

SPECIFICATION GEOMETRIQUE

L'élément d'évaluation

C'est un élément idéal qui sera utilisé pour évaluer la spécification

L'élément d'évaluation sera associé à l'élément tolérancé grâce à une fonction objectif.

**La fonction objectif par défaut sera de minimiser la distance maximale :
minimax ou Tchebychev ([C])**

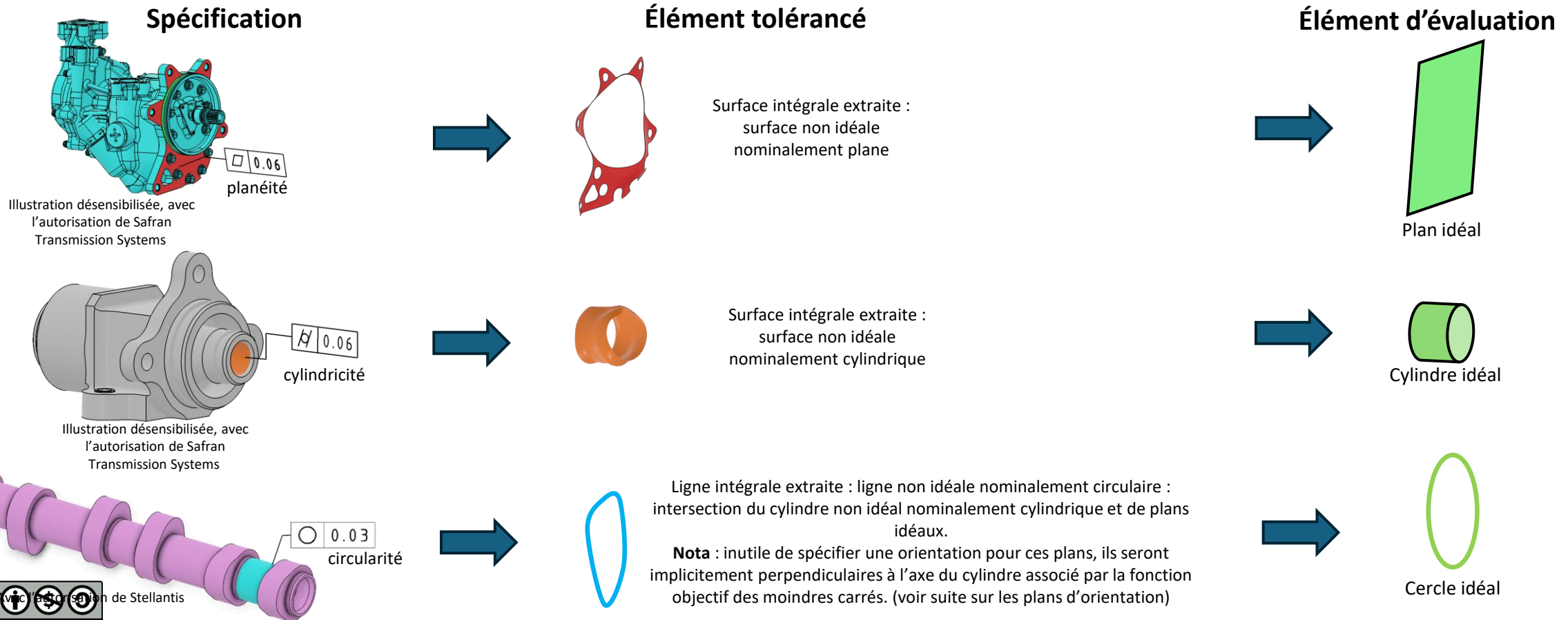
Une condition unilimite (distance entre l'élément d'évaluation et l'élément tolérancé, taille de l'élément d'évaluation) sera évalué pour vérifier la spécification

SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : comment trouver sa forme ?

L'élément d'évaluation est un élément idéal associé à l'élément tolérancé

Sa forme sera **implicitement liée à la nature de l'élément tolérancé**



SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : comment trouver sa forme ?

L'élément d'évaluation est un élément idéal associé à l'élément tolérancé
 Sa forme pourra être **explicitement indiquée par un symbole**

Spécification

Élément tolérancé

Élément d'évaluation

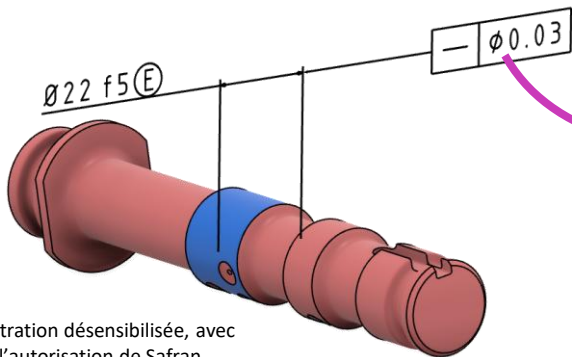


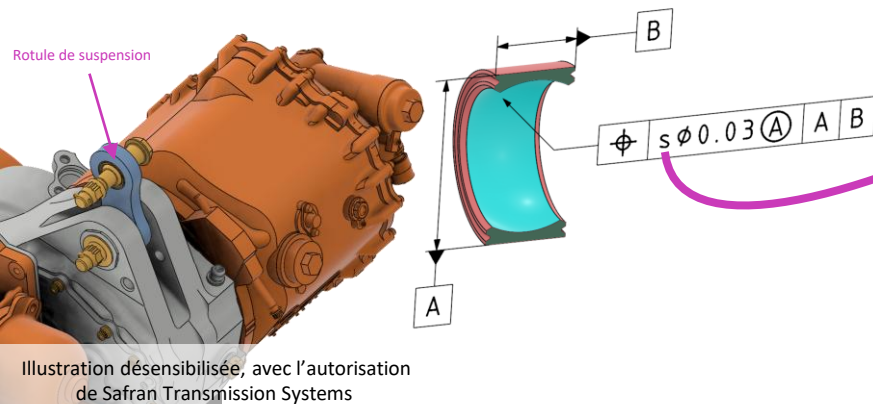
Illustration désensibilisée, avec l'autorisation de Safran Transmission Systems

Ligne extraite médiane : ligne non idéale dérivée d'une surface non idéale nominale cylindrique



Droite idéale

le symbole $\varnothing$ imposera à l'élément d'évaluation d'être une droite idéale



Point extrait médian : point non idéal dérivé d'une surface non idéale nominale sphérique



le symbole $s\varnothing$ imposera à l'élément d'évaluation d'être un point idéal

Ok, mais s'il n'y a pas de symbole $\varnothing$ ou $s\varnothing$? (voir suite)

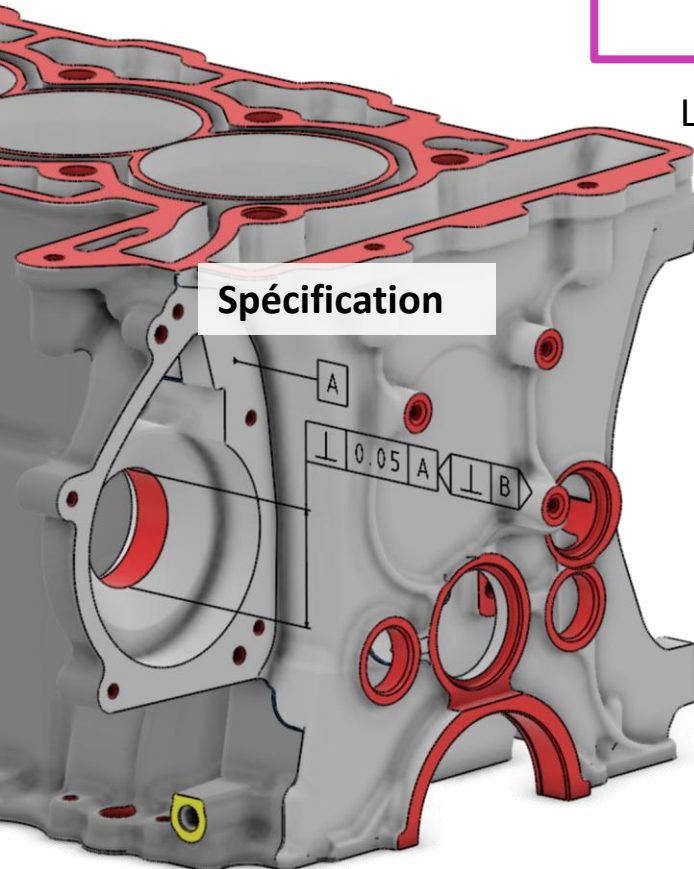


SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : comment trouver sa forme ?

L'élément d'évaluation est un élément idéal associé à l'élément tolérancé

Forme par défaut



Élément tolérancé



Ligne extraite médiane : ligne non idéale dérivée d'une surface non idéale nominalement cylindrique

Élément d'évaluation



Plan idéal

Si la forme de l'élément d'évaluation n'est pas implicite **ET** si aucun symbole n'impose une forme particulière, alors l'élément d'évaluation sera un **plan idéal**

La norme ISO1101 stipule que dans le cas où l'élément tolérancé est linéique et l'élément d'évaluation est un plan, il faut contraindre l'orientation de l'élément d'évaluation à l'aide de l'indicateur de plan d'orientation.

Dans cet exemple, l'élément d'évaluation devra être perpendiculaire la référence B :

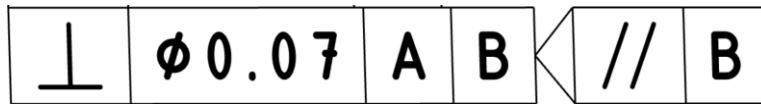


nota1 : la référence B est volontairement cachée sur l'image afin de ne pas perturber la lecture

nota2 : le présent document n'a pas vocation à montrer tous les cas envisageables, voir diapositive suivante pour un résumé sur les indicateurs auxiliaires et norme ISO1101

SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Indicateur auxiliaire

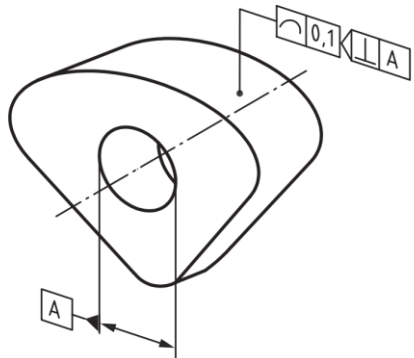


Indicateur auxiliaire permettant de donner une indication supplémentaire

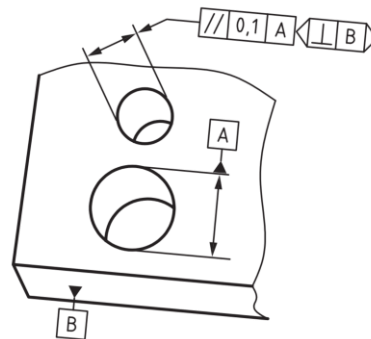
Indicateur de plan d'intersection		Précise l'élément tolérancé
Indicateur de plan d'orientation		Orienté l'élément d'évaluation
Indicateur d'élément de direction		Orienté la caractéristique
Indicateur de plan de collection		Précise les éléments à considérer avec l'utilisation du symbole "tout autour"

Liste non exhaustive des éléments auxiliaires
(Extrait de ISO 1101)

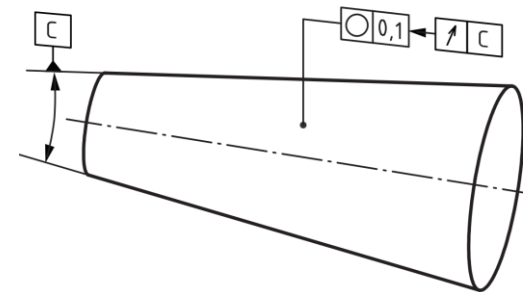
La norme 1101 donne des exemples d'applications :



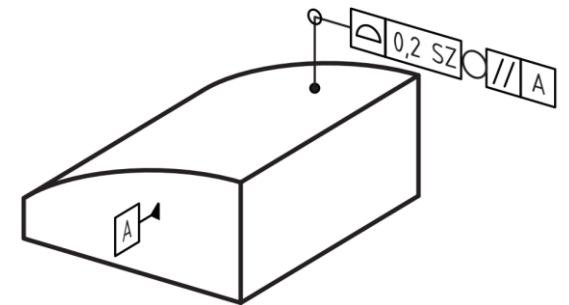
L'élément tolérancé est une ligne construite par intersection de la surface avec un plan perpendiculaire à la RSA



L'élément d'évaluation (un plan) sera parallèle à la RSA et orienté perpendiculairement à la RSB



Chap 15.4 et 17.4 / 1101
La caractéristique sera orientée perpendiculairement à la surface (symbole battement)



Les surfaces tolérancées seront toutes celles qui intersectent des plans parallèles à la RSA. Les deux surfaces latérales parallèles à la RSA sont donc exclues de la spécification.

Nota : Les surfaces tolérancées sont évaluées indépendamment (SZ)

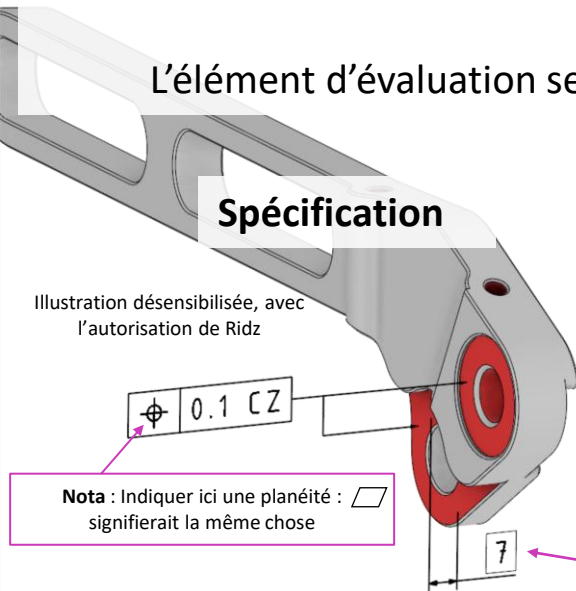
Utile si les éléments tolérancés sont des lignes, points...

SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : zone combinée

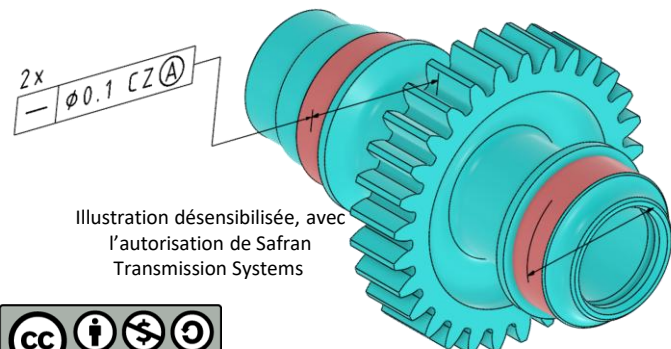
Si l'élément tolérancé est en **zone combinée**

L'élément d'évaluation sera composé de **plusieurs entités identiques avec des contraintes** entre elles en orientation et/ou position

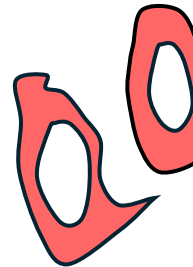


Nota : Indiquer ici une planéité : $\square$ signifierait la même chose

Ceci n'est pas une taille mais une "TED" : Dimension Théorique Exacte.
Son rôle est de positionner ou orienter (si TED angulaire) des éléments idéaux les uns par rapport aux autres.
Nous en reparlerons

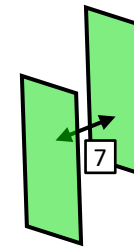


Élément tolérancé

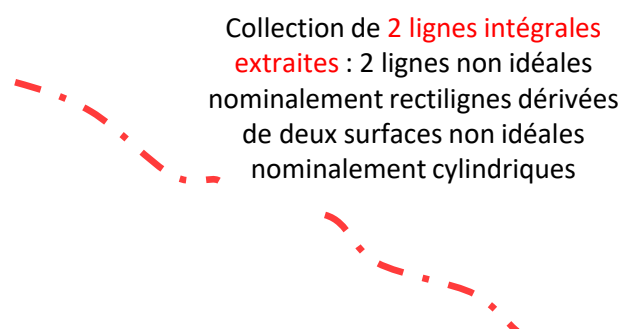


Collection de **2 surfaces intégrales extraites** : 2 surfaces non idéales nominalemt planes

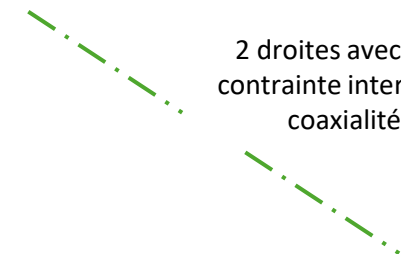
Élément d'évaluation



2 plans idéaux avec une contrainte interne de parallélisme et de position : localisés à 7mm l'un de l'autre



Collection de **2 lignes intégrales extraites** : 2 lignes non idéales nominalemt rectilignes dérivées de deux surfaces non idéales nominalemt cylindriques



2 droites avec une contrainte interne de coaxialité

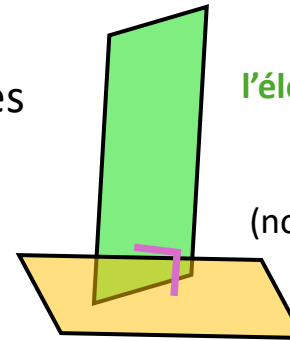
SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : association avec l'élément tolérancé

L'élément d'évaluation sera orienté et positionné (élimination de tous les degrés de libertés : ddl) selon le principe suivant :

1. **L'élément d'évaluation** sera orienté et/ou positionné par des contraintes externes : élimination de "**n**" degrés de liberté

Nota : pour des spécifications de forme ou en localisation CZ sans référence, cette première étape est sans objet

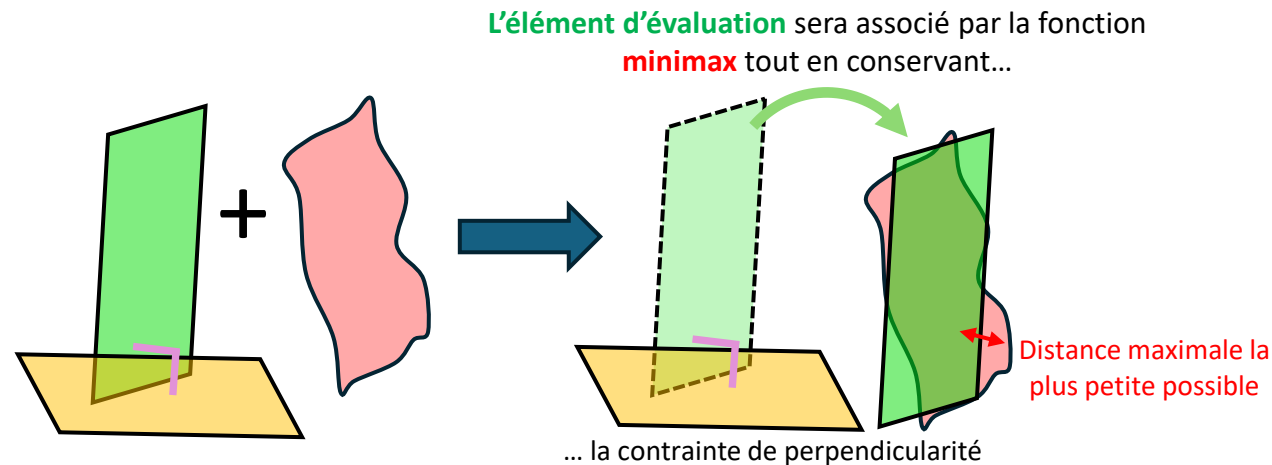


Exemple : pour une spécification de perpendicularité, l'**élément d'évaluation** sera contraint à être perpendiculaire à un

élément idéal représentant la référence
(nous verrons cela plus en détail dans la suite du diaporama)

2. Si **n** < 6, les ddl restants seront éliminés par association avec l'**élément tolérancé** par la fonction objectif minimisant l'écart maximal : minimax ou Tchebychev ([C])

Nota : si l'élément d'évaluation est complètement orienté et positionné par l'étape 1 (n=6), cette deuxième étape est sans objet



Nota : les fonctions objectifs mathématiques permettant de réaliser les associations entre les éléments idéaux et non idéaux seront expliqués plus en détail dans le chapitre sur les références

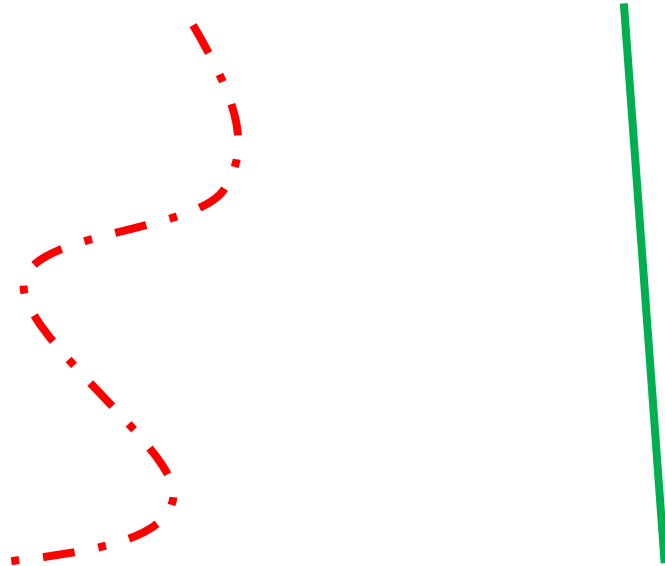
SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : **association avec l'élément tolérancé**

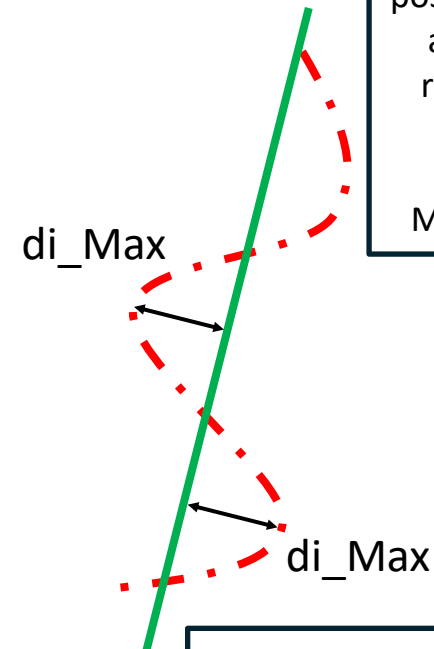
La fonction objectif [C] ou du minimax ou de Tchebychev : [C] minimise la distance maximale entre les éléments associés.

Élément tolérancé :
ligne non-idéale nominale rectiligne.

l'élément d'évaluation sera une droite idéale
(symbole $\emptyset$ dans le cadre de tolérance)




Fonction objectif [C]



Il n'existe pas d'orientation et de position de **l'élément d'évaluation** avec un di_Max plus petit par rapport à l'élément tolérancé :
Fonction objectif [C] ou
Tchebychev ou
Minimiser la distance Maximale

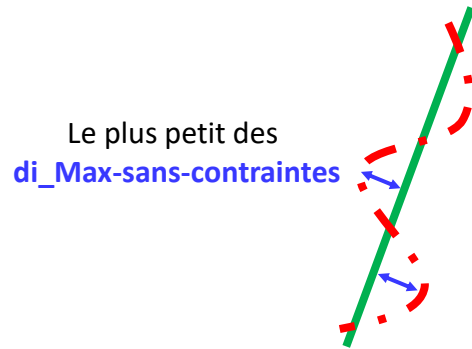
Nota : par construction, la fonction objectif [C] "équilibrera" le di_Max de part et d'autre de **l'élément d'évaluation** :
existence d'au moins deux points où la distance est di_Max

SPECIFICATION GEOMETRIQUE

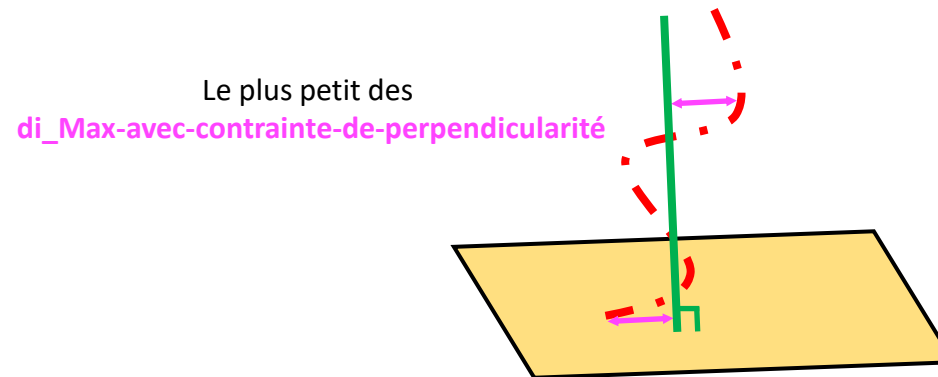
Elément d'évaluation : association avec l'élément tolérancé

Nota importante : L'orientation et la position finale de **l'élément d'évaluation** sera variable suivant les contraintes imposées

1. Pas de contraintes externes :
association directe par la fonction objectif [C] (vers **l'élément tolérancé**)
idem diapositive précédente



2. Avec une contrainte externe par rapport à un plan :
l'association se fera suivant deux étapes :
Contrainte de perpendicularité par rapport **au plan** puis
fonction objectif [C] vers **l'élément tolérancé**

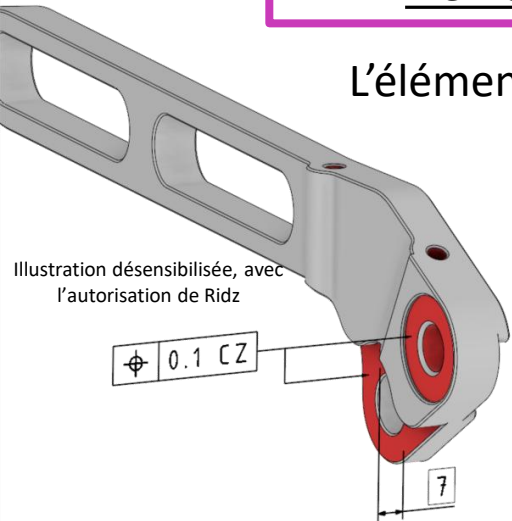


Etant moins contraint, cela laisse plus de degrés de liberté pour optimiser le di_Max le plus petit :
 $di_Max\text{-sans-contraintes} \leq di_Max\text{-avec-contrainte-de-perpendicularité}$

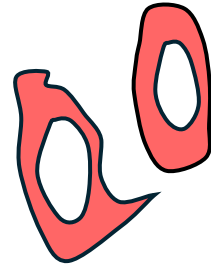
SPECIFICATION GEOMETRIQUE

Élément d'évaluation : association avec l'élément tolérancé dans le cas d'une zone combinée

L'élément d'évaluation sera orienté et positionné selon le même principe que précédemment :

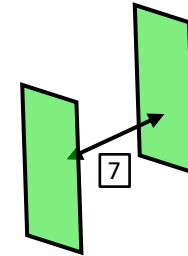


Élément tolérancé



Collection de 2 surfaces
intégrales extraites : 2
surfaces non idéales
nominalement planes

Élément d'évaluation

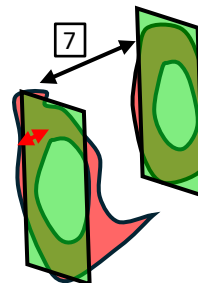


2 plans idéaux avec une contrainte interne de parallélisme
et de position : localisés à 7mm l'un de l'autre

1. L'élément d'évaluation sera orienté et/ou positionné par des contraintes externes : élimination de "n" degrés de liberté
SANS OBJET DANS CET EXEMPLE CAR LA LOCALISATION EST SANS REFERENCE

2. Les ddl restants seront éliminés par association avec **l'élément tolérancé** par la fonction objectif minimisant l'écart maximal :
minimax ou Tchebychev ([C])

Distance maximale la plus
petite possible entre
l'élément d'évaluation et
l'élément tolérancé



SPECIFICATION GEOMETRIQUE

La caractéristique

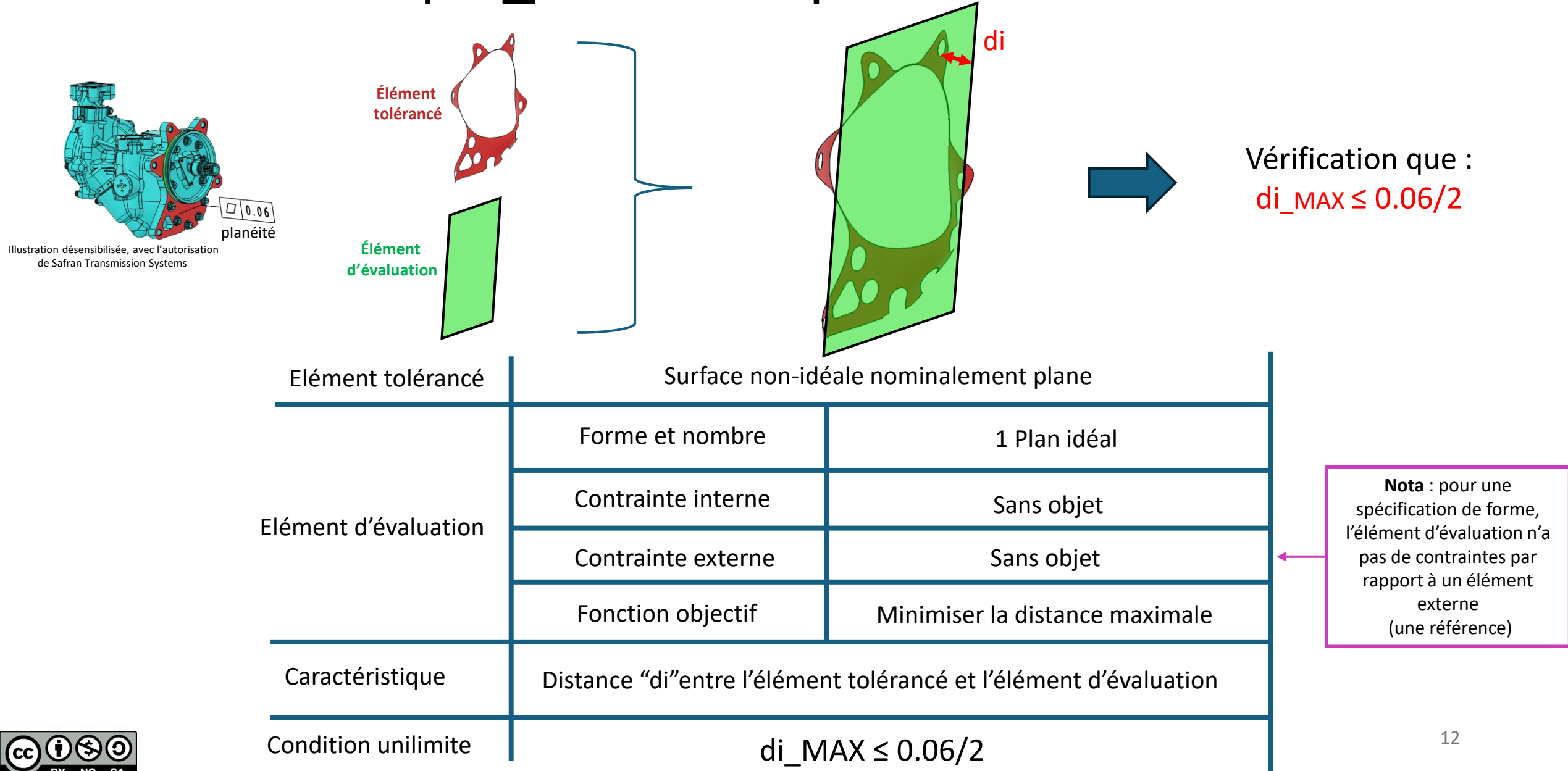
Elle représente ce que l'on doit évaluer : distance entre paire de points opposés / valeur d'un diamètre / valeur d'une distance entre deux plans...

Une spécification est une **condition uni-limite** appliquée à une **caractéristique**
(voir NF X 50-103 - 2020)

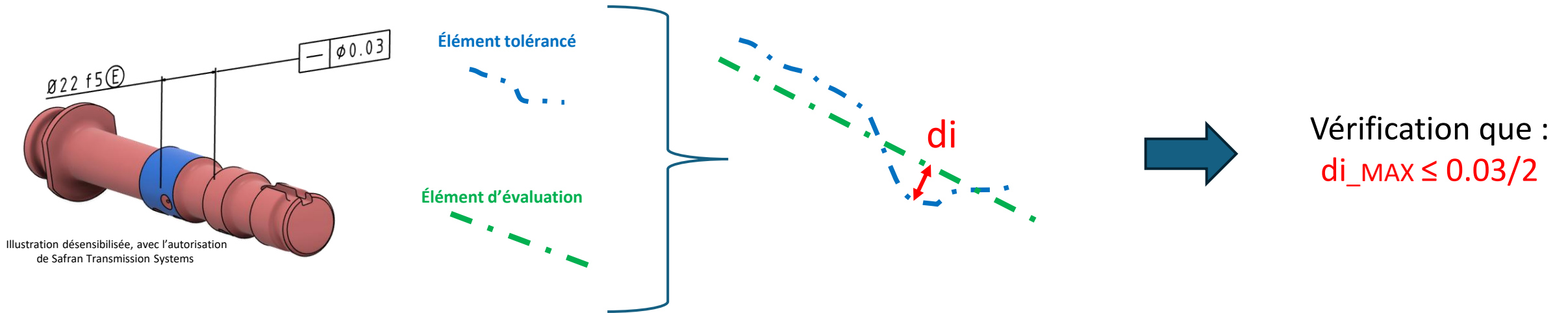


Caractéristique $\leq$ valeur dimensionnelle limite
et/ou
Caractéristique $\geq$ valeur dimensionnelle limite

Exemple_01 d'une spécification de forme

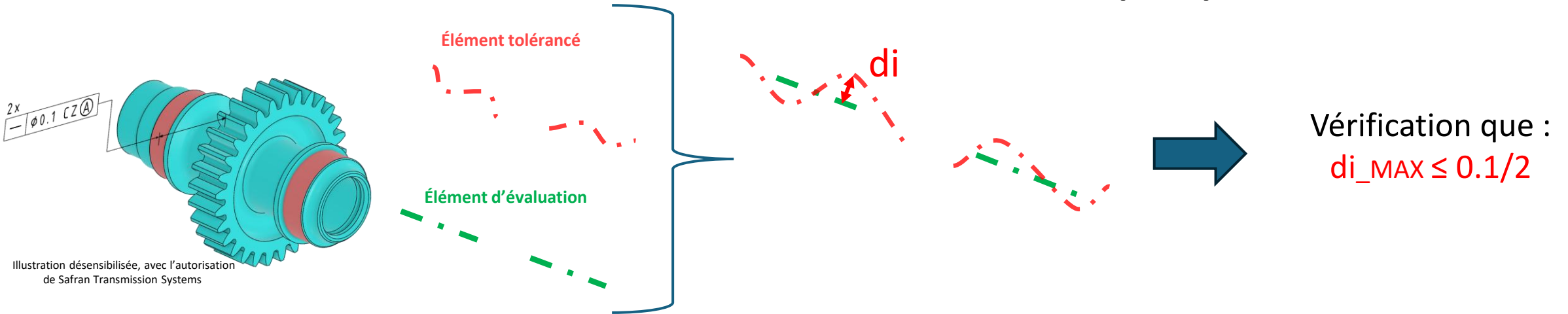


Exemple_02 d'une spécification de forme



Élément tolérancé	Ligne non-idéale nominalement rectiligne	
Élément d'évaluation	Forme et nombre	1 droite idéale
	Contrainte interne	Sans objet
	Contrainte externe	Sans objet
	Fonction objectif	[C] : Minimiser la distance maximale
Caractéristique	Distance "di" entre l'élément tolérancé et l'élément d'évaluation	
Condition unilimite	$di_MAX \leq 0.03/2$	

Exemple_03 d'une spécification de forme en Zone Combinée (CZ)

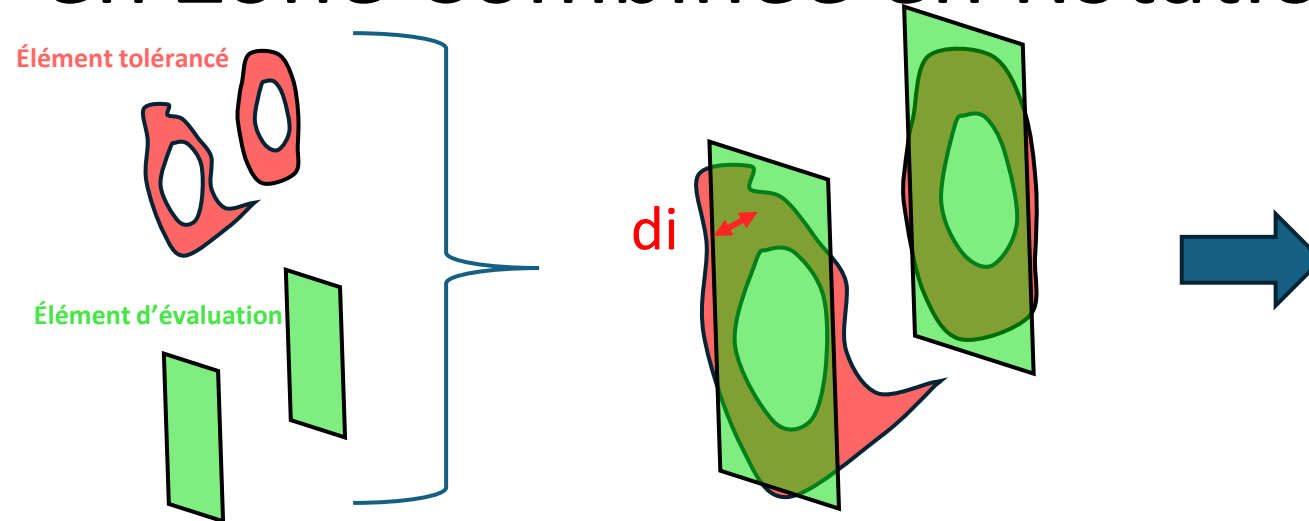
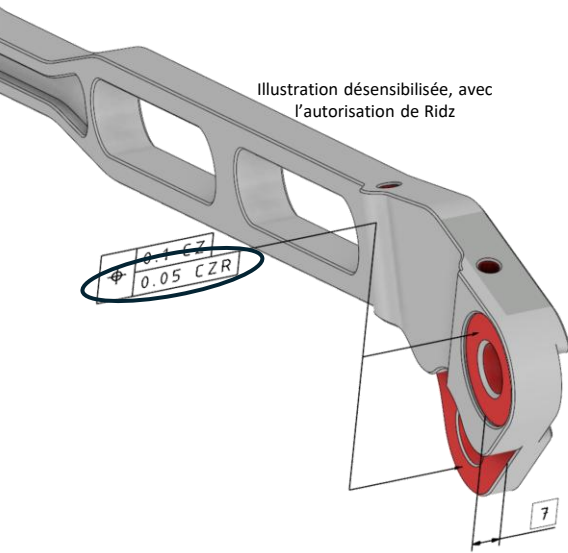


Élément tolérancé	2 lignes non-idéales nominalement rectilignes	
Élément d'évaluation	Forme et nombre	2 droites idéales
	Contrainte interne	Les deux droites sont coaxiales
	Contrainte externe	Sans objet
	Fonction objectif	[C] : Minimiser la distance maximale
Caractéristique	Distance "di" entre l'élément tolérancé et l'élément d'évaluation	
Condition unilimite	$di_MAX \leq 0.1/2$	

Nota1 : En zone combinée (CZ), il y a plusieurs élément tolérancés et plusieurs éléments d'évaluation...

Nota2 : Les éléments d'évaluations seront **contraints en position** avec l'opérateur de collection CZ

Exemple_04 d'une spécification en Zone Combinée en Rotation (CZR)



Vérification que :
 $di_{MAX} \leq 0.05/2$

Élément tolérancé	2 surfaces non-idéales nominalement planes	
Élément d'évaluation	Forme et nombre	2 plans idéaux
	Contrainte interne	Les deux plans sont parallèles
	Contrainte externe	Sans objet
	Fonction objectif	[C] : Minimiser la distance maximale
Caractéristique	Distance "di" entre l'élément tolérancé et l'élément d'évaluation	
Condition unilimite	$di_{MAX} \leq 0.05/2$	

Nota1 : Les éléments d'évaluations seront contraints **uniquement en orientation** avec le symbole CZR

Nota2 : La spécification est une position **MAIS** sans référence

LES DIFFERENTES CARACTERISTIQUES

Caractéristiques intrinsèques : Taille / Forme / Etat de surface		Caractéristiques de situation : Orientation / Position / Battement	
Type	Caractéristique	Type	Caractéristique
Taille Locale : (LP)	Distance entre paire de points opposés	Spécification géométrique : orientation / position / battement	Distance normale ou suivant une direction imposée entre un élément intégral extrait (élément tolérancé) et un élément d'évaluation (idéal) qui est construit à partir de l'élément tolérancé grâce à une fonction objectif (minimax ou gaussien par exemple) AVEC contraintes externes d'orientation et /ou position
Taille Globale : (GN) (GX) (GG) (E)	Diamètre du gabarit défini par la fonction objectif (Gaussien / plus petit circonscrit / plus grand inscrit) SANS contraintes externes	Spécification par gabarit (Maxi ou mini de matière) : orientation / position / battement	Diamètre du gabarit défini par la fonction objectif (plus petit circonscrit / plus grand inscrit) AVEC contraintes externes d'orientation et /ou position
Spécification géométrique : Forme et localisation sans référence	Distance normale ou radiale (cas de la circularité et de la cylindricité) ou suivant une direction imposée entre un élément intégral extrait (élément tolérancé) et un élément d'évaluation (idéal) qui est construit à partir de l'élément tolérancé grâce à une fonction objectif (minimax par défaut) SANS contraintes externes	L'élément d'évaluation peut avoir des contraintes externes par rapport à des éléments de situation ? ...nous n'avons pas vu cela encore me semble t-il... 	

Tableau résumant les différentes caractéristiques (compilation des normes)