

Rien n'est pareil !
Tout est réel...
enfin presque
tout

Spécifications ISO GPS

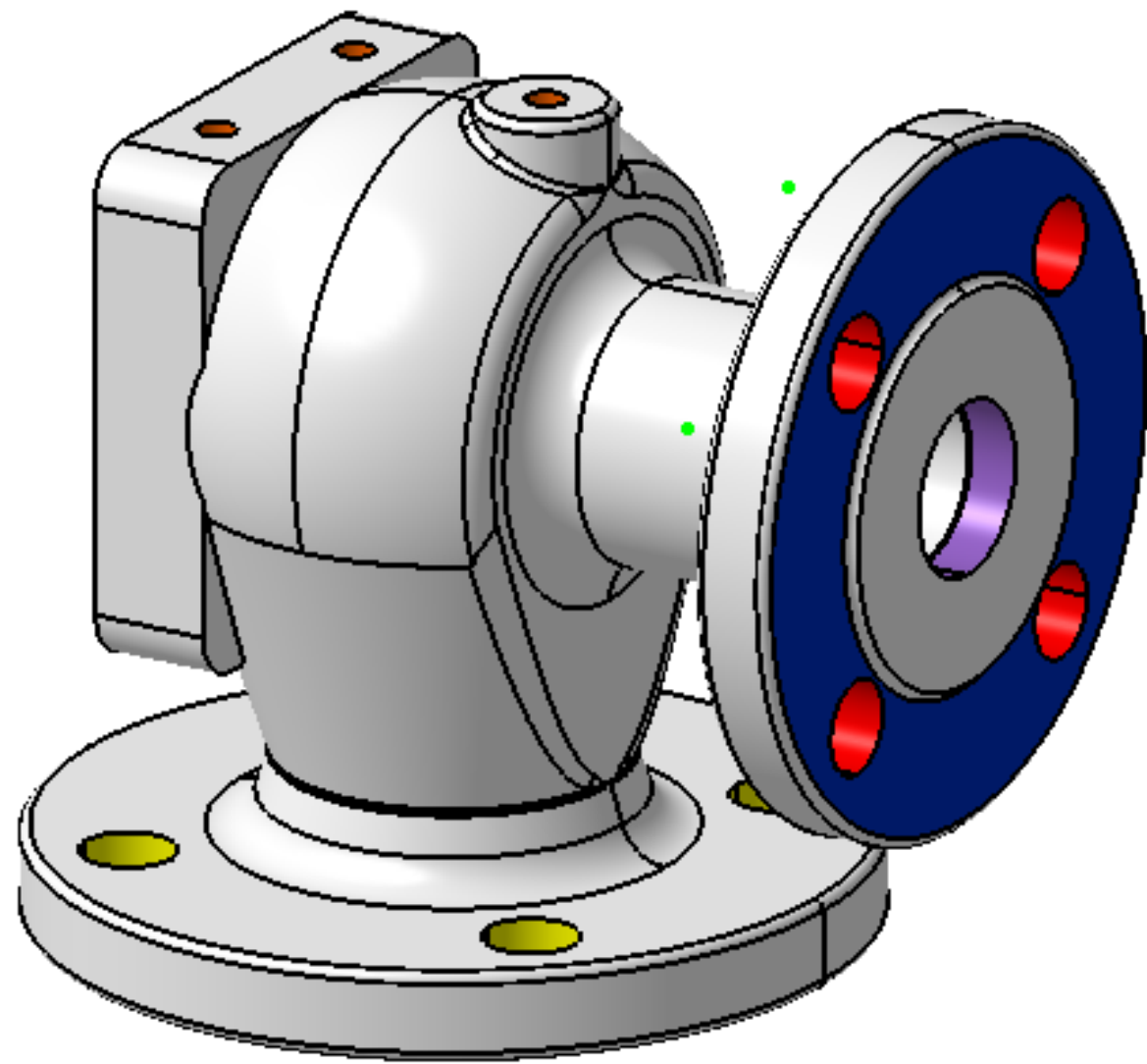
-

Notions de bases incontournables

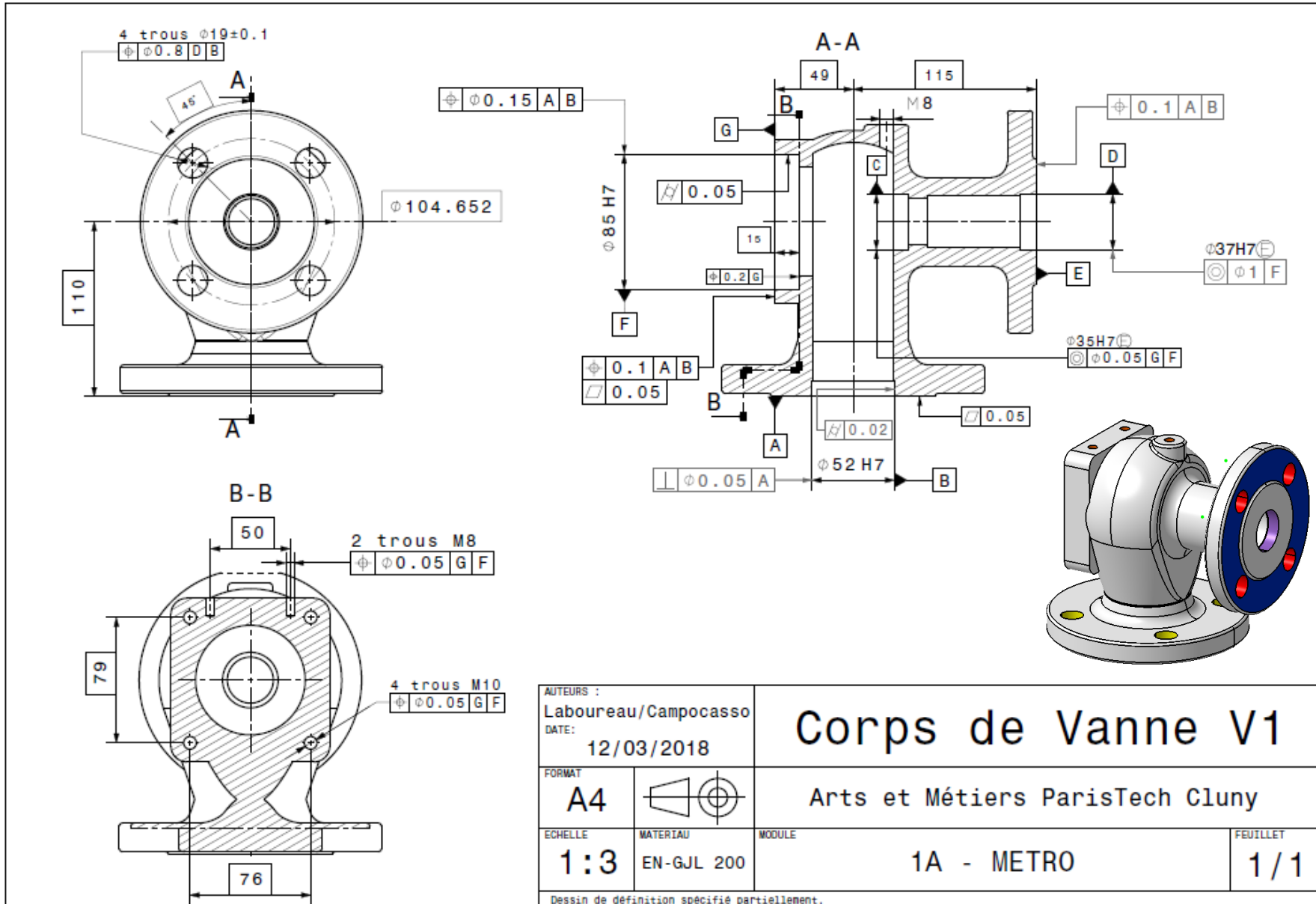
Fabien VIPREY, Maître de conférences – Équipe UGV

fabien.viprey@ensam.eu

Contexte



Contexte



Contexte

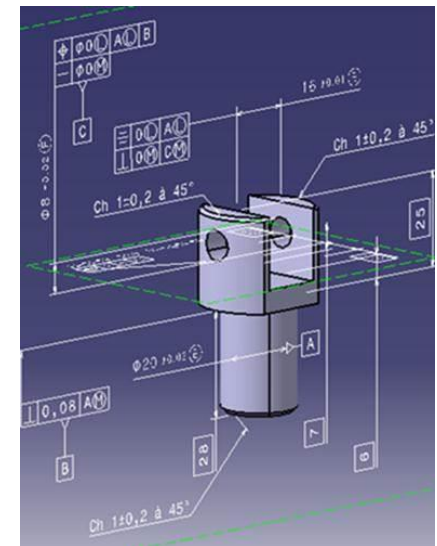
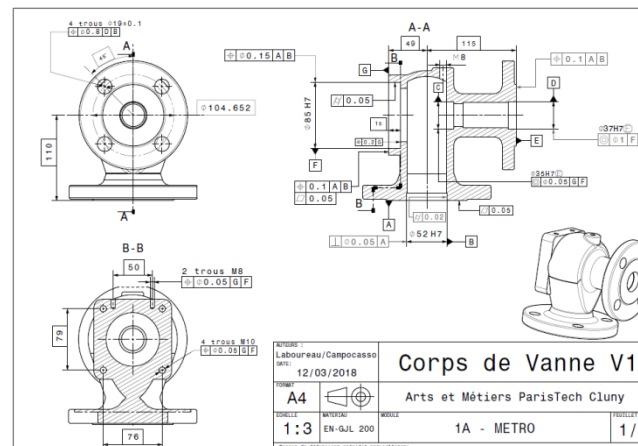
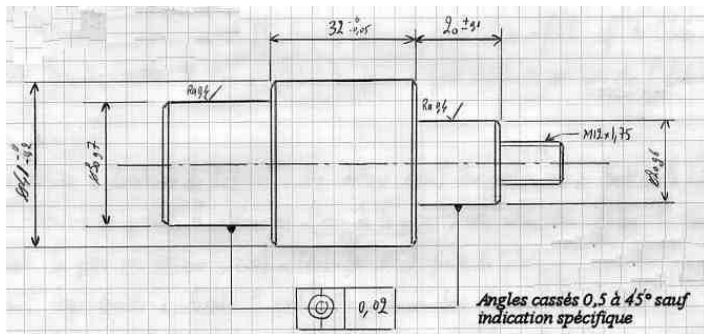
La **spécification géométrique des produits**, symbolisée GPS, consiste à définir, au travers d'un dessin de définition, la forme (géométrie), les dimensions et les caractéristiques de surfaces d'une pièce qui en assurent un fonctionnement nominal, ainsi que la dispersion autour de cet nominal pour laquelle la fonction est toujours satisfaite.

- La fabrication produit des pièces → jamais parfaites, présence d'écarts par rapport au nominal, d'une part, et d'une pièce à l'autre, d'autre part.
- Pièces mesurées → comparaison à des spécifications.
- Nécessité de pouvoir relier :
 - la pièce imaginée par le concepteur ;
 - la pièce fabriquée ;
 - la connaissance de la pièce obtenue (effective) par mesurage
- Pour que cette relation puisse se faire et pour permettre une compréhension mutuelle, des normes ont été développées dans le domaine GPS, traitant des définitions de base, de la représentation symbolique, des principes de mesures, etc.

Introduction : historique

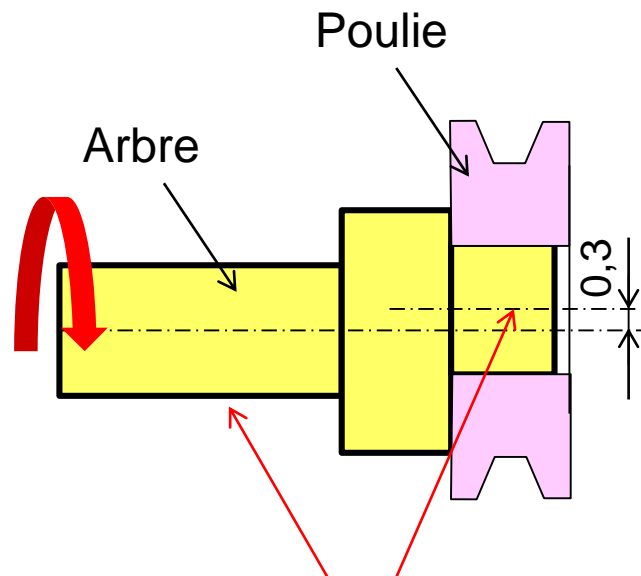
Le tolérancement est nécessaire pour assurer la fabrication indépendante des pièces et l'interchangeabilité

Mise en place des normes : 1970
 Déploiement industriel : 1990 (Boeing)
 1998 (Renault)



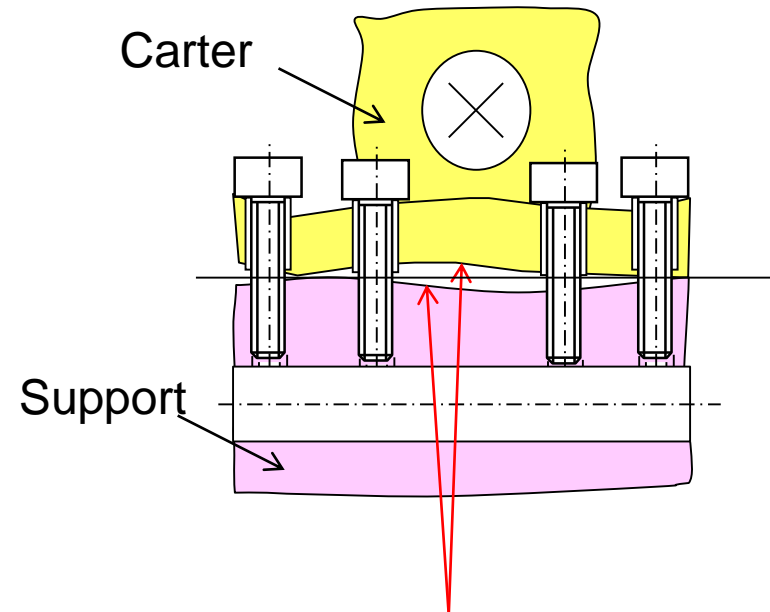
Aujourd'hui : CAO 3D

Introduction : influence des défauts sur le fonctionnement



Ecart de coaxialité
(les axes ne sont pas confondus)

Quelle est l'influence de l'écart de coaxialité de 0,3 mm sur le comportement de la courroie ?



Ecart de planéité
(Gap entre les plans)

Quelle est l'influence du serrage sur la qualité de l'alésage s'il y a un écart de planéité de 0,3 mm ?

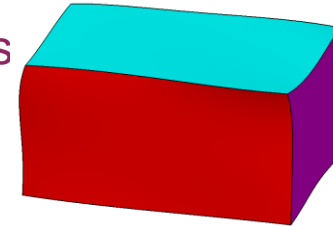
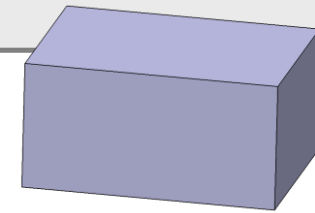
Plan

- Contexte
- Introduction
- **Définitions préliminaires**
- Principe d'indépendance
- Exigences dimensionnelles
- Spécifications géométriques
- Respect de la spécification
- Aller plus loin
- Bibliographie

Définitions préliminaires

□ Pièce

- **réelle** : Pièce réelle fabriquée, avec des défauts géométriques
- **nominale** : Pièce de forme parfaite décrite avec des dimensions nominales



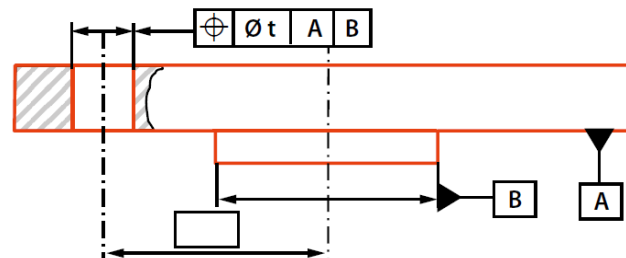
□ Skin modèle [ISO 17450-1:2011] :

Modèle de la surface non idéale (peau) → une infinité d'instances



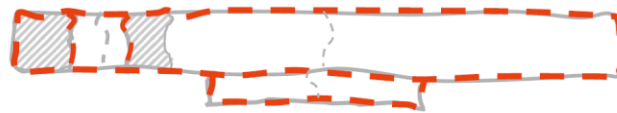
□ Élément intégral [ISO 22432:2012] :

- **intégral** : Surface ou ligne d'une surface ; un élément intégral est intrinsèquement défini

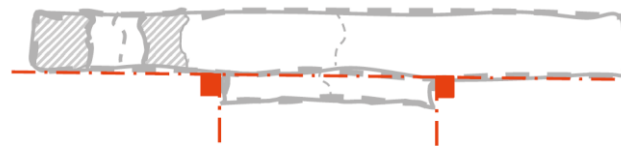


Définitions préliminaires

- **intégral extrait** : Représentation approchée de l'élément réel (intégral), obtenue par l'extraction d'un nombre fini de points de l'élément réel (intégral), cette extraction étant réalisée en appliquant des conventions spécifiées

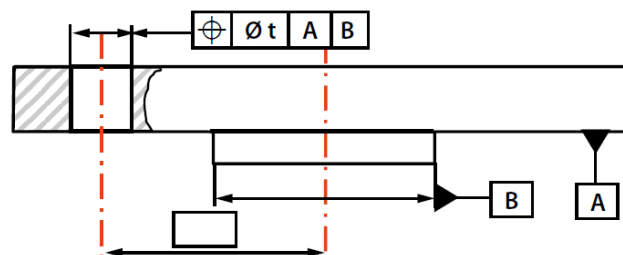


- **intégral associé** : Élément intégral de forme parfaite associé à l'élément intégral extrait suivant des conventions spécifiées



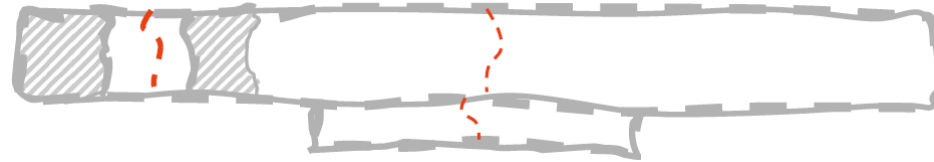
□ Élément dérivé [ISO 22432:2012] :

- **Dérivé** : Centre, ligne médiane ou surface médiane provenant d'un ou plusieurs éléments intégraux



Définitions

- **dérivé extrait** : Centre, ligne médiane ou surface médiane dérivés provenant d'un ou de plusieurs éléments intégraux extraits



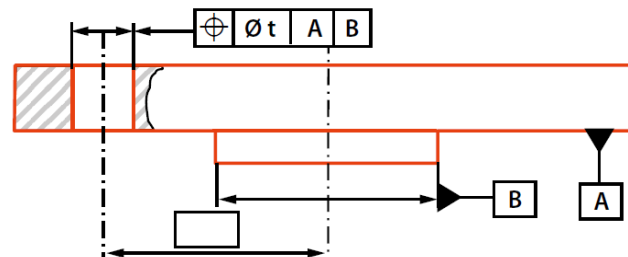
- **dérivé associé** : Centre, axe ou plan médian dérivés provenant d'un ou de plusieurs éléments intégraux associés



Il n'existe pas d'élément dérivé de l'élément réel (il y a soit extraction, soit association)

Définitions

- **Élément idéal :**
 - **Élément idéal :** Élément défini par une opération paramétrée.

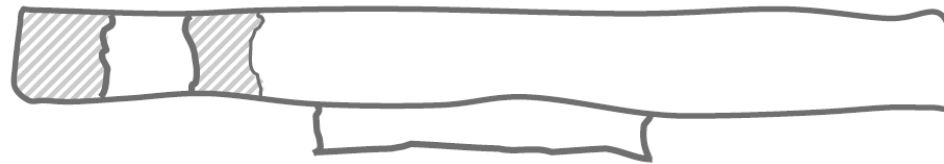


Un élément idéal appartient à l'une des 7 classes d'invariance définies dans le tableau suivant :

Classe d'invariance	Degré d'invariance		Éléments géométrique de référence minimum (EGRM)
	0	Aucun	
Complexe	0	Aucun	PL, DT, PT
Prismatique	1	Une translation le long d'une droite du plan	PL, DT
Révolution	1	Une translation le long d'une droite pointée	DT, PT
Hélicoïdale	1	Une translation et une rotation liée de même axe	DT orientée
Cylindrique	2	Une translation et une rotation de même axe	DT
Plane	3	Une rotation perpendiculaire au plan et deux translations le long de deux droites du plan	PL
Sphérique	3	Trois rotations autour d'un point	PT

Définitions préliminaires

- **Élément non idéal :**
 - **Élément non idéal :** Élément imparfait totalement dépendant du modèle de la surface non idéale (skin modèle)



- **Élément de situation :**
 - **Élément de situation :** Élément de type point, droite, plan ou hélice qui permet de définir la position et/ou l'orientation d'un élément.



Plan

- Contexte
- Introduction
- Définitions préliminaires
- **Principe d'indépendance**
- Exigences dimensionnelles
- Spécifications géométriques
- Respect de la spécification
- Aller plus loin
- Bibliographie

Principe d'indépendance (Norme ISO 8015:2011)

- Chaque exigence **dimensionnelle ou géométrique** spécifiée sur un dessin **doit être respectée en elle-même (indépendamment)** sauf si une relation particulière est spécifiée.

Ainsi **sans relation spécifiée, la tolérance géométrique s'applique sans tenir compte de la dimension** de l'élément, et les deux exigences sont traitées comme indépendantes.

En conséquence, si une relation particulière entre :

- la dimension et la forme ou
- la dimension et l'orientation, ou
- la dimension et la position

Est exigée elle doit être spécifiée sur le dessin.

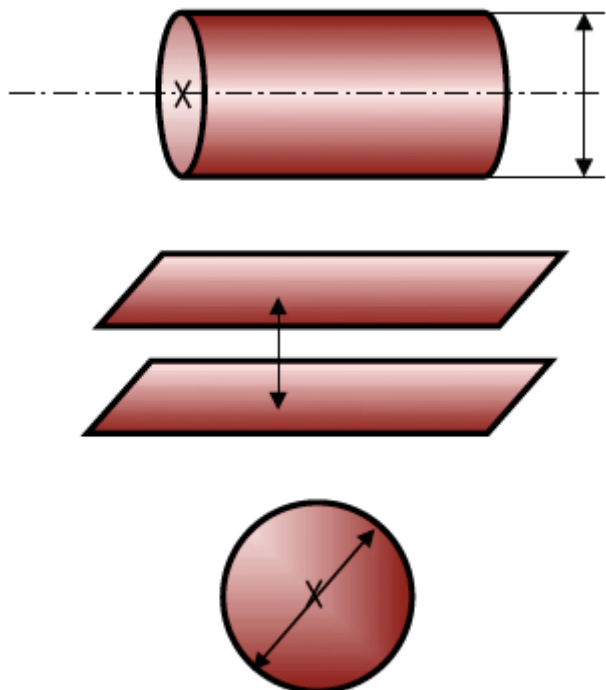
Plan

- ❑ Contexte
- ❑ Introduction
- ❑ Définitions préliminaires
- ❑ Principe d'indépendance
- ❑ **Exigences dimensionnelles**
- ❑ Spécifications géométriques
- ❑ Respect de la spécification
- ❑ Aller plus loin
- ❑ Bibliographie

Une dimension [ISO 14405-1:2010]

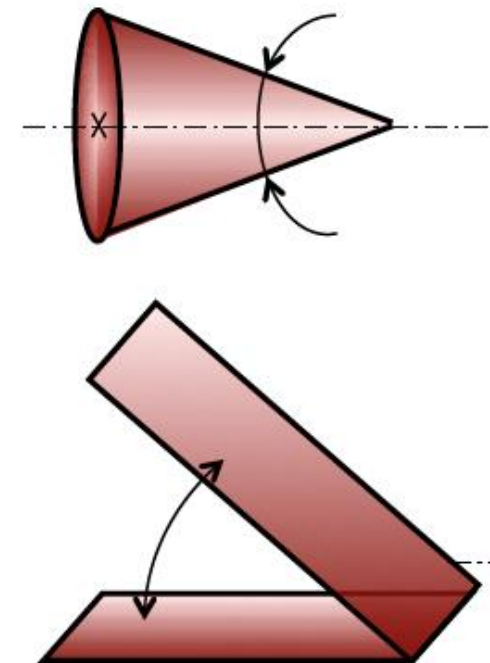
- Une dimension porte sur une entité dimensionnelle : cylindre, sphère, deux surfaces parallèles opposées, cône, coin
- Entité dimensionnelle : forme géométrique définie par

une taille linéaire



ou

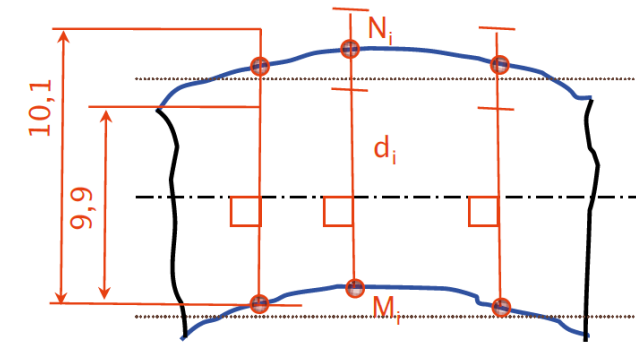
une taille angulaire



Taille locale linéaire [ISO 14405-1:2010] [ISO 14660-2:1999]

Cas de deux plans parallèles :

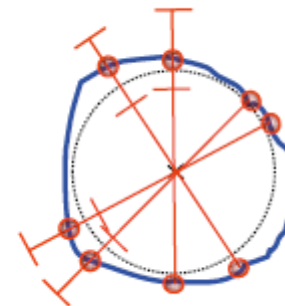
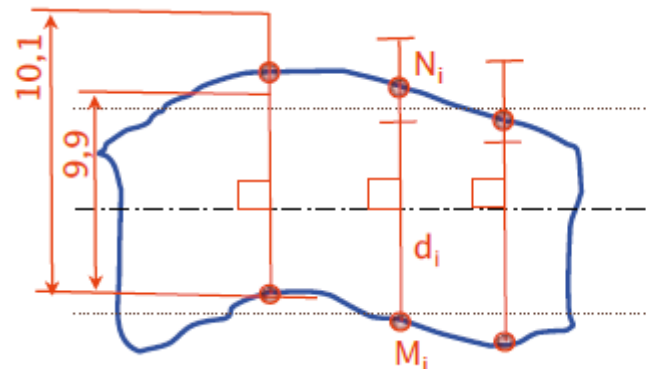
- Taille : couple de points (M_i , N_i)
- Locale : à plusieurs endroits
- Réelle : sur la peau de la pièce



Spécification de taille par défaut ISO : taille entre deux points

On parle couramment de taille entre bipoints

Cas du cylindre :

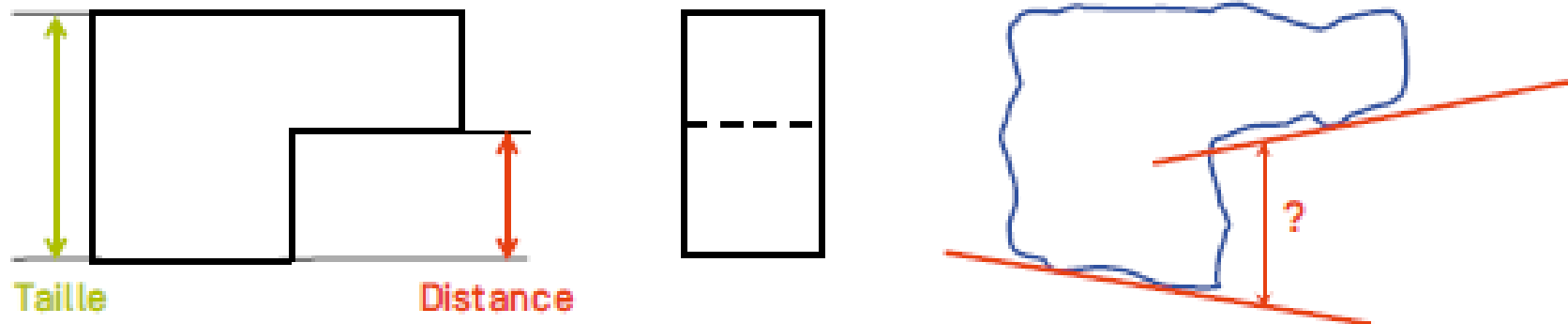


Définition

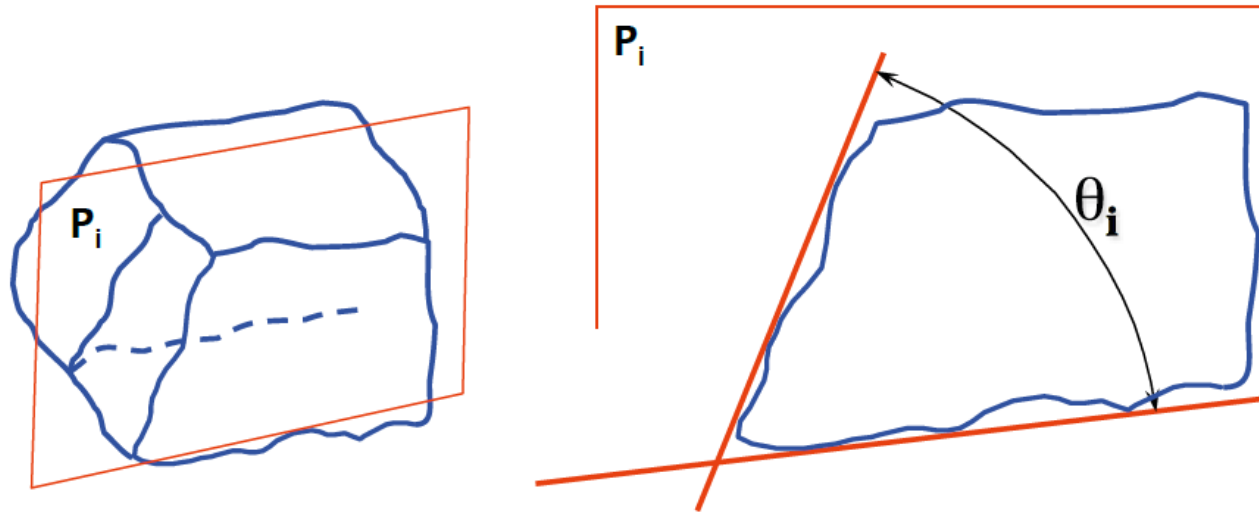
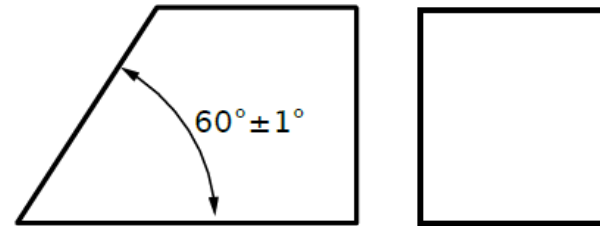
- **Taille linéaire locale (d'un élément extrait)** : Dimension entre deux points (i.e. bipoints) ou taille locale définie par une sphère.

Rappel : Uniquement définie sur des entités dimensionnelles

- **Distance** : Valeur de la cote entre deux éléments. La distance peut se situer entre deux éléments intégraux, entre un élément intégral et un élément dérivé, ou entre deux éléments dérivés. La distance linéaire et la distance angulaire existent.



Taille locale angulaire [ISO 14405-2:2011]

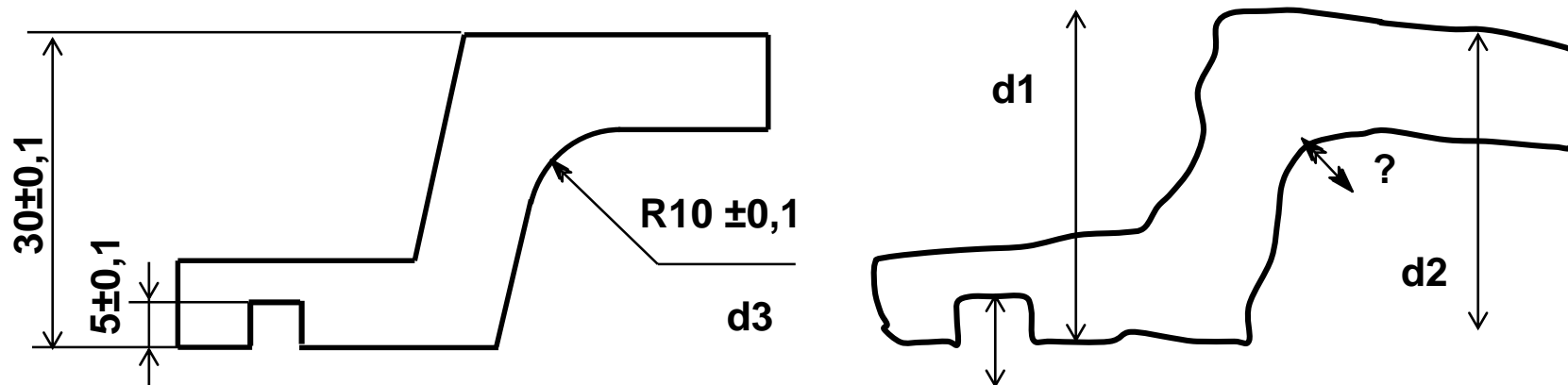


Dans le plan P_i , les deux lignes extraites sont des lignes réputées rectilignes.

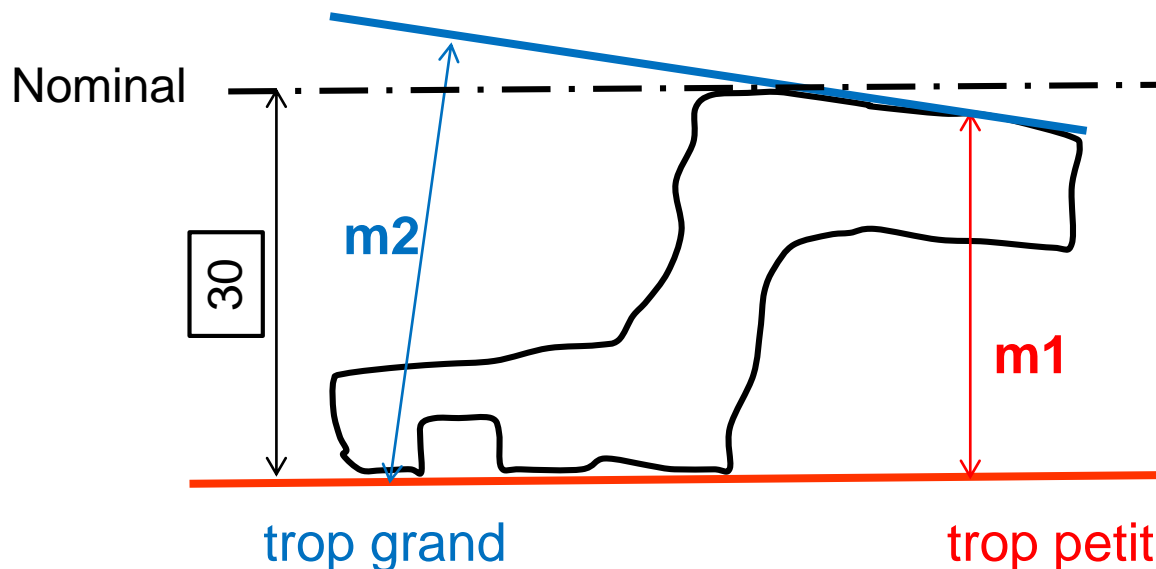
- A chaque ligne est associée une droite avec pour :
 - – fonction objectif : minimiser l'écart maximal
 - – contrainte : ligne tangente du cote libre, ou tangente extérieure matière

Cotes interdites

- Les cotes ne sont pas utilisables si les points ne sont pas face à face.



- Non conforme à la définition, ambiguïtés.



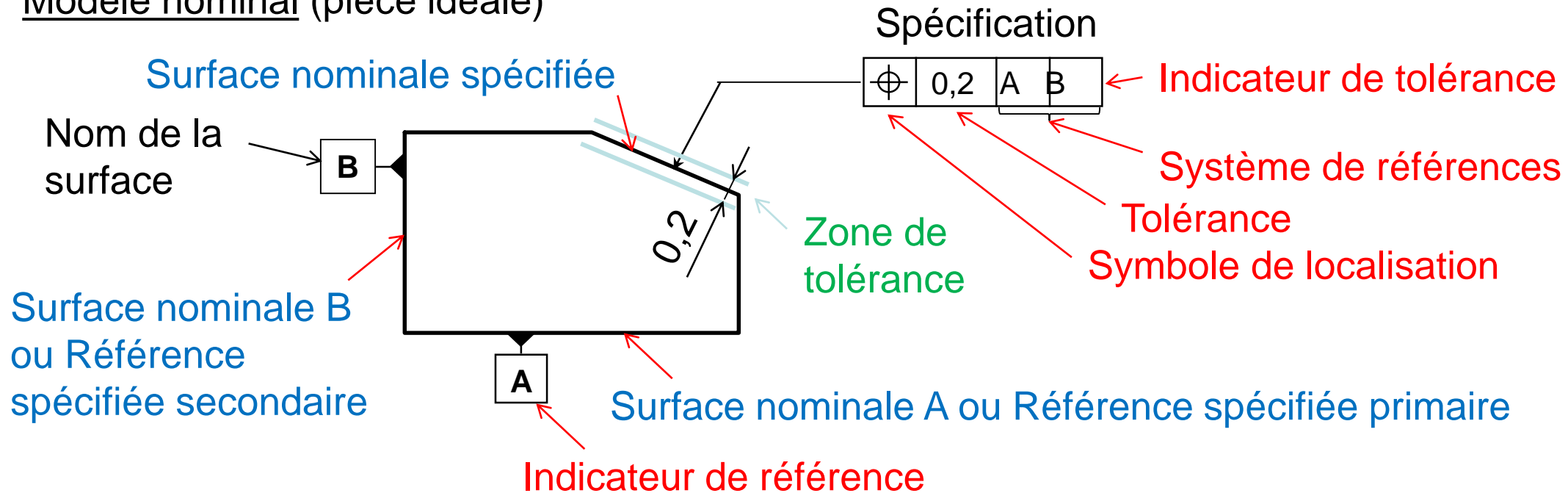
Comment spécifie-t-on cette exigence entre les deux entités géométriques planes ?

Plan

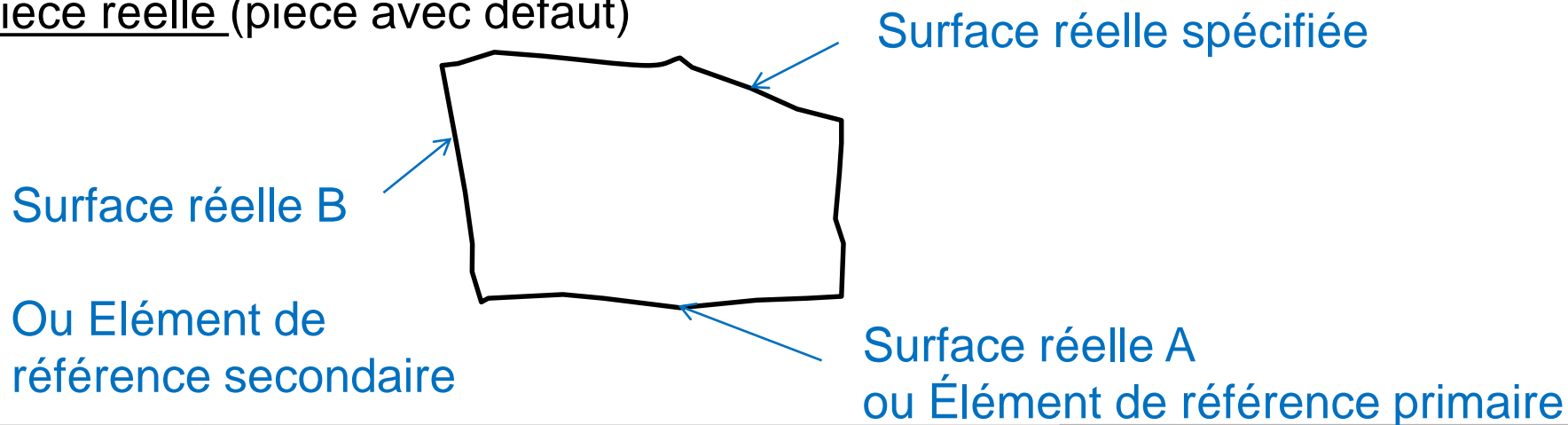
- ❑ Contexte
- ❑ Introduction
- ❑ Définitions préliminaires
- ❑ Principe d'indépendance
- ❑ Exigences dimensionnelles
- ❑ **Spécifications géométriques**
- ❑ Respect de la spécification
- ❑ Aller plus loin
- ❑ Bibliographie

Tolérancement par zone de tolérance

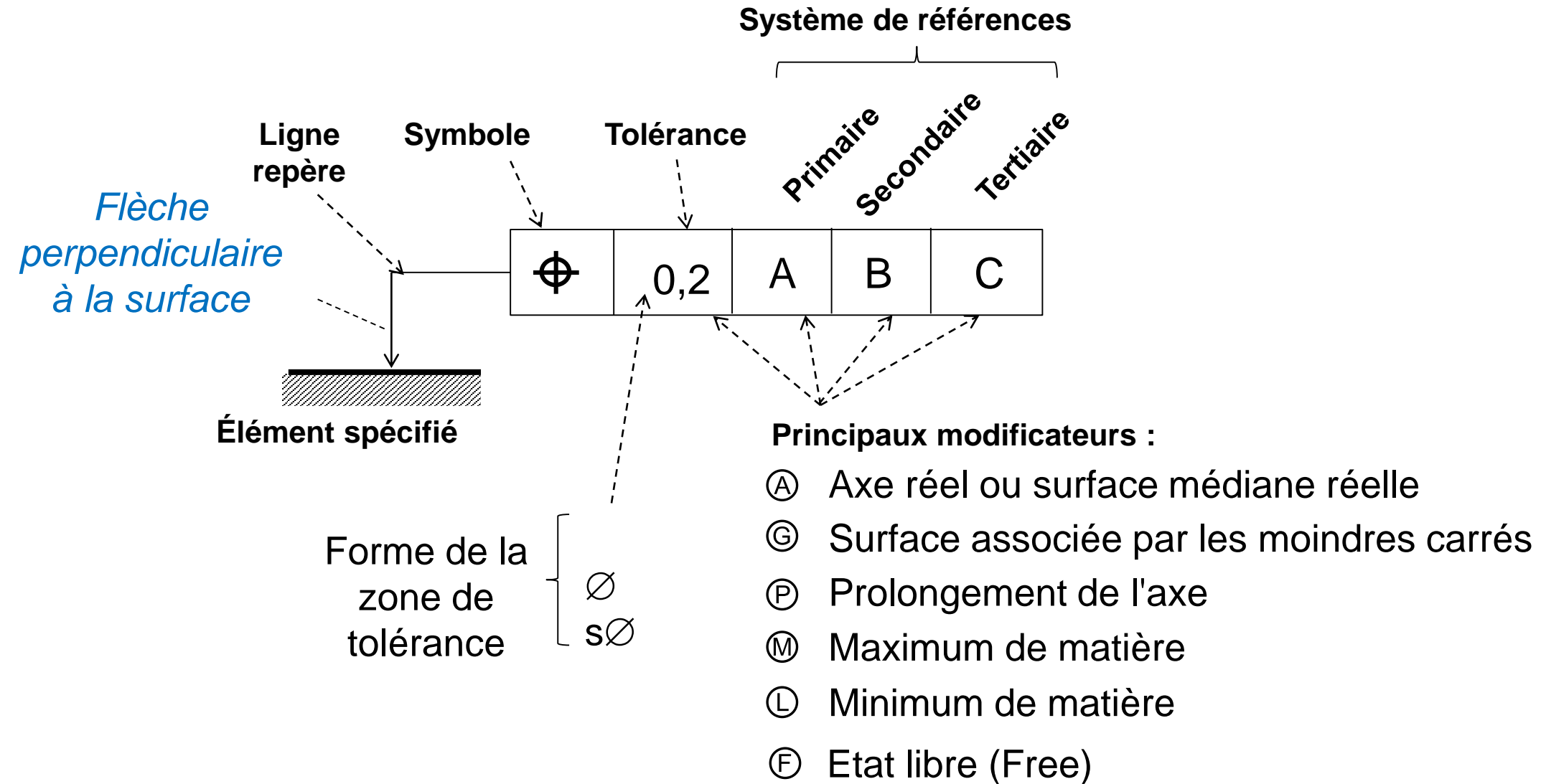
Modèle nominal (pièce idéale)



Pièce réelle (pièce avec défaut)

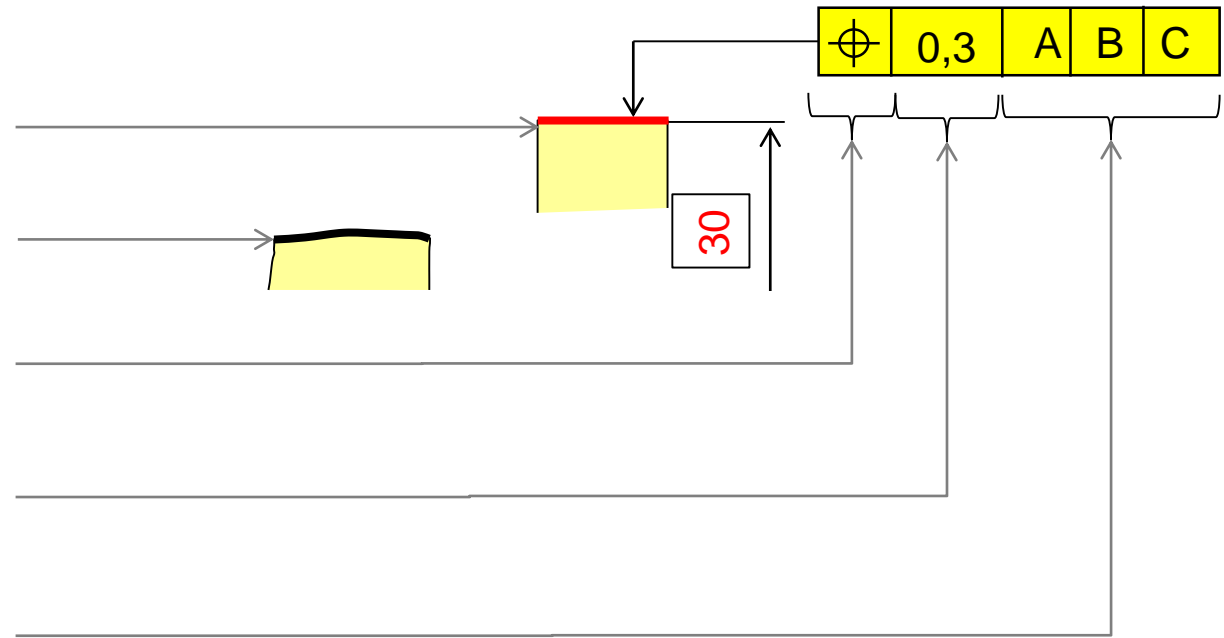


Spécification géométrique



Règle de lecture des spécifications

1. Surface nominale spécifiée
2. Élément tolérancé
3. Nom du symbole
4. Zone de tolérance
5. Référence/
Système de références
6. Validation



Règle de lecture des spécifications

1. Surface nominale spécifiée

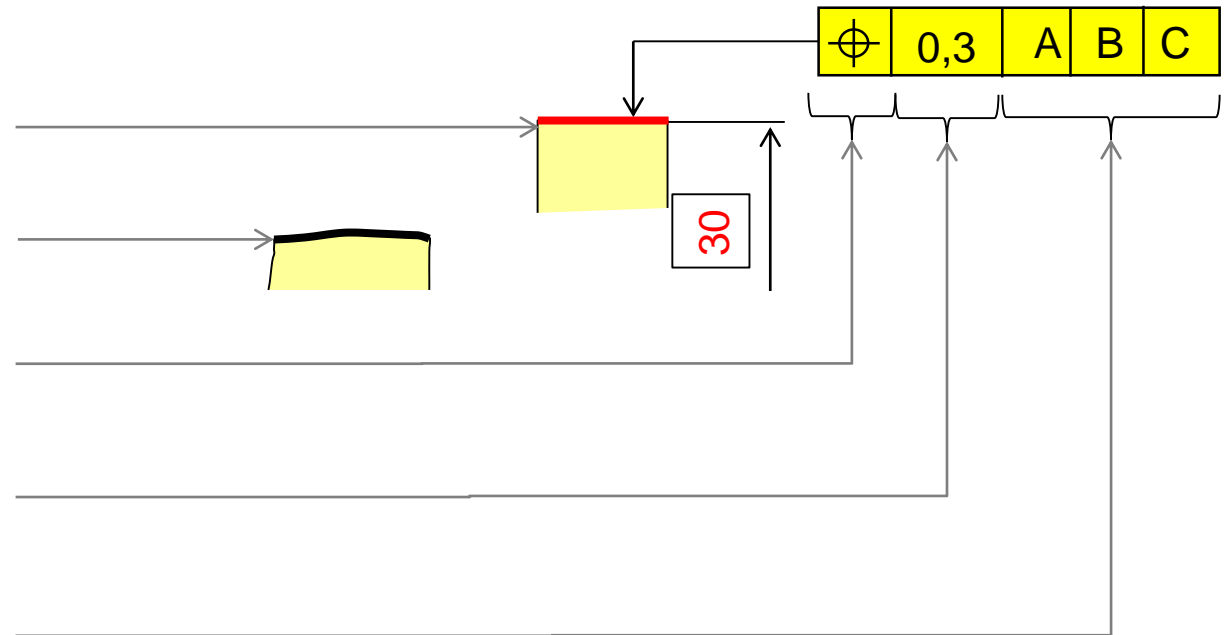
2. Élément tolérancé

3. Nom du symbole

4. Zone de tolérance

5. Référence/
Système de références

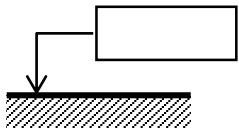
6. Validation



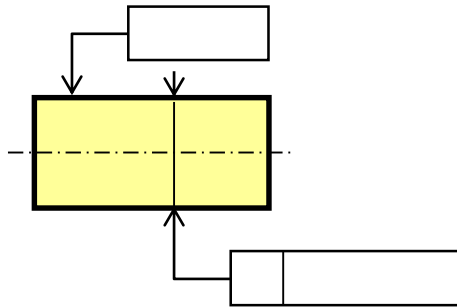
Description de la surface nominale spécifiée

- Donner la nature de la surface (plan, cylindre, cône, sphère, surface.....), son nom (A, B, ..) ou un petit texte pour l'identifier (plan supérieur, face d'appui du carter...)

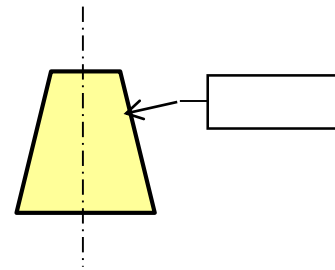
Plan



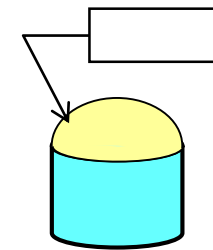
Cylindre



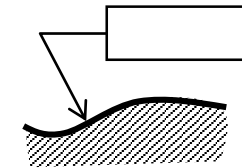
Cône



Sphère



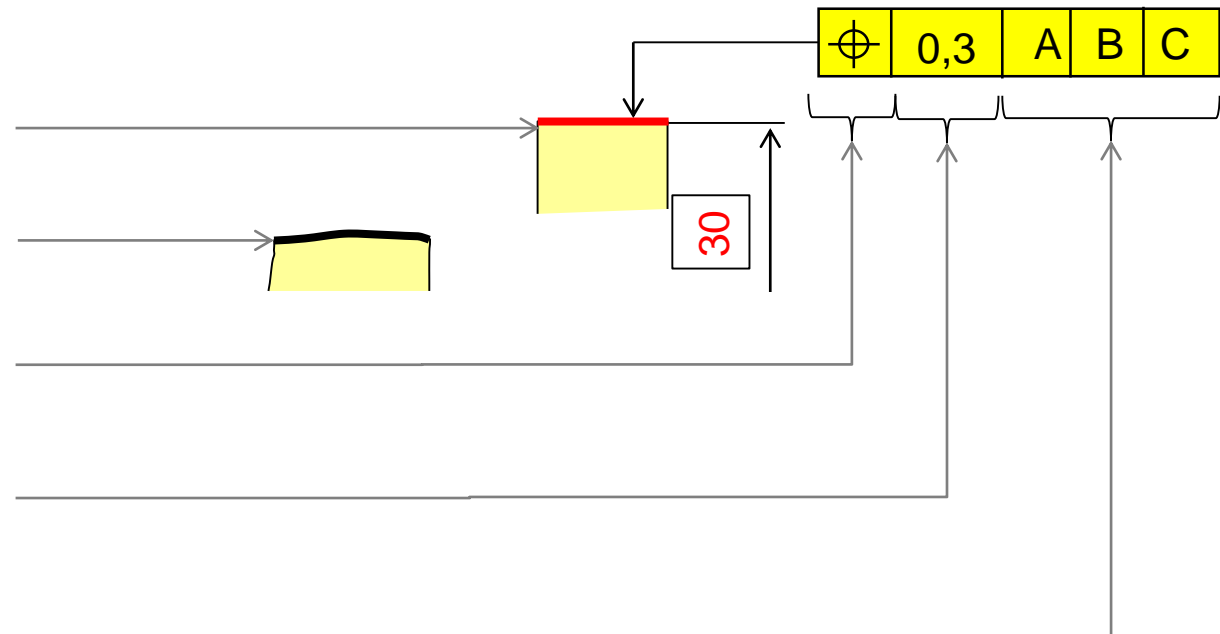
Surface quelconque



- Les cônes, les portions de cylindres et de sphères sont considérées comme des surfaces quelconques.

Règle de lecture des spécifications

1. Surface nominale spécifiée
2. **Élément tolérancé**
3. Nom du symbole
4. Zone de tolérance
5. Référence/
Système de références
6. Validation



Élément tolérancé [ISO 1101:2017]

- Définition : Élément géométrique défini par la surface réelle spécifiée devant respecter la zone de tolérance.

L'élément tolérancé peut être la surface réelle spécifiée, la ligne réputée rectiligne de la surface spécifiée ou la surface médiane réelle de la surface spécifiée ou tout autre élément associé à la surface spécifiée (axe obtenu par association de la surface spécifiée dans une plage de projection, éléments de contact posé sur la surface spécifié...).

Élément tolérancé :

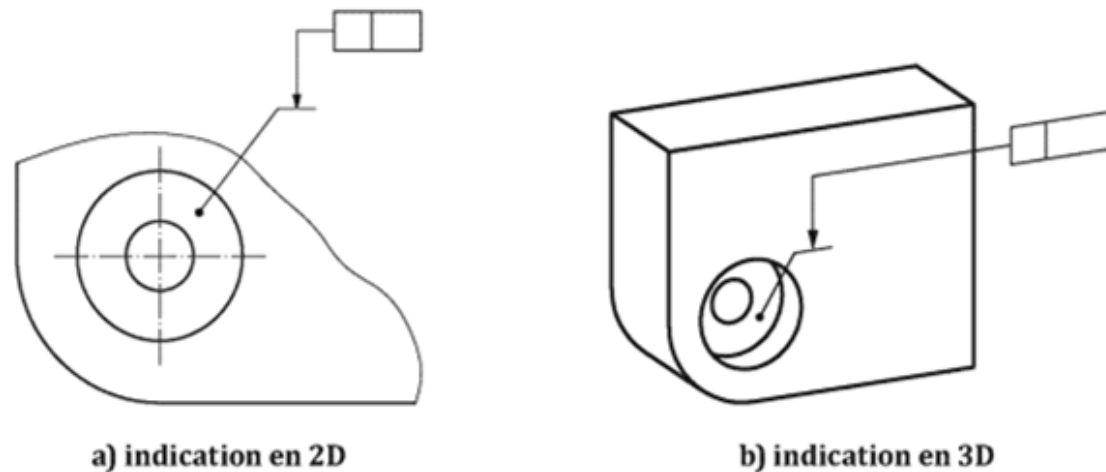
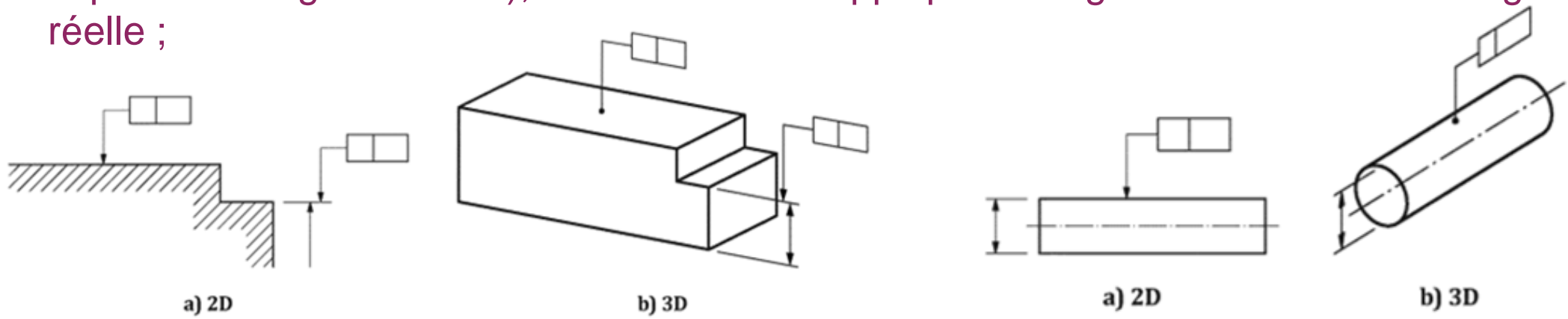
soit un élément intégral réel

soit un élément dérivé

L'élément tolérancé est un élément intégral réel [ISO 1101:2017]

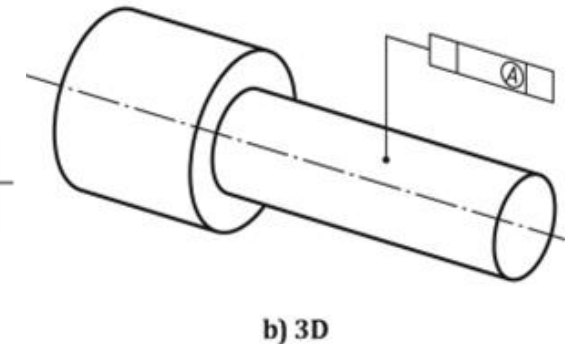
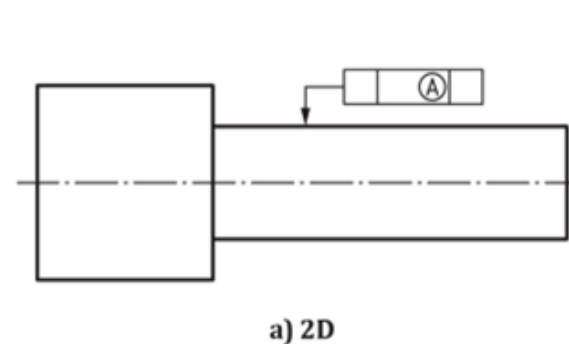
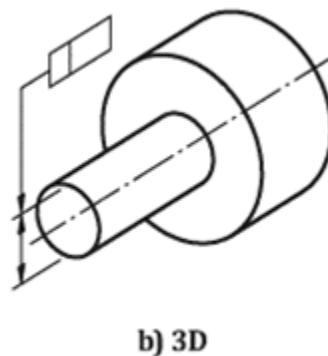
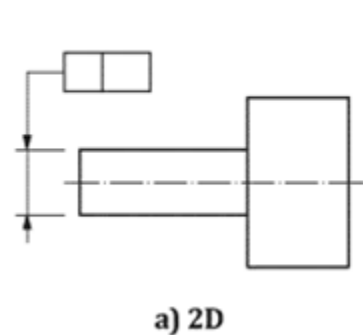
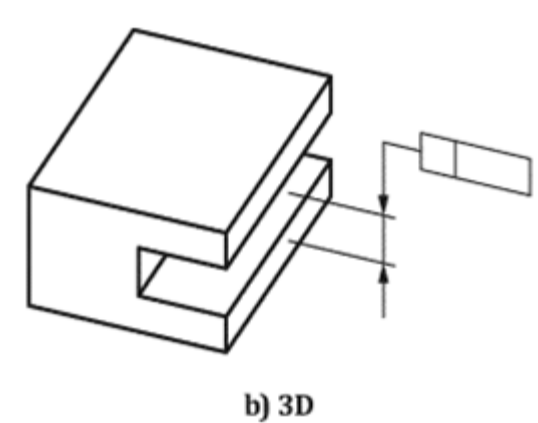
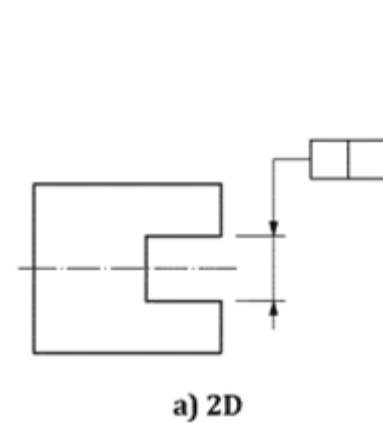
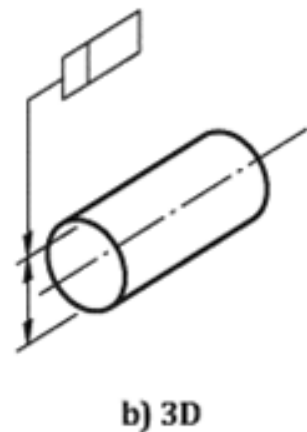
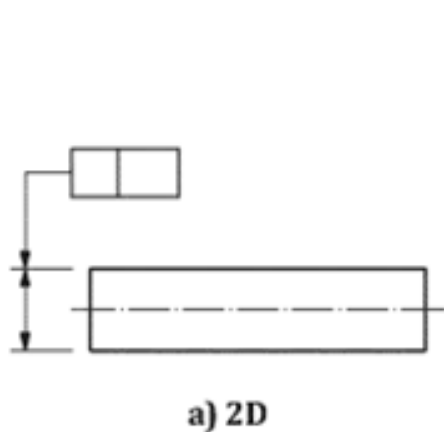
Le cadre de tolérance doit être relié à l'élément tolérancé par un trait de rappel de cote partant de n'importe quel côté du cadre et terminé par une flèche aboutissant :

- **sur le contour** de l'élément ou **sur le prolongement du contour** (mais clairement séparé de la ligne de cote), si la tolérance s'applique à la ligne ou à la surface intégrale réelle ;



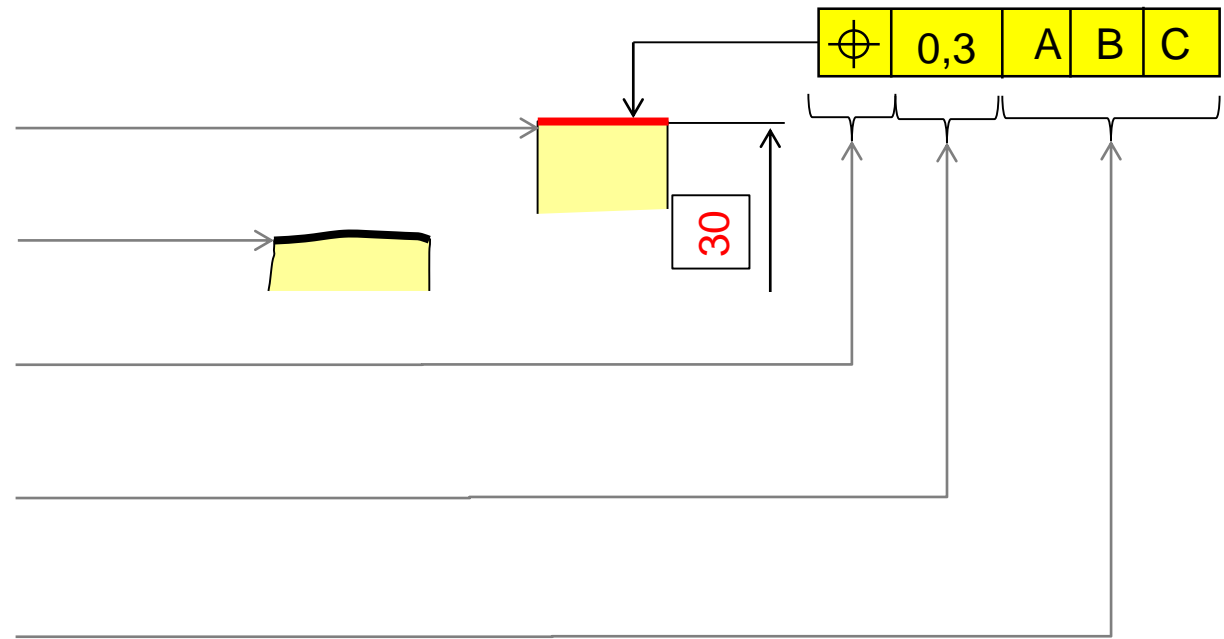
Élément tolérancé est un élément dérivé [ISO 1101:2017]

- Le cadre de tolérance doit être relié à l'élément tolérancé par un trait de rappel de cote partant de n'importe quel coté du cadre et terminé par une flèche aboutissant :
 - dans le prolongement de la ligne de cote, lorsque la tolérance s'applique à la ligne médiane, à la surface médiane ou au centre de l'élément ainsi coté.



Règle de lecture des spécifications

1. Surface nominale spécifiée
2. Élément tolérancé
3. Nom du symbole
4. Zone de tolérance
5. Référence/
Système de références
6. Validation



Nom du symbole :

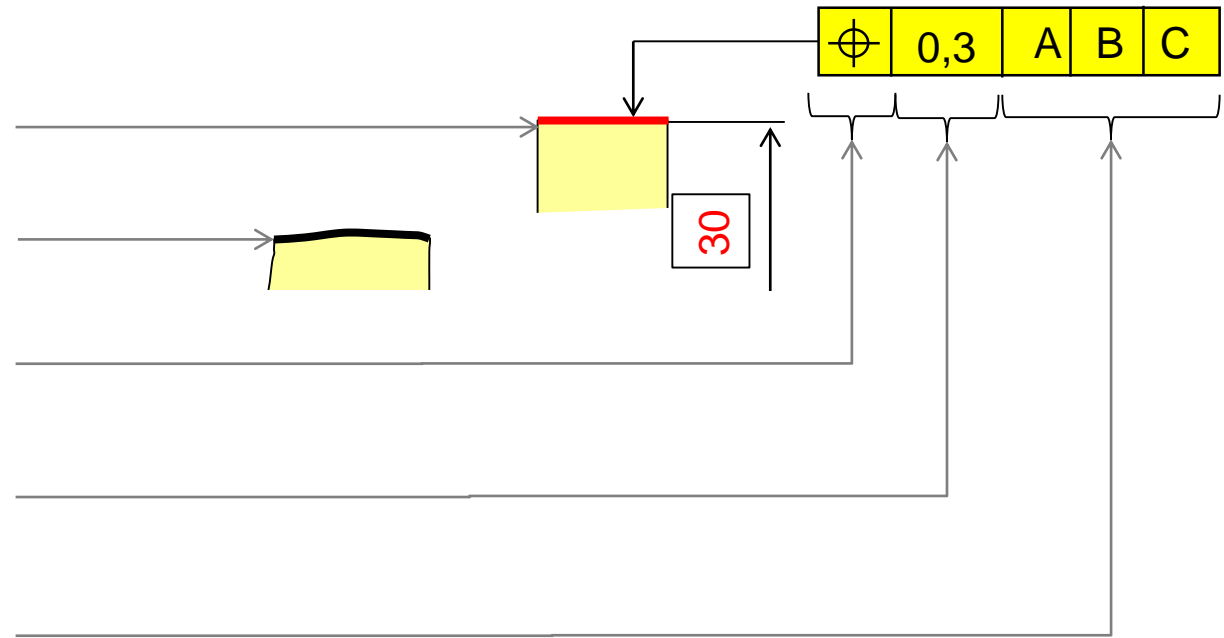
Caractéristiques pouvant être tolérancées [ISO 1101:2017]

Spécification	Caractéristiques	Symbole	Référence spécifiée nécessaire	Paragraphe
Forme	Rectitude	—	non	17.2
	Planéité	▭	non	17.3
	Circularité	○	non	17.4
	Cylindricité	∅	non	17.5
	Profil d'une ligne	∩ ^a	non	17.6
	Profil d'une surface	∩ ^a	non	17.8
Orientation	Parallélisme	//	oui	17.10
	Perpendicularité	⊥	oui	17.11
	Inclinaison	∠	oui	17.12
	Profil d'une ligne	∩ ^a	oui	
	Profil d'une surface	∩ ^a	oui	
Position	Localisation	⊕	non	b
			oui	17.13
	Concentricité (pour des centres)	◎	oui	17.14
	Coaxialité (pour des lignes médianes)	◎	oui	17.14
	Symétrie	≡	oui	17.15
	Profil d'une ligne	∩ ^a	oui	17.7
Profil d'une surface	∩ ^a	oui	17.9	
Battement	Battement circulaire	↗	oui	17.16
	Battement total	↗↗	oui	17.17
^a Voir aussi l'ISO 1660. ^b Voir aussi l'ISO 5458.				



Règle de lecture des spécifications

1. Surface nominale spécifiée
2. Élément tolérancé
3. Nom du symbole
4. **Zone de tolérance**
5. Référence/
Système de références
6. Validation



Zone de tolérance

Le tolérancement géométrique consiste à définir une zone de tolérance dans laquelle doit se situer l'élément réel.

Les tolérances géométriques limitent l'écart de l'élément par rapport à :

- sa **forme**, ou
- son **orientation**, ou
- sa **position**

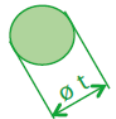




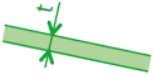
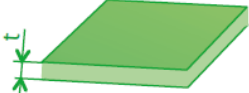


théoriquement exacte, sans tenir compte de la dimension de l'élément.

Il y a indépendance de la dimension et de la géométrie (principe d'indépendance), sauf annotation complémentaire (Ⓔ, Ⓕ, Ⓜ)

.

Zone de tolérance

La zone de tolérance est définie par l'ensemble des points dont la distance à la surface nominale est inférieure à la moitié de la tolérance.

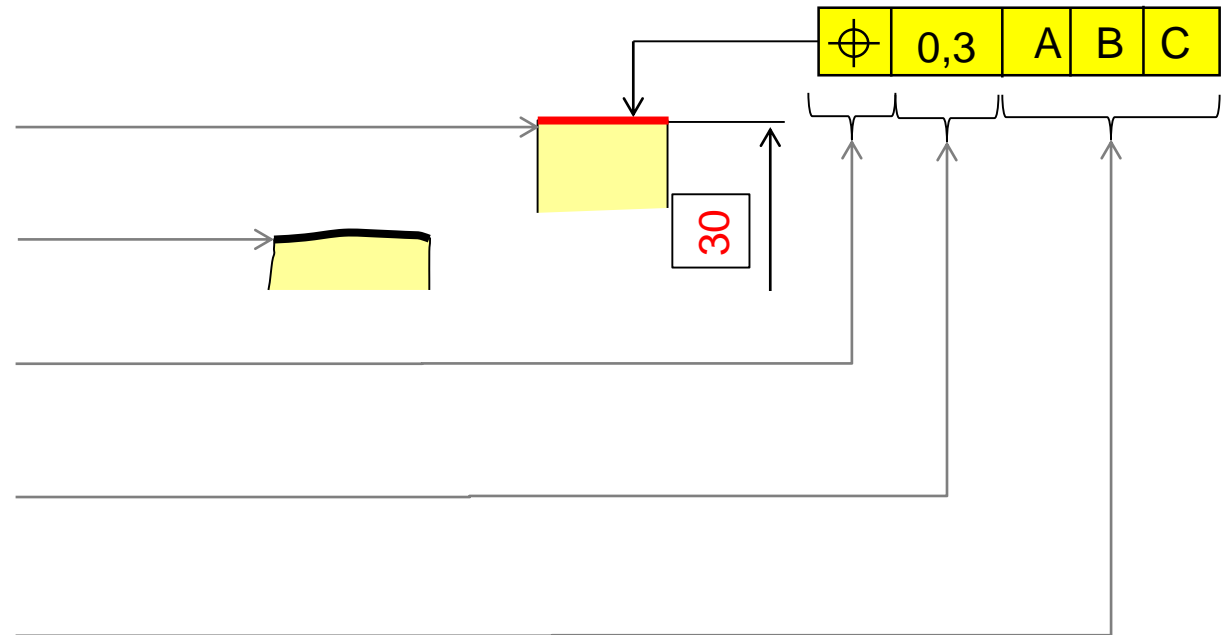
La zone de tolérance est une surface		La zone de tolérance est un volume	
	À l'intérieur d'un cercle « ø t »		À l'intérieur d'un cylindre « ø t »
			À l'intérieur d'une sphère « S ø t »
	Entre deux cercles « t »		Entre deux cylindres « t »
	Entre deux lignes droites « t »		Entre deux plans « t »
	Entre deux lignes complexes « t »		Entre deux surfaces complexes « t »

Comment a-t-on accès au nominal sur la pièce réelle afin d'orienter ou positionner la zone de tolérance ?

➔ La zone de tolérance est définie en orientation (et) position théorique exacte par rapport à la référence spécifiée ou au système de référence spécifié

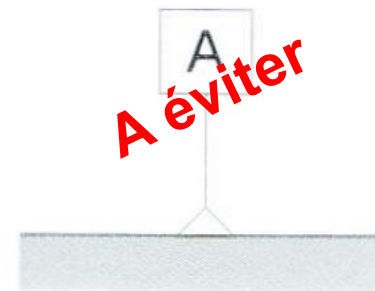
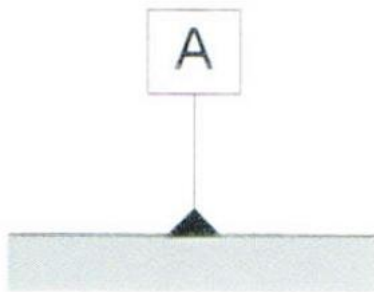
Règle de lecture des spécifications

1. Surface nominale spécifiée
2. Élément tolérancé
3. Nom du symbole
4. Zone de tolérance
5. Référence/
Système de références
6. Validation



Désignation de l'élément de référence

- ❑ Les références spécifiées doivent être présentées comme précisé dans les exemples ci-après. Pour plus de renseignements, voir ISO 5459 : 2011
- ❑ La **référence spécifiée** doit être identifiée par **une lettre de référence**. Une lettre majuscule doit être inscrite dans un cadre relié à un triangle noirci ou non pour identifier la référence spécifiée. **Cette lettre doit être répétée dans le cadre de tolérance.**

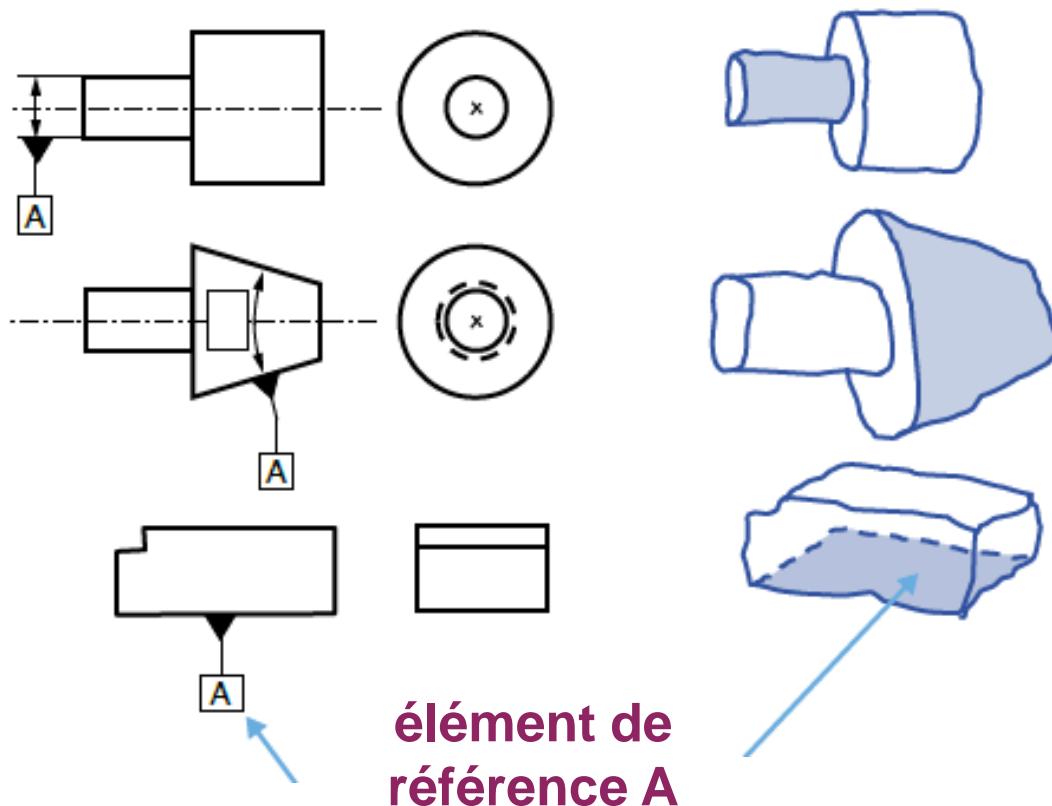


- ❑ La norme interdit les lettres I, O, Q et X

Élément de référence [ISO 5459:2011]

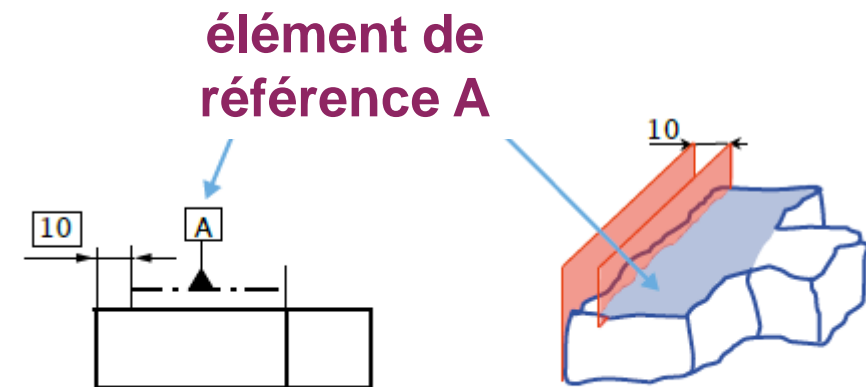
Un **élément de référence** est un élément intégral non idéal (arête, surface, trou, etc) utilisé pour établir une référence spécifiée. Un élément de référence peut être une surface complète ou une portion de cette surface, ou une entité dimensionnelle.

Surface intégrale réelle complète



élément de référence A

Portion de surface intégrale réelle

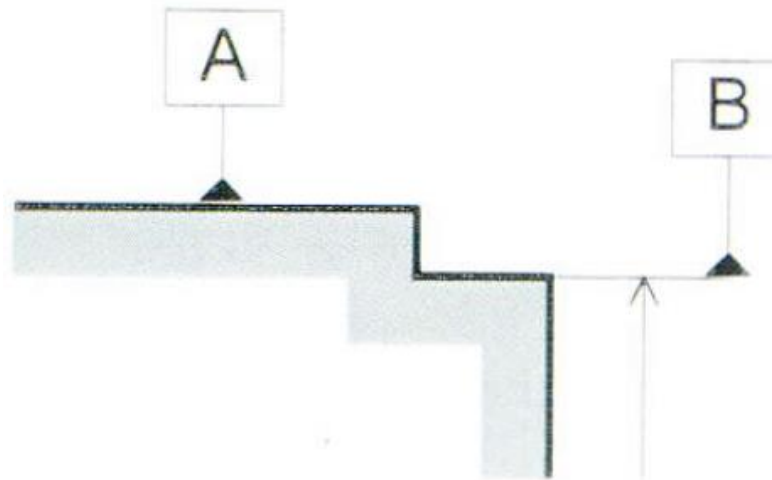


élément de référence A

Note : les éléments de référence étant sujet à des erreurs et à des écarts de fabrication, il peut être nécessaire, de leur attribuer des tolérances de forme.

Référence spécifiée est un élément intégral

- Le triangle de référence avec la lettre de référence doit être placé sur le contour de l'élément ou une ligne d'attache (mais clairement séparé d'une ligne de cote), si la référence spécifiée est la ligne ou la surface elle-même :

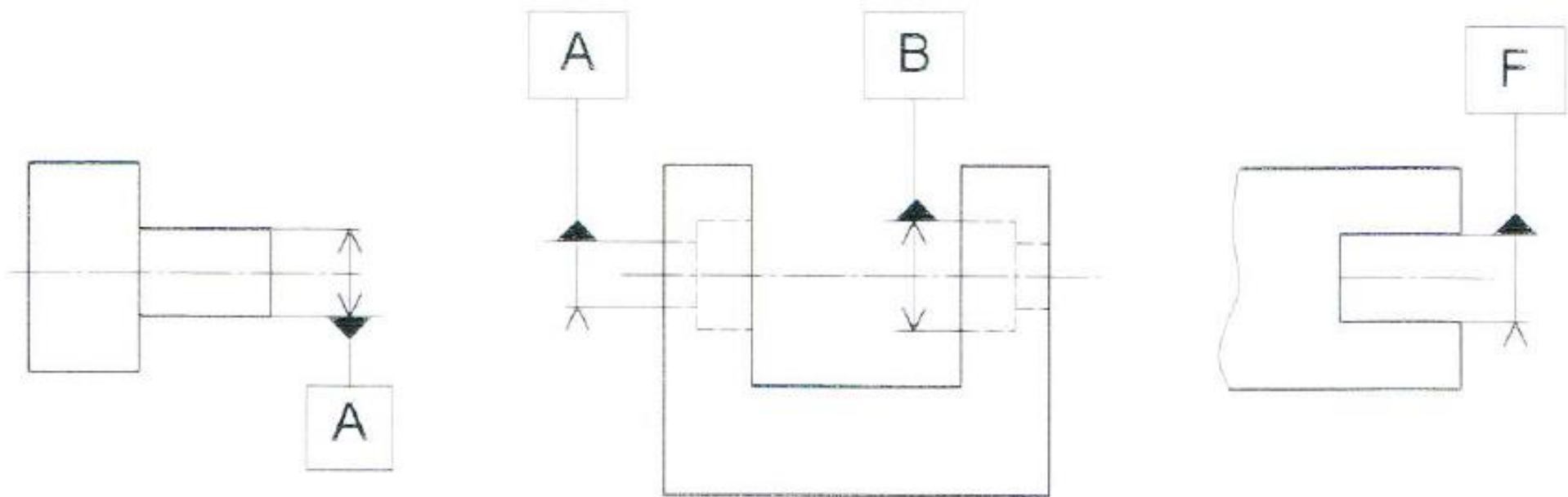


La désignation des éléments de référence obéit aux mêmes règles que celle des éléments tolérancés. Le triangle désigne l'élément concerné.

Référence spécifiée est un élément dérivé

- Le triangle de référence avec la lettre de référence doit être placé :
dans le prolongement de la ligne de cote lorsque la référence spécifiée est **l'axe, le plan médian ou le centre** de l'élément ainsi coté.

S'il n'y a pas assez de place pour deux flèches, l'une d'elle peut être remplacée par le triangle de référence.



Définitions

- ❑ **Référence spécifiée** : Forme géométrique théoriquement exacte (axes, plans, lignes droites, etc.) à laquelle se rapporte les éléments tolérancés. Des références différentes peuvent être basées sur un ou plusieurs éléments de référence de la pièce.
- ❑ **Système de références spécifiées** : Système consistant en un groupe de deux ou plusieurs références spécifiées séparées, utilisées comme élément de référence combinée pour un élément tolérancé.
- ❑ **Élément de référence** : Élément réel d'une pièce (arête, surface, trou, etc.), que l'on utilise pour déterminer la position d'une référence spécifiée. Note : les éléments de référence étant sujet à des erreurs et à des écarts de fabrication, il peut être nécessaire, ou indiqué, de leur attribuer des tolérances de forme.
- ❑ **Référence partielle** : Point, ligne ou zone limitée sur la pièce à usiner, qui doit être utilisé par rapport aux équipements de fabrication ou de contrôle, afin de définir les références spécifiées exigées et satisfaire aux besoins fonctionnels.
- ❑ **Élément de référence simulée** : Surface réelle, de forme adéquate et suffisamment précise (marbre, palier, mandrin, etc.), en contact avec le ou les éléments de référence et utilisée pour établir la ou les références spécifiées.

Règles d'association pour les contacts surfaciques [ISO 5459 :2011]

□ Règle 1 :

Les éléments associés sont de même nature que les éléments nominaux. Les caractéristiques intrinsèques des éléments associés aux éléments de référence peuvent être **théoriques exactes (DTE : dimension théorique exacte □)** ou **variables** selon les cas.

□ Règle 2 :

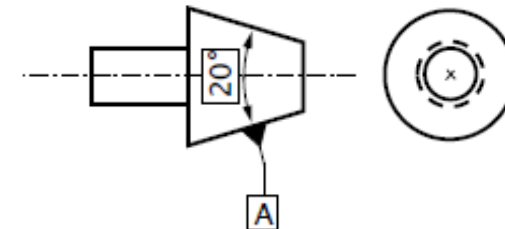
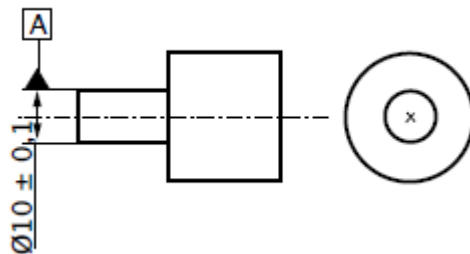
Si la surface considérée est non dimensionnelle : un plan, alors la surface associée est un plan.

□ Règle 3 :

Si la surface considérée est une entité dimensionnelle :

1. un cylindre de révolution, une sphère ou un biplan, alors la caractéristique intrinsèque de l'élément associé est **variable**.

2. un cône de révolution, alors la caractéristique intrinsèque de l'élément associé est **exacte**.



Règles d'association pour les contacts surfaciques [ISO 5459 :2011]

□ Règle 4 :

Cas de plusieurs surfaces considérées simultanément : référence spécifiée commune ou référence spécifiée simple construite sur une collection :



- Pour chaque élément constituant la collection, appliquer les règles 1 , 2 et 3
- Les caractéristiques intrinsèques introduites par la collection d'éléments sont **théoriques exactes en position et en orientation**

Exemple :

Collection constituée par un groupe de cylindres de révolution parallèles :

- Chaque élément de la collection est un élément simple dimensionnel.

Selon la règle 3, la caractéristique intrinsèque de l'élément associé est **variable**.

Les diamètres des différents cylindres associés varient simultanément.

- Selon la règle 4, la position relative des axes des cylindres est définie par de **dimensions théoriques exactes**.

Règles d'association pour les contacts surfaciques [ISO 5459 : 2011]

□ Règle 5 :

Cas de plusieurs surfaces considérées successivement : **système de références spécifiées ordonnées** :



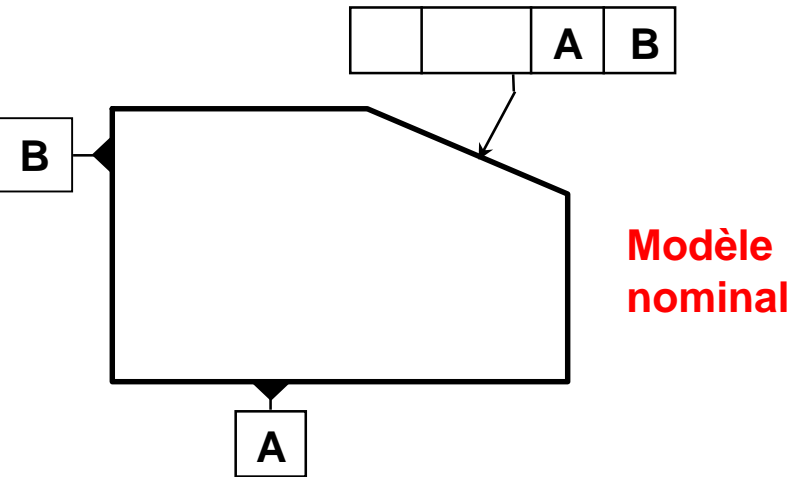
L'association des surfaces utilisées pour établir les systèmes de références spécifiées est réalisée successivement dans l'ordre défini par le système. **L'orientation relative entre les références spécifiées est théorique exacte mais la position relative ne l'est pas.**

□ Règle 6 : vraie jusqu'en 2017 si aucun modificateurs

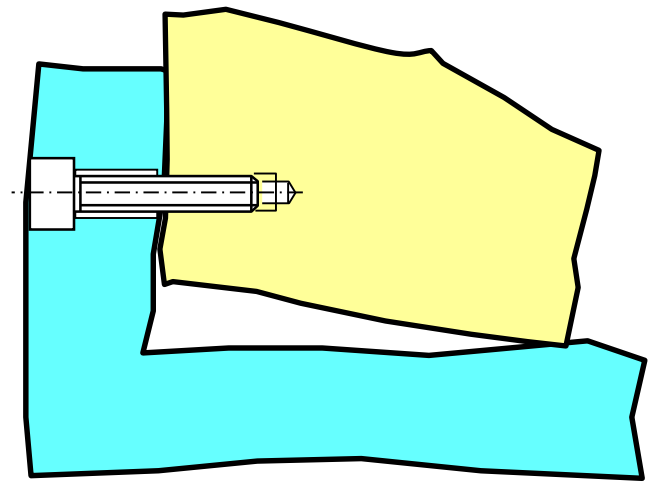
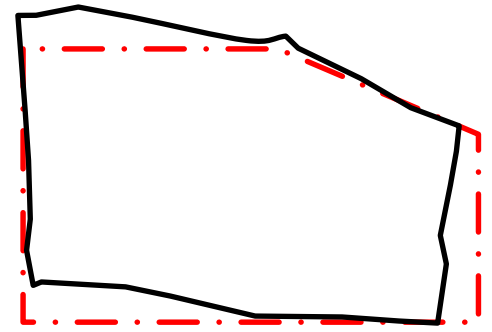
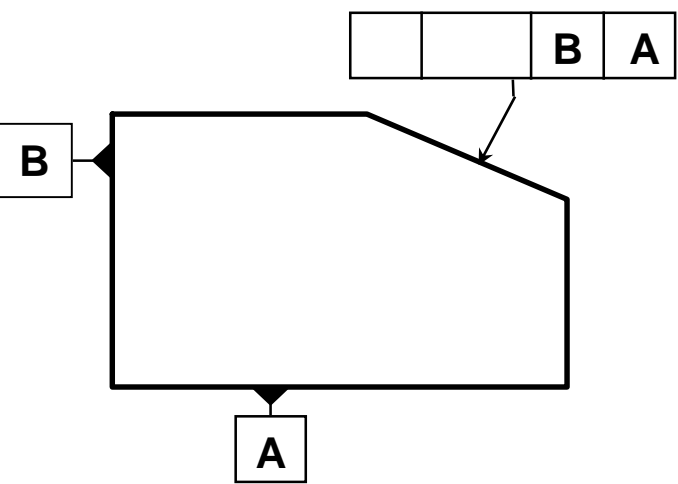
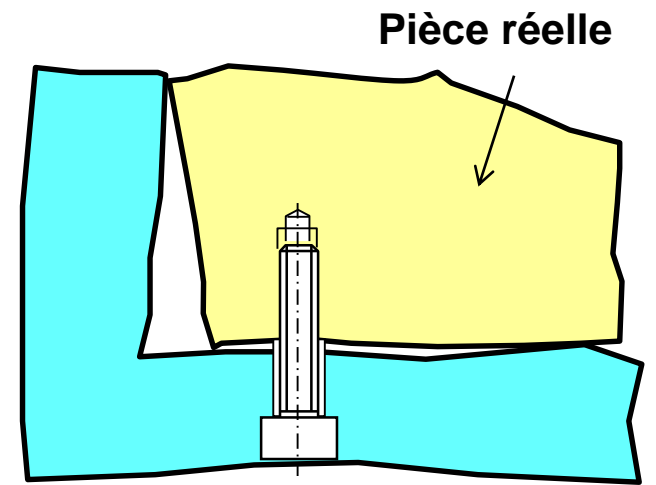
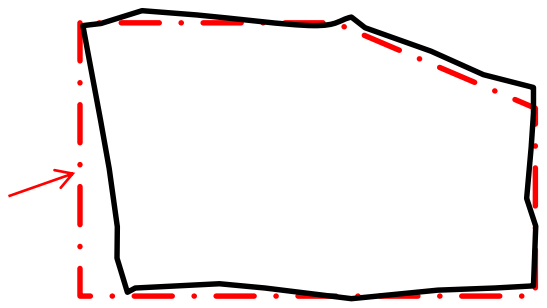
Dans tous les cas, l'élément associé :

- est tangent extérieur matière à l'élément intégral extrait,
- minimise la distance à l'élément intégral extrait.

Ordre des références



Modèle nominal



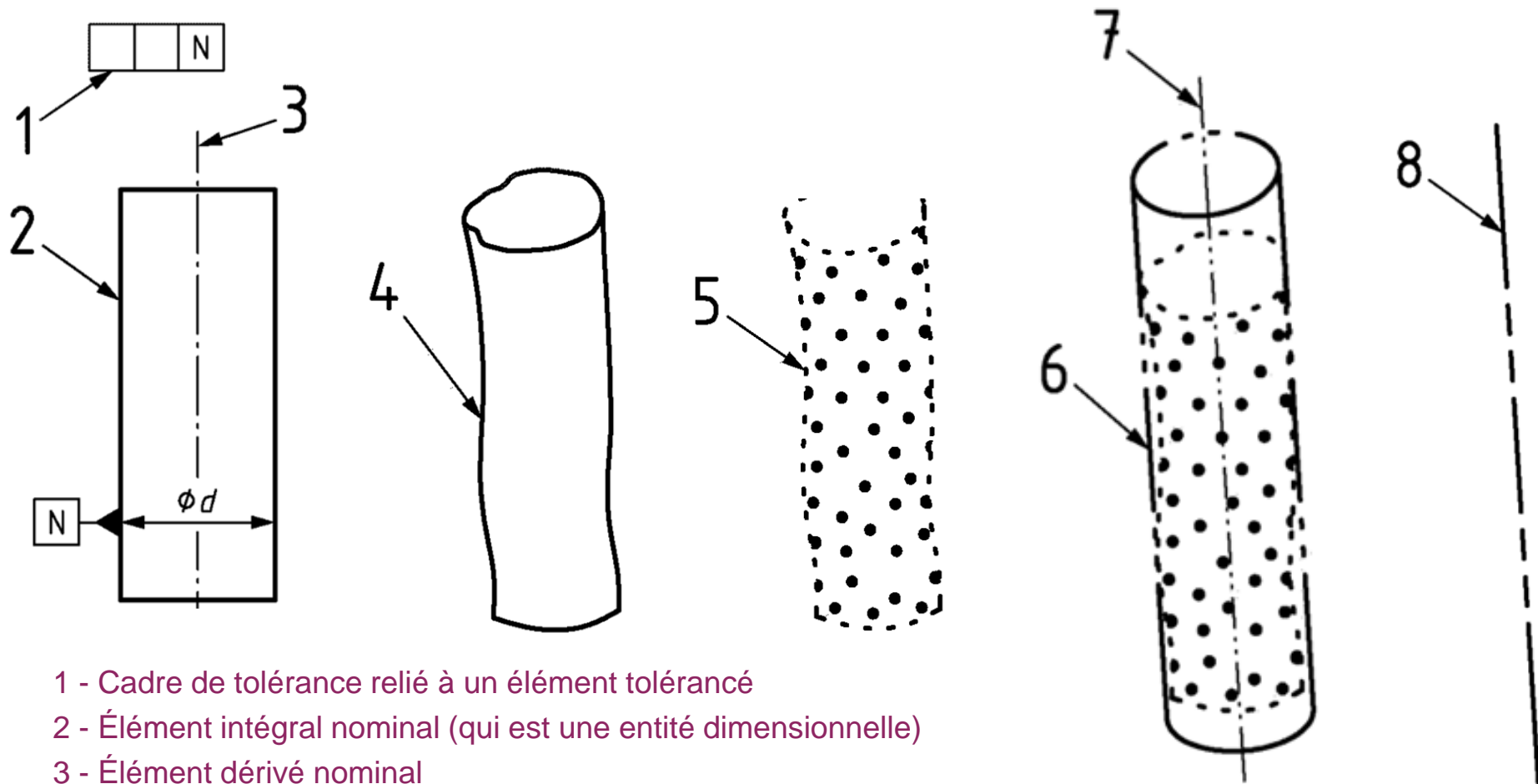
Element de situation [ISO 5459 : 2011]

- Un élément de situation est un élément géométrique parfait de type :
 - **POINT**
 - **DROITE**
 - **PLAN**

qui permet de définir la position et/ou l'orientation d'un élément.

Une référence spécifiée est constituée d'un ensemble d'éléments de situation

Illustration par un exemple



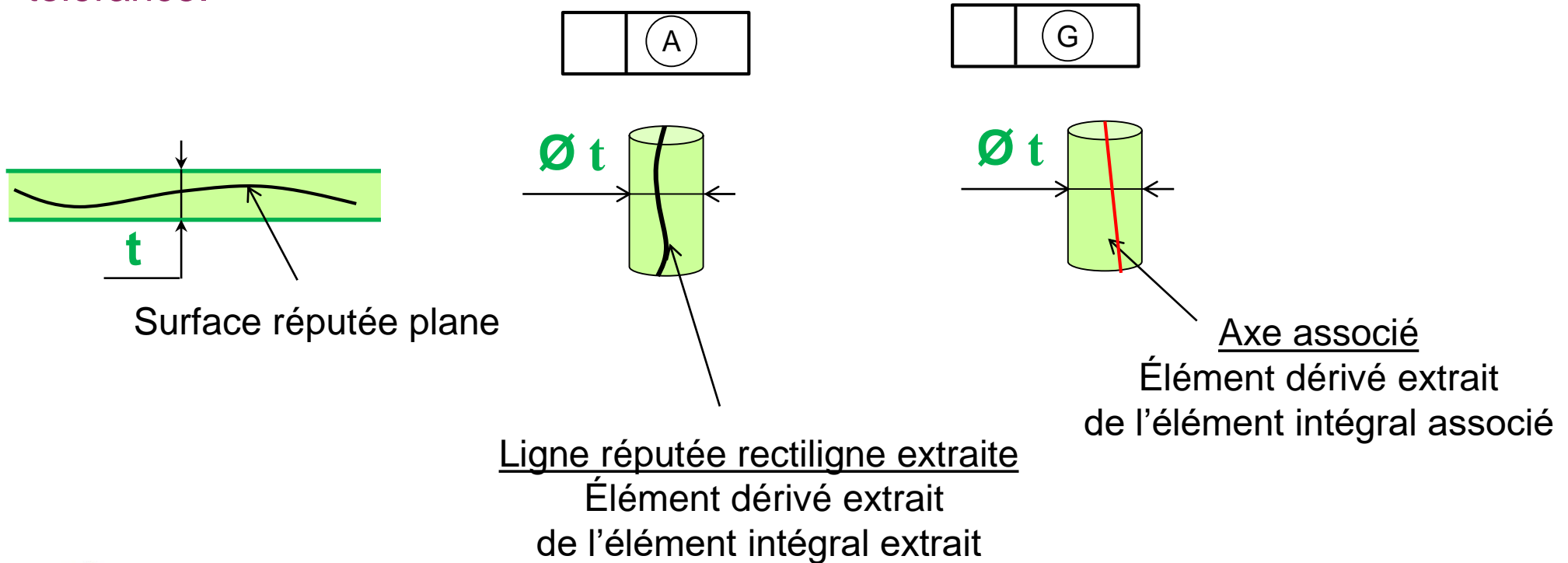
- 1 - Cadre de tolérance relié à un élément toléré
- 2 - Élément intégral nominal (qui est une entité dimensionnelle)
- 3 - Élément dérivé nominal
- 4 - Élément intégral réel (élément de référence dans ce cas-ci)
- 5 - Élément intégral extrait (facultatif)
- 6 - Élément intégral associé
- 7 - Élément dérivé de l'élément intégral associé
- 8 - Référence spécifiée simple (élément de situation de la surface associée)

Plan

- ❑ Contexte
- ❑ Introduction
- ❑ Définitions préliminaires
- ❑ Principe d'indépendance
- ❑ Exigences dimensionnelles
- ❑ Spécifications géométriques
- ❑ **Respect de la spécification**
- ❑ Aller plus loin
- ❑ Bibliographie

Validation de la spécification

- La spécification est vérifiée si l'élément tolérancé est contenu dans la zone de tolérance.



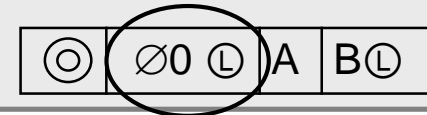
Quelques bonnes pratiques

- Code couleur très souvent utilisé :
 - les figures associées à un dessin de définition sont représentées en noir;
 - les constructions théoriques sont représentées en rouge;
 - les éléments réels sont représentés en bleu;
 - les zones de tolérances sont représentées en vert.

Plan

- ❑ Contexte
- ❑ Introduction
- ❑ Définitions préliminaires
- ❑ Principe d'indépendance
- ❑ Exigences dimensionnelles
- ❑ Spécifications géométriques
- ❑ Respect de la spécification
- ❑ **Aller plus loin**
- ❑ Bibliographie

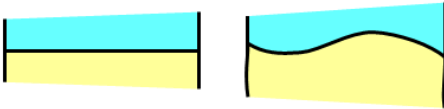
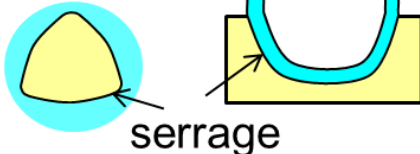

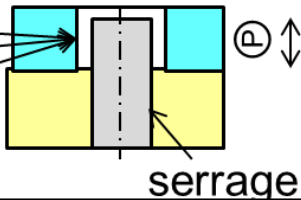
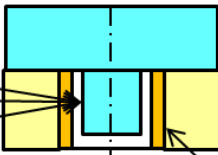
Bon emploi des modificateurs



	Fonctions	Exemples
Ⓐ Ligne réputée rectiligne ou surface médiane	Equilibrage d'un arbre, canalisation d'un flux d'air	
Ⓜ Maximum de matière	Montabilité	
Ⓛ Minimum de matière	Précision des liaisons avec jeu	
ⓐ Axe associé par les moindres carrés	Liaison avec serrage	
ⓑ Axe associé par les moindres carrés prolongé sur la plage ⓐ	Liaison avec serrage et porte-à-faux	

Bon emploi des critères sur les références



Fonctions	Critère	Exemples
Contact surfacique	[CE] Chebyshev (=minimax) [GE] Gauss	Extérieur matière  <i>plan</i> <i>Surface "plate"</i>
Contact ou assemblage avec serrage ou contraintes	[GM] moindres carrés moyen	 serrage
Liaison avec jeu	Ⓜ Jeu favorable Ⓛ Jeu défavorable	 jeu
Liaison avec le prolongement d'un pion serré	Ⓟ Serrage ∅t Ⓟ Jeu favorable ∅t ⓅⓁ Jeu défavorable	 serrage
Liaison avec une bague serrée	⊙ Serrage ∅t ⊙ Jeu favorable ∅t ⊙Ⓛ Jeu défavorable	 serrage

Exemple : position, orientation et forme

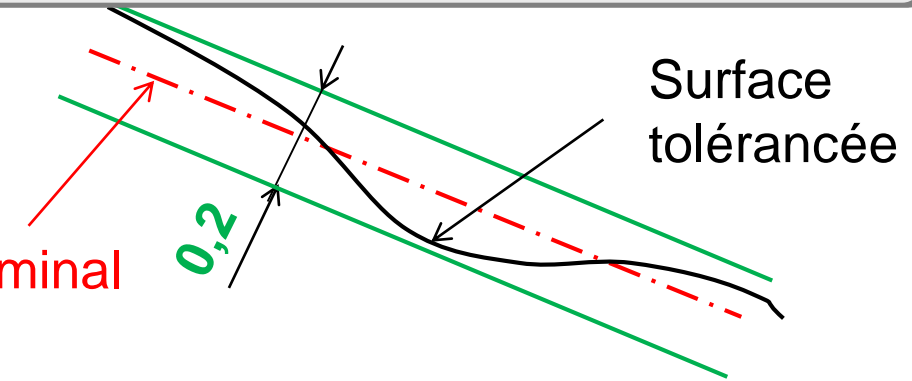
Localisation
Inclinaison
Planéité

\oplus	0,2	A	B
\sphericalangle	0,1	A	B
\square	0,02		

Position
Localisation

\oplus	0,2	A	B
----------	-----	---	---

Plan nominal

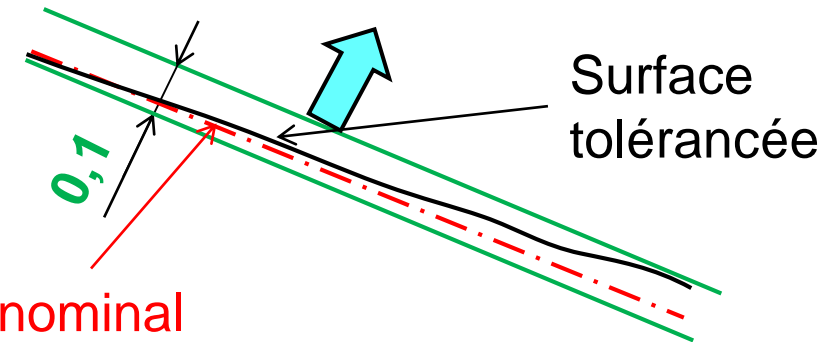


Orientation
Inclinaison

\sphericalangle	0,1	A	B
-------------------	-----	---	---

La zone est parallèle au nominal

Plan nominal



La zone est limitée par 2 plans distants de la tolérance.

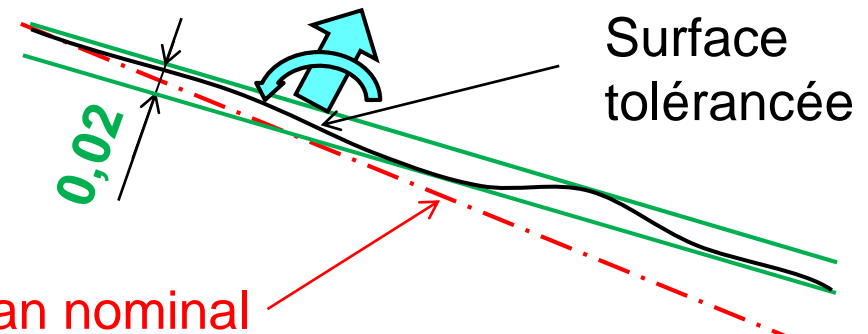
Forme

Planéité

\square	0,02
-----------	------

La zone est libre par rapport au nominal

Plan nominal



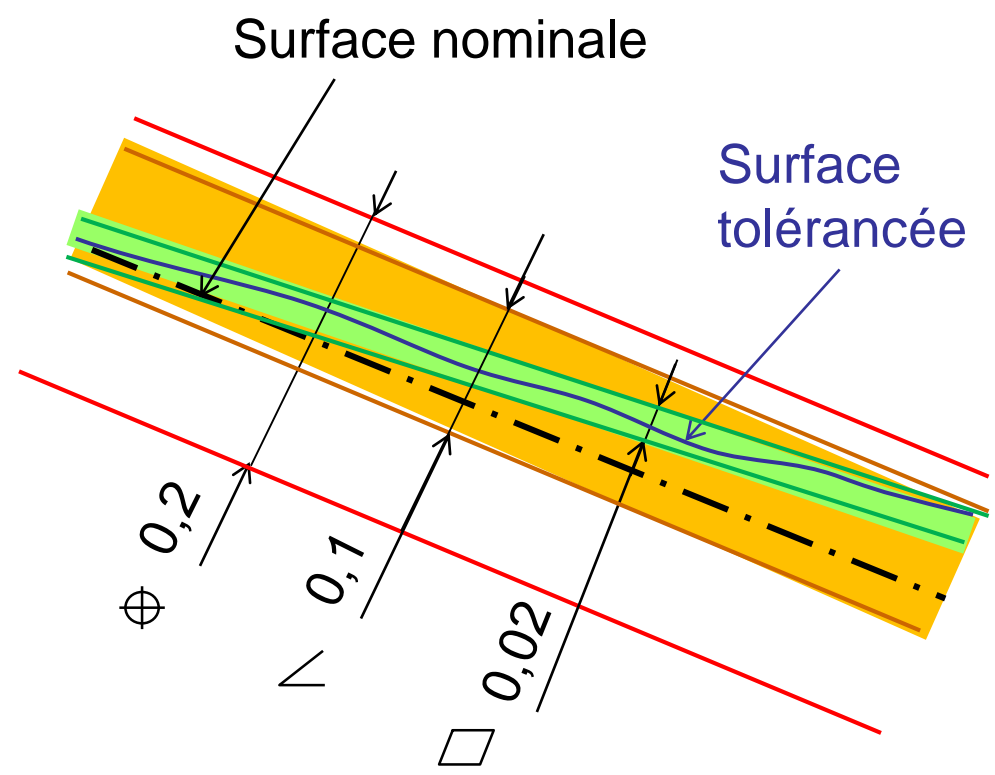
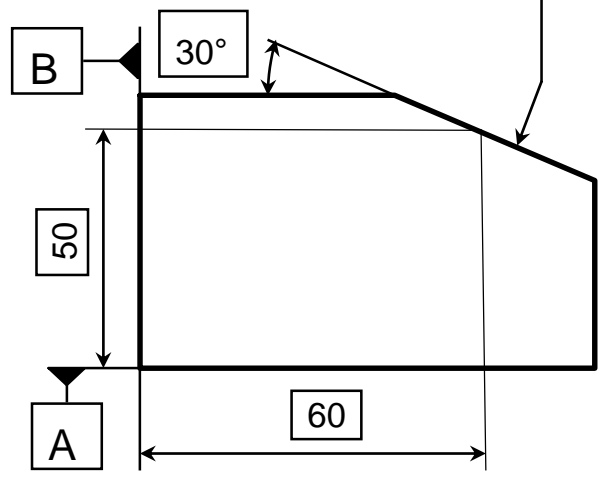
Position, orientation et forme

La zone de tolérance est limitée par 2 plans distants de la tolérance.

Position
Orientation
Forme

Localisation
Inclinaison
Planéité

\oplus	0,2	A	B
\sphericalangle	0,1	A	B
\square	0,02		



Large tolérance de position
Faible inclinaison
Bonne planéité

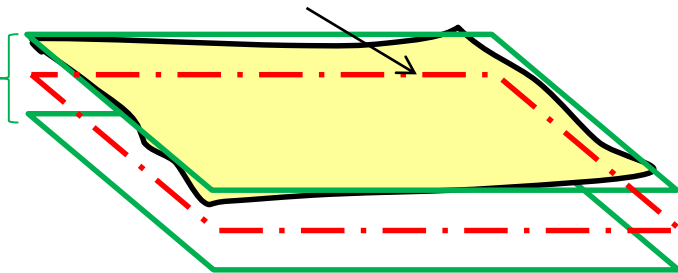
Défauts permis par une localisation

 \oplus 0,2 A B

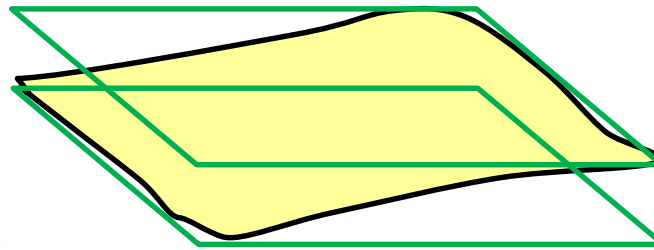
La surface réelle peut occuper toute la zone de tolérance

Zone de tolérance

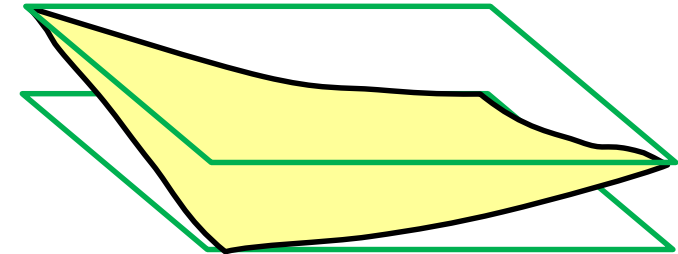
Surface nominale



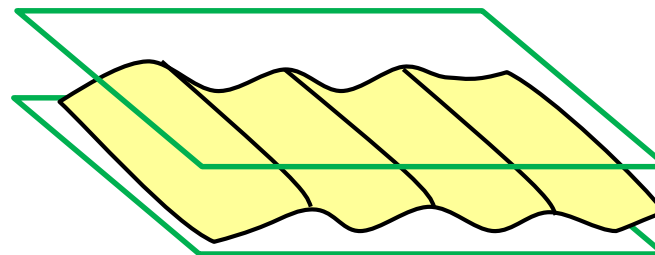
La surface est décalée par rapport au nominal



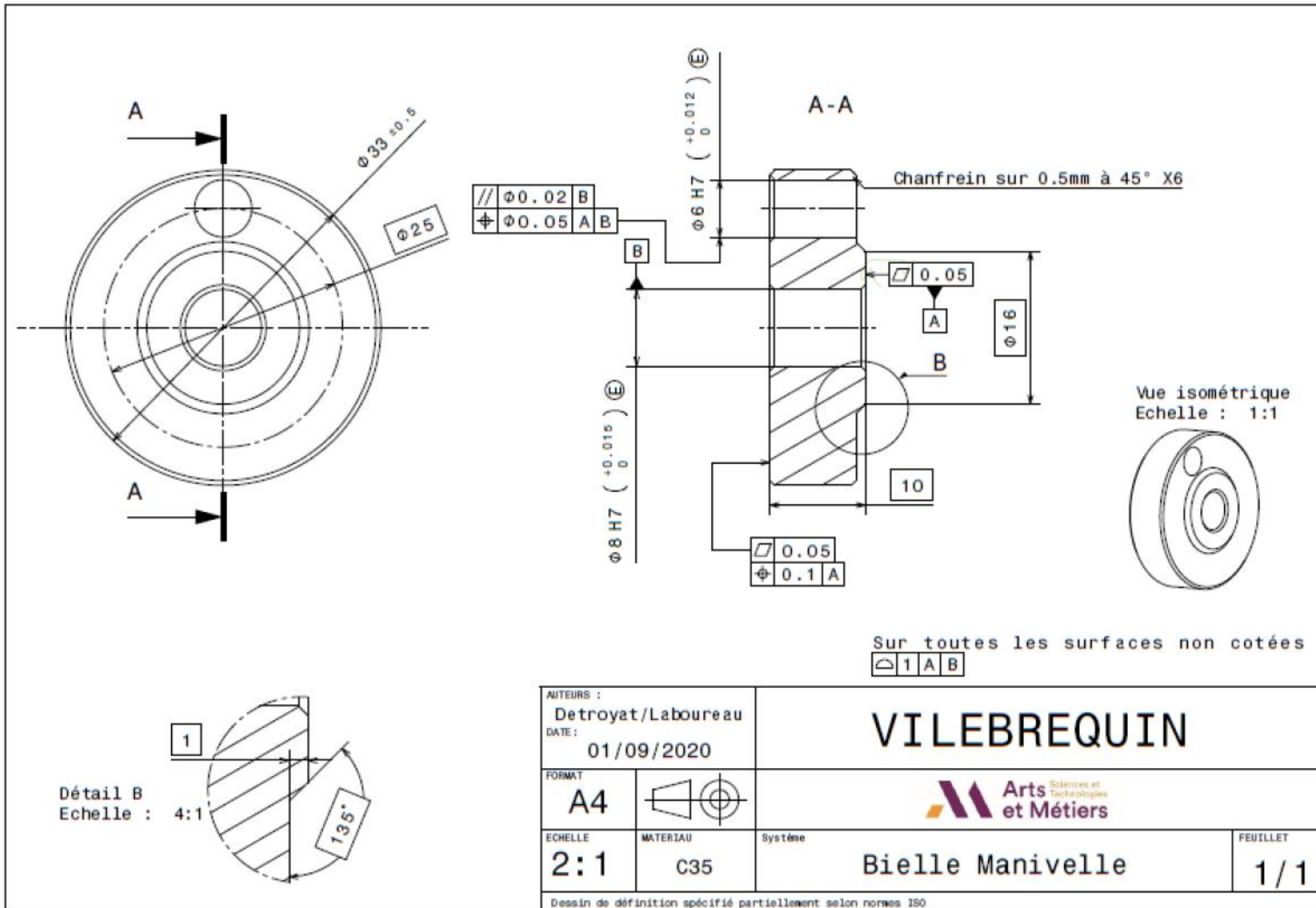
La surface est inclinée dans la zone de tolérance



La surface est voilée dans la zone de tolérance



La surface est ondulée dans la zone de tolérance



Fiche de décodage

Tolérance géométrique	Définition de la tolérance géométrique				
Symbole de la tolérance :	Éléments non idéaux extraits du « Skin modèle »		Éléments idéaux		
Type de tolérance Forme Position Orientation Battement 	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiées	Zone(s) de tolérance Ou Etat virtuel	
Condition de respect :	Unique Groupe	Unique Multiples	Simple Commune Système	Unique Groupe	Contraintes Orientation et/ou position par rapport à RS ou SRS
<p>Schéma extrait du dessin de définition</p>					

Fiche de décodage

Tolérance géométrique	Définition de la tolérance géométrique				
Symbole de la tolérance :	Éléments non idéaux extraits du « Skin modèle »		Éléments idéaux		
Type de tolérance Forme Position Orientation Battement 	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiées	Zone(s) de tolérance Ou Etat virtuel	
Condition de respect :	Unique Groupe	Unique Multiples	Simple Commune Système	Unique Groupe	Contraintes Orientation et/ou position par rapport à RS ou SRS
<p>Schéma extrait du dessin de définition</p>					

Plan

- ❑ Contexte
- ❑ Introduction
- ❑ Définitions préliminaires
- ❑ Principe d'indépendance
- ❑ Exigences dimensionnelles
- ❑ Spécifications géométriques
- ❑ Respect de la spécification
- ❑ Aller plus loin
- ❑ **Bibliographie**

Bibliographie

- Cotation ISO GPS, ENS Paris-Saclay, Bernard Anselmetti
- Tolérancement ISO GPS, ENS Paris-Saclay, Jacques Dufailly et Michel Poss
- Mémento des spécifications géométriques des produits, les normes ISO-GPS, Afnor, Frédéric Charpentier
- Skin model, ENS Paris-Saclay, Luc Mathieu
- Modèles géométriques pour la maîtrise des spécifications en conception du couple produit-process, ENS Paris-Saclay, Pierre Bourdet
- ISO 128-24:1999, Dessins techniques — Principes généraux de représentation — Partie 24: Traits utilisés pour les dessins industriels
- ISO 1660, Dessins techniques — Cotation et tolérancement des profils
- ISO 5992:2014, Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique - Exigence du maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et exigence de réciprocité (RPR)
- ISO 5458, Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique - Tolérancement de localisation
- ISO 5459, Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Références spécifiées et systèmes de références spécifiées
- ISO 8015:2011, Spécification géométrique des produits (GPS) — Principes fondamentaux — Concepts, principes et règles
- ISO 10579:2010, Spécification géométrique des produits (GPS) — Cotation et tolérancement — Pièces non rigides
- ISO 13715, Dessins techniques — Arêtes de forme non définie — Vocabulaire et indications sur les dessins
- ISO 16610 (toutes les parties), Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage
- ISO 17450-1:2011, Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 1: Modèle pour la spécification et la vérification géométriques
- ISO 17450-2, Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 2: Principes de base, spécifications, opérateurs, incertitudes et ambiguïtés
- ISO 17450-3, Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 3: Éléments tolérancés
- ISO 22432:2012, Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments utilisés en spécification et vérification
- ISO 25378:2011, Spécification géométrique des produits — Caractéristiques et conditions — Définitions

Merci de votre attention. Avez-vous des questions ?

*Merci Jacques Dufailly et Michel Poss
et aux Profs Pierre Bourdet, Bernard Anselmetti, Luc Mathieu
Tous experts ISO GPS, et membres des comités de normalisation et/ou formateurs entreprises*

Fabien VIPREY, Maître de conférences – Équipe UGV

fabien.viprey@ensam.eu