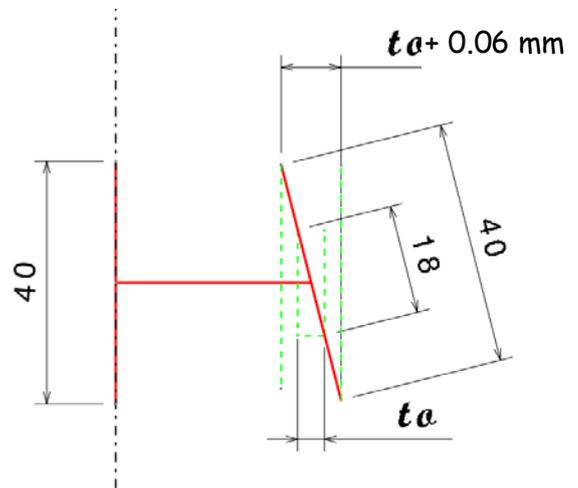


En se plaçant dans ce cas extrême, le défaut d'orientation de l'axe augmente de 0.013 mm, il faudra donc diminuer d'autant la tolérance d'orientation de l'axe/au plan d'appui. Ceci pour ne pas dépasser la valeur globale de 0.05 mm.

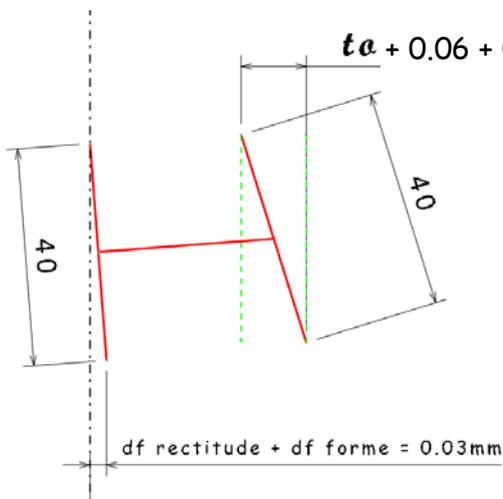
2.2 - Influence du défaut de rectitude du profilé et du défaut de forme du plan d'appui sur l'orientation de l'axe sur la paumelle fixe.



Situation initiale permettant le calcul de t_a .



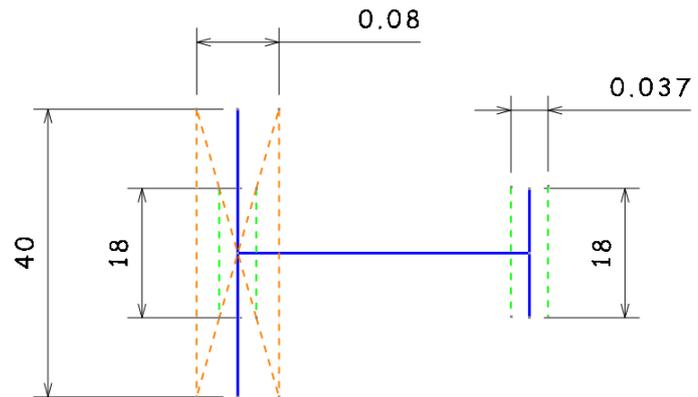
Sur la paumelle fixe, l'axe est de même longueur que le plan d'appui (40mm), ce qui augmente la tolérance d'orientation de 0.06 mm, soit $t_a = 0.11$ mm



En se plaçant dans ce cas extrême, le défaut d'orientation de l'axe augmente environ de 0.03 mm, il faudra donc diminuer d'autant la tolérance d'orientation de l'axe/au plan d'appui pour ne pas dépasser 0.11 mm.

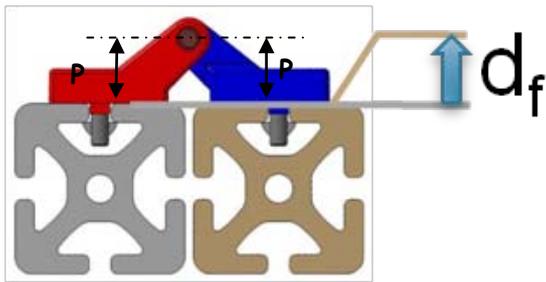
3 - Conclusion sur la paumelle mobile :

- Le défaut de planéité du plan d'appui des paumelles ne devra pas dépasser 0.01 mm
- Le défaut d'orientation de l'axe du trou de la paumelle mobile doit être ≤ 0.037 mm par rapport au plan d'appui.
- Inversement, le défaut d'orientation du plan d'appui de la paumelle mobile par rapport à l'axe du trou doit ≤ 0.08 mm



4 - Conclusion sur la paumelle fixe :

- Le défaut de planéité du plan d'appui des paumelles ne devra pas dépasser 0.01 mm
- Le défaut d'orientation de l'axe du trou de la paumelle fixe doit être ≤ 0.08 mm par rapport au plan d'appui.
- Inversement, le défaut d'orientation du plan d'appui de la paumelle fixe par rapport à l'axe du trou doit ≤ 0.08 mm



Pour respecter la condition d'affleurement des profilés, d_f , il faut maîtriser une tolérance de 0.15 mm sur la distance (P) entre les plans d'appuis des paumelles et l'axe.

Avant d'écrire définitivement la localisation qui spécifie cette distance, intéressons nous à l'influence du choix de la référence.

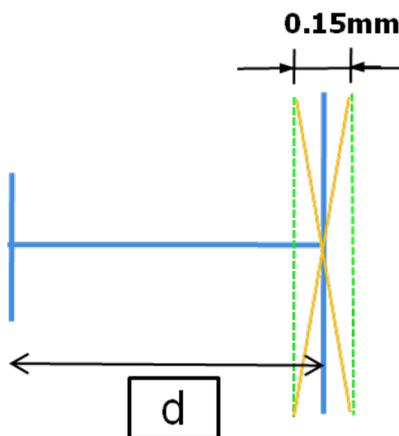


Fig 1 : Localisation avec l'axe (petite surface) en référence.

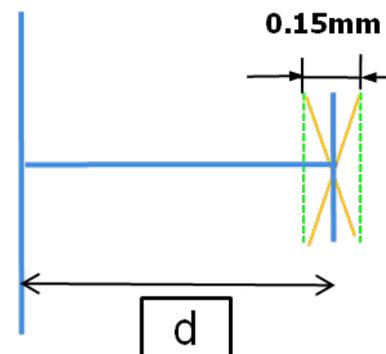


Fig 2 : Localisation avec le plan (grande surface) en référence.

Pour exprimer cette condition de distance, j'ai le choix entre une localisation qui prend pour référence l'axe (fig 1) ou une localisation qui prend pour référence le plan (fig 2).

Cependant, on ne peut pas considérer qu'il s'agit de deux écritures équivalentes.

En effet,

Considérons une pièce dont l'axe est en situation extrême dans la zone de tolérance. (fig 3)

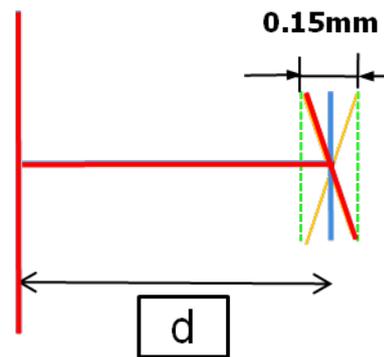
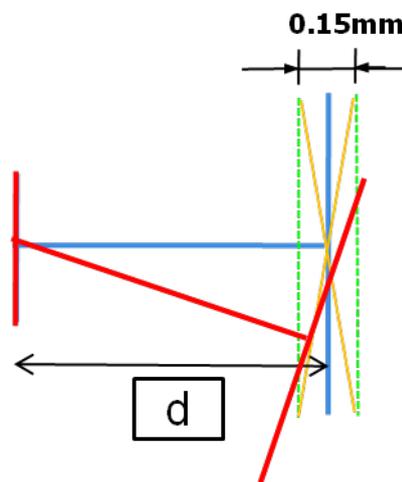


Fig 3 :

On s'aperçoit que la même pièce (même défaut angulaire) serait considérée comme hors tolérance si elle était spécifiée en prenant l'axe pour référence.



On peut en conclure que pour une localisation, choisir une surface référence plus petite que la surface spécifiée est plus restrictif que l'inverse.

Donc, pour traiter notre condition de distance (P), nous choisirons l'écriture la moins contraignante, c'est-à-dire la localisation de l'axe par rapport au plan.

D

C

B

A

4

4

3

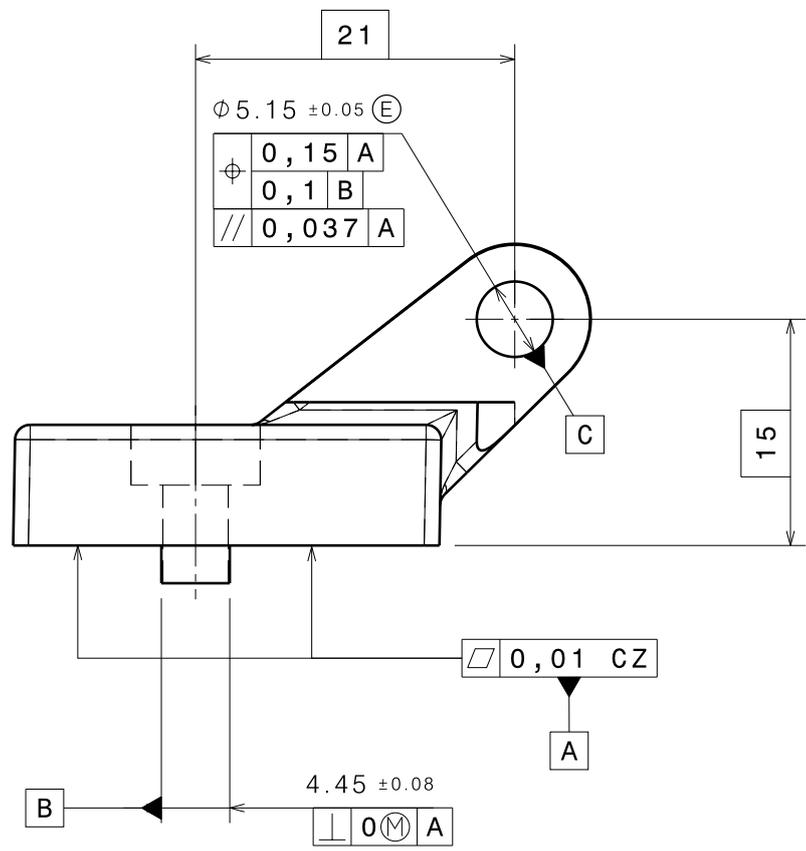
3

2

2

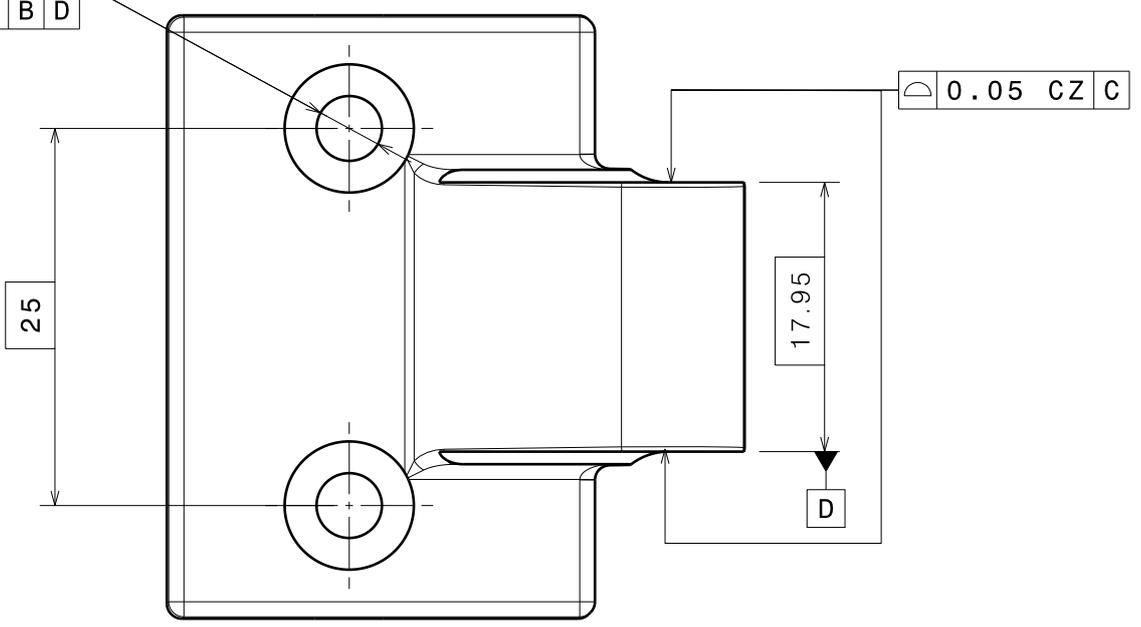
1

1



2 x $\phi 4.3$ H13

$\phi 0,2$ A B D



Surface non tolérancées

$\frown 0,3$ A B

Surfaces nominales définies par modèle numérique

PART	Paumelle mobile	Matériau	EN AB-43000
------	------------------------	----------	-------------

SIZE	A4	DESIGNED BY:	GC	PRODUCT	Ensemble profilé pivotant
		DATE:	23/11/08		

SCALE	2:1	Lycée G.CABANIS - 19100 BRIVE			
-------	------------	--------------------------------------	--	--	--

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

4

3

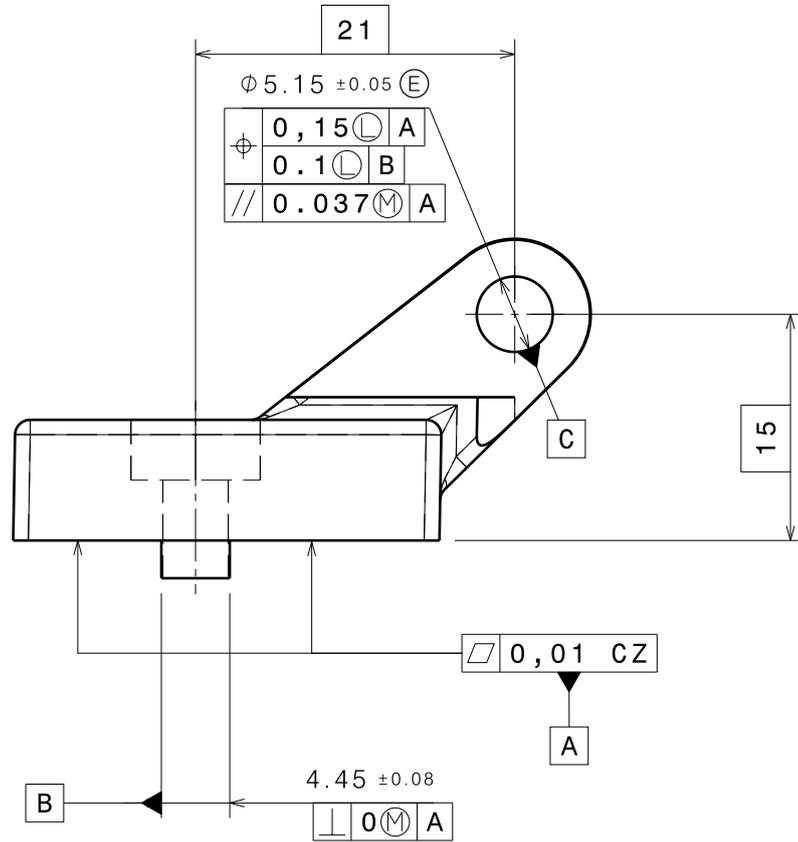
3

2

2

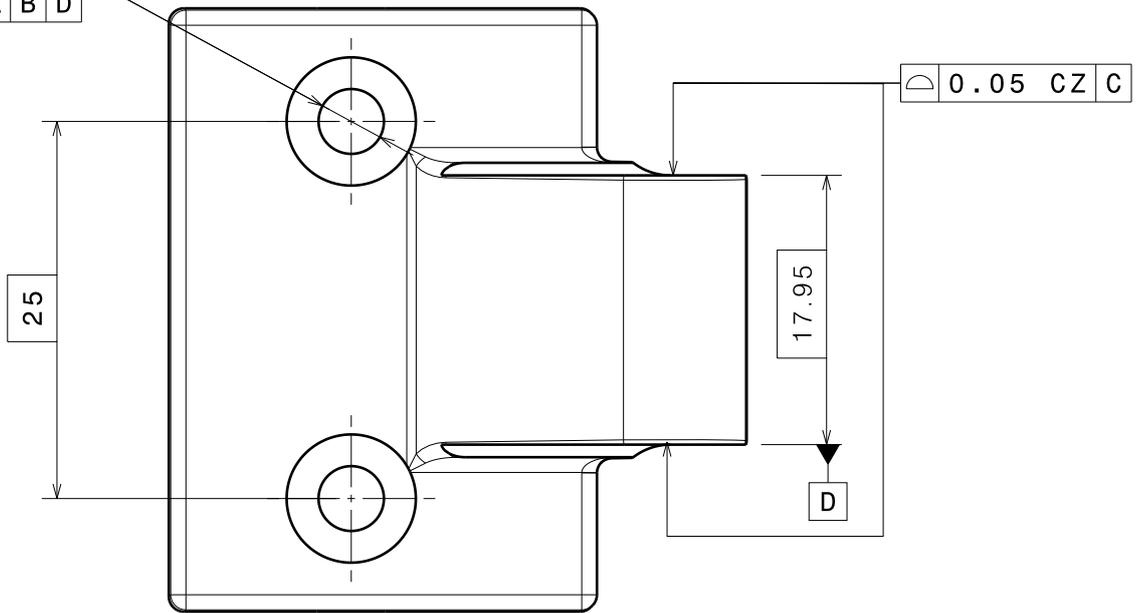
1

1



2 x $\phi 4.3 \text{ H13}$

\oplus	$\phi 0,2$	A	B	D
----------	------------	---	---	---



Surface non tolérancées

\frown	0,3	A	B
----------	-----	---	---

Surfaces nominales définies par modèle numérique

PART

Paumelle mobile

Matériau

EN AB-43000

SIZE

A4

DESIGNED BY:

GC

DATE:

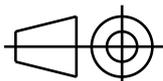
23/11/08

PRODUCT

Ensemble profilé pivotant

SCALE

2:1

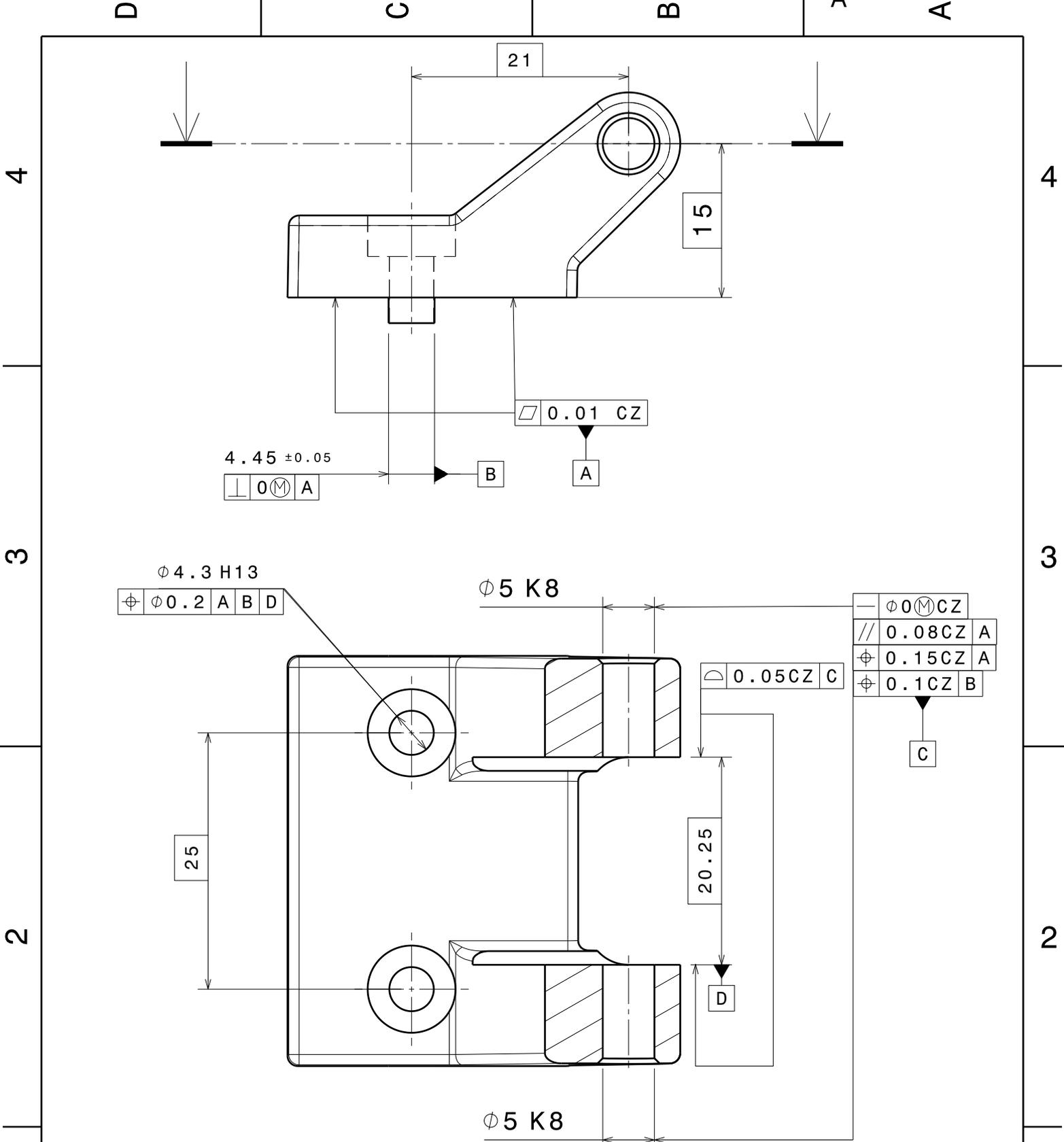


Lycée G.CABANIS - 19100 BRIVE

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

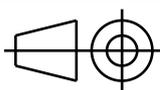
A



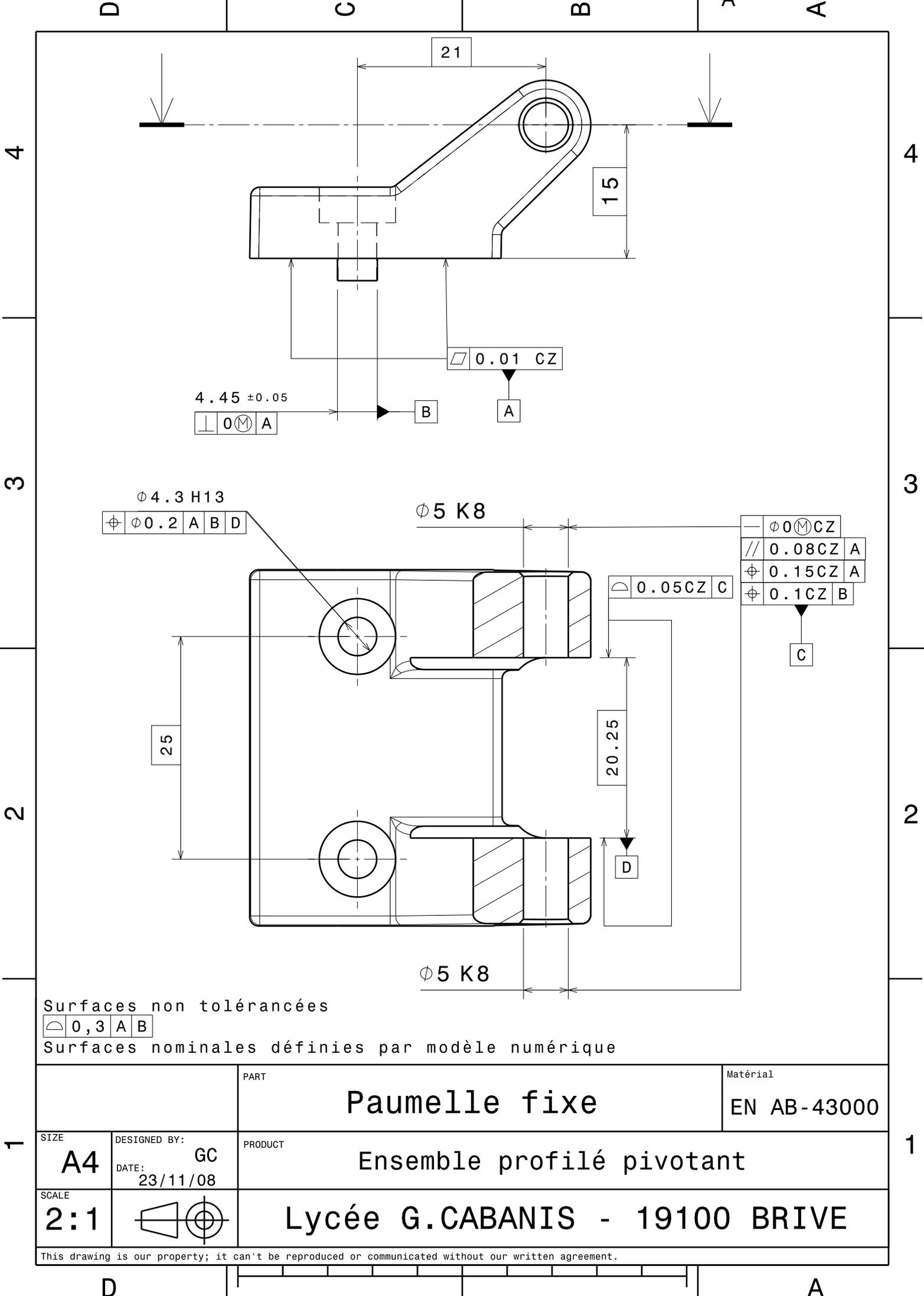
Surfaces non tolérancées

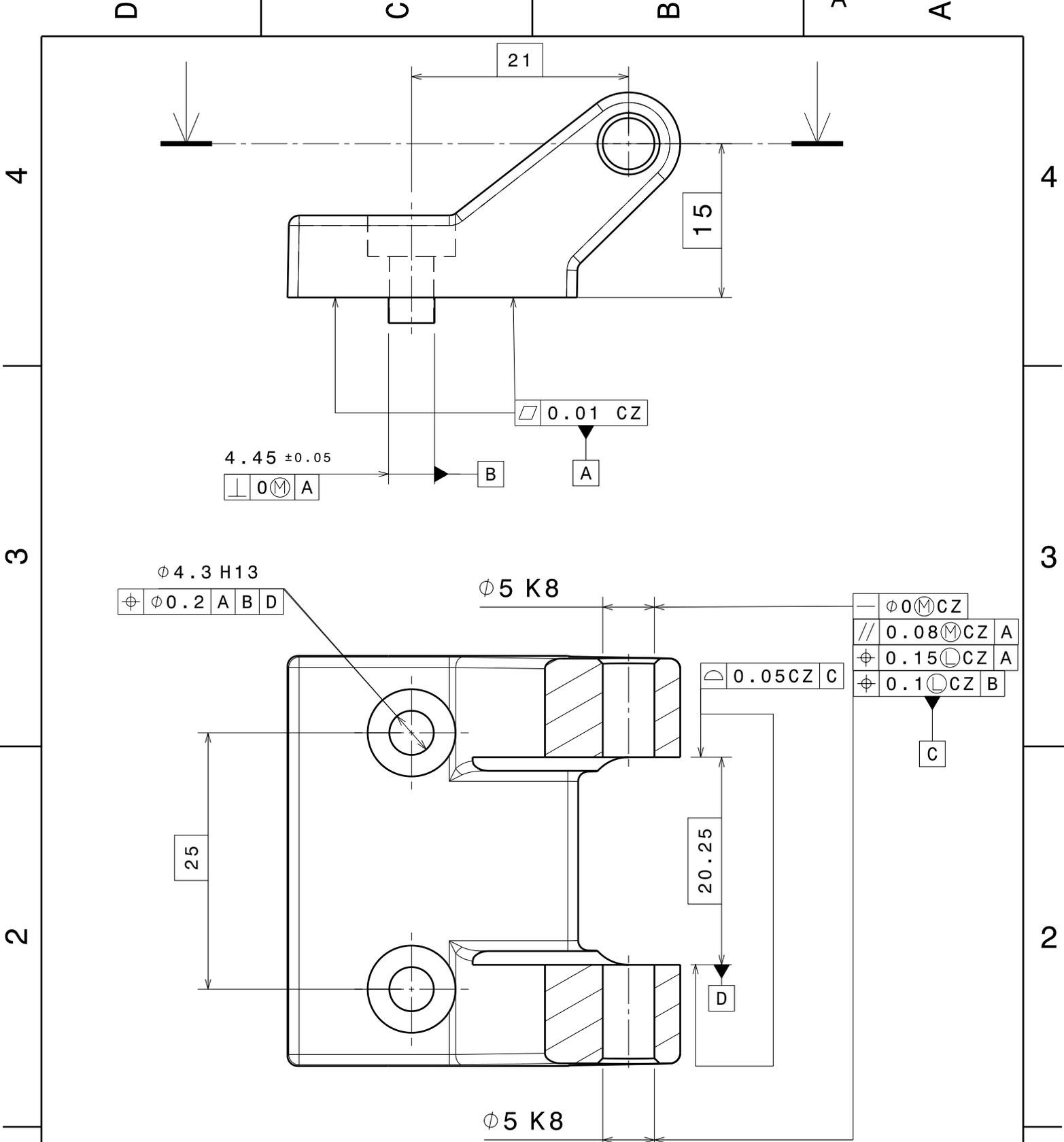
$\text{R} 0,3 \text{ A B}$

Surfaces nominales définies par modèle numérique

SIZE A4		DESIGNED BY: GC	PART Paumelle fixe	Matériau EN AB-43000
DATE: 23/11/08		PRODUCT Ensemble profilé pivotant		
SCALE 2:1				
Lycée G.CABANIS - 19100 BRIVE				

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.





Surfaces non tolérancées

$\sqrt{0,3}$ A B

Surfaces nominales définies par modèle numérique

		PART	Paumelle fixe	Matériau	EN AB-43000
SIZE	DESIGNED BY:	PRODUCT	Ensemble profilé pivotant		
A4	GC DATE: 23/11/08				
SCALE	Lycée G.CABANIS - 19100 BRIVE				
2:1					

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

