

## 7.19. Exemples de mesure sur MMT : Logiciel César version 3.0

REALMECA  
CEDIL



M<sub>MT</sub>

### 7.19.1. Présentation du logiciel

Ce logiciel a été conçu pour automatiser le mesurage des pièces. La suite des opérations élémentaires de palpation, de construction d'éléments, calculs de position, etc. est définie dans un programme constitué de lignes.

Un langage simple constitué d'instructions codées par des mnémoniques est utilisé pour définir les opérations élémentaires de mesurage.

Les éléments palpés ou construits sont représentés par des identificateurs.

La structure des programmes est séquentielle mais lors de l'exécution, il est possible d'aller rechercher à n'importe quelle ligne de programme.

Le logiciel comporte un éditeur et divers utilitaires pour écrire, modifier et gérer les programmes pièces.

Son menu général est le suivant :

1. Exécution d'un programme
2. Certificat de mesures
3. Impression d'un programme
5. Modification d'un programme
6. Liste des programmes pièces
7. Sauvegarde du programme courant
8. Suppression d'un programme
9. Gestion des programmes pièces
- A. Exécution en mode immédiat

### 7.19.2. Caractéristiques

- Mémorisation de 24 programmes de mesures exécutables.
- Mémorisation de 50 éléments géométriques de chaque type (PTO à PT48; DRO à DR49...).
- Nombre maximal de points palpables par surface égal à 30.
- Possibilité de stocker sur disquette ou disque dur.
- Pour tous les éléments palpés, l'association d'une surface géométrique à un nuage de points est faite par la méthode mathématique utilisant le critère d'optimisation des moindres carrés des distances.
- En l'absence d'un repère lié à la pièce, les opérations de mesurage sont définies dans le repère machine qui est initialisé au départ.
- Le palpeur utilisé peut être à une branche ou à plusieurs branches, une procédure permet d'initialiser toutes les branches et une mnémonique les identifie.

**Remarque :** Une version 4.0. de César est aujourd'hui commercialisée

## 7.19.3. Instructions de programmation

- Eléments géométriques élémentaires

	Point	Droite	Cercle	Plan	Cylindre	Cône	Sphère
Identificateur	PT	DR	CE	PL	CY	CN	SP

**Remarque** : l'identificateur sera suivi d'un chiffre de 0 à 49 pour différencier les identificateurs de même type.

- Instructions, mnémoniques et exemples d'écriture

Eléments géométriques palpés		
Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Point palpé	POINT	POINT/PT1/
Droite palpée par "N" points	DRNPT	DRNPT/DR2/
Cercle palpé par "N" points	CENPT	CENPT/CE3/
Plan palpé par "N" points	PLNPT	PLNPT/PL4/
Cylindre palpé par "N" points	CYNPT	CYNPT/CY5/
Cône palpé par "N" points	CNNPT	CNNPT/CN6/
Sphère palpée par "N" points	SPNPT	SPNPT/SP7/

Eléments géométriques construits			
	Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Point	Point construit de coordonnées X,Y,Z, (X = ±999.999)	PTXYZ	PTXYZ/PTO;X=10; Y=9,5; Z=7/
	Point construit centre d'un cercle	PTCCE	PTCCE/PT1;CE2/
	Point construit centre d'une sphère	PTSPH	PTSPH/PT2;SP3/
	Point construit moyen entre deux points	PM2PT	PM2PT/PT3;PT4;PT5
	Point construit projection d'un point sur un plan	PTPRO	PTPRO/PT6;PT7;PL1/
	Point construit intersection de deux droites coplanaires	PT2DR	PT2DR/PT8;DR1;DR2/
	Point construit intersection de 3 plans	PT3PL	PT3PL/PT9;PL2; PL3;PL4/
	Point construit intersection d'une droite et d'un plan	PDRPL	PDRPL/PT10;DR3;PL5/
	Point construit sommet d'un cône	PTCNE	PTCNE/PT11;CN1/
Droite	Droite construite passant par deux points	DRCNT	DRCNT/DR1;PT1;PT2/
	Droite construite axe d'un cylindre	DRCYL	DRCYL/DR2;CY1/
	Droite construite axe d'un cône	DRCNE	DRCNE/DR3;CN1/
	Droite construite intersection de deux plans	DR2PL	DR2PL/DR4;PL1;PL2/
	Droite construite passant par un point et perpendiculaire à un plan	DRPPL	DRPPL/DR5;PT3;PL3/
	Droite construite médiane, ou bissectrice, entre deux droites (signe + donne la bissectrice de l'angle aigu, signe - donne la bissectrice de l'angle obtus).	DM2DR	DM2DR/DR6;DR7;DR8;+/

# Exemples de mesure sur MMT : logiciel César version 3.0 (suite)

REALMEÇA  
CEDIIL



MMT

## Instructions de programmation (suite)

	Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Droite	Droite construite projection d'une droite sur un plan de projection	DRPRO	DRPRO/DR1; DR2/
	Droite construite projetée passant par deux points	DRPRO	DRPRO/DR3; PT1; PT2/
	Droite construite projetée passant par un point et le centre d'un cercle	DRPRO	DRPRO/DR4; PT3; CE1
	Droite construite projetée passant par deux centres de cercles	DRPRO	DRPRO/DR5; CE2; CE3/
	Droite construite projetée passant par un cercle et un point	DRPRO	DRPRO/ DR6; CE4; PT4/
	Droite construite projetée passant par un point et formant un angle donné avec l'axe des abscisses du plan projection (angle = $\pm 360$ degrés)	DRPRO	DRPRO/DR7;PT5; ANG= 44.5/
	Droite construite projetée passant par un cercle et formant un angle donné avec l'axe des abscisses du plan de projection	DRPRO	DRPRO/DR8; CE5; ANG= 24.995/
Plan	Plan construit par trois points	PLCNT	PLCNT/PLO; PT1; PT2; PT3/
	Plan construit par un point et une droite	PLPDR	PLPDR/PL1; PT4; DR1/
	Plan construit médian ou bissecteur entre deux plans	PL2PL	PL2PL/PL2;PL3; PL4. +/
	Plan construit par un point et parallèle à un plan	PLPAR	PLPAR/PL5; PT5; PL6/
	Plan construit, plan de jauge d'un cône sur un diamètre donné (DIA = 0 à 999.999)	PLJCN	PLJCN/PL7; CN1; DIA= 10.5/
Cercle	Cercle construit par trois points	CECNT	CECNT/CE1; PT1; PT2; PT3/

## Spécifications de distance

	Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
	Distance entre deux points	DI2PT	DI2PT/PT1; PT2/
	Distance entre un point et une droite	DIPDR	DIPDR/PT3;DR1/
	Distance entre le centre d'un cercle et une droite	DICDR	DICDR/CE1;DR2/
	Distance entre un point et un plan	DIPPL	DIPPL/PT4;PL1/
	Distance entre deux droites	DI2DR	DI2DR/DR3; DR4/
	Distance entre deux centres de cercles	DI2CE	DI2CE/CE2;CE3/

## Spécifications de position, d'orientation, de battement

	Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Position	Concentricité de deux cercles (TOL = 0 à 2)	CONCT	CONCT/CE1;CE2; TOL = 0,05/
	Coaxialité(TOL = 0 à 2)	COAXE	COAXE/CY1;CY2; TOL= 0,5/
	Localisation d'un point ou du centre d'un cercle (ABS et ORD sont les coordonnées du point théorique)	LOCAL	LOCALCE3;ABS=15; ORD=+10;TOL=0,3/
Orientation	Parallélisme entre deux droites ou plan (TOL = 0 à 2)	PARAL	PARAL/DR1;PL1;TOL=1/
	Perpendicularité entre droites ou plans	PERPE	PERPE/DR2;PL2;TOL=0,5/
	Détermination de l'angle compris entre des droites ou des plans	ANGLE	ANGLE/DR3;DR4;+/
Batt.	Battement total radial (TOL = 0 à 2)	BTRAD	BTRAD/CY1;CY2;TOL=0,5/
	Battement total axial (TOL = 0 à 2)	BTAXE	BTAXE/PL1;CY3;TOL=0,6/

## Instructions de programmation (suite)

### Définition du repère pièce

Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Choix du plan de projection XY, YZ ou ZX	PLPRO	PLPRO/YZ/
Définition de l'axe "Z" du repère lié à la pièce et, par réciprocity, du plan "XY"	REFER	RERER/PL1;-/
Définition de l'axe "X" du repère lié à la pièce	DRREF	DRREF/DR1;+/ PTORI/PT1/ RAPEL/CY1/
Définition du point origine du repère lié à la pièce	PTORI	
Rappel, dans le nouveau repère, d'un élément géométrique mémorisé dans un repère précédent	RAPEL	

### Qualification des palpeurs

Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Entrée d'une valeur pour un palpeur de diamètre connu compris entre 0 et 9.999	DIAPA	DIAPA/PA2= 9.003/
Définition du diamètre d'un palpeur par palpation de la sphère d'étalonnage, de 4 à 30 points	DIAPA	DIAPA/PA3/
Définition de la position d'un palpeur par palpation de la sphère d'étalonnage	POSPA	POSPA/PA4/
Rappel du palpeur à utiliser	PALPE	PALPE/PA2/

### Instructions annexes

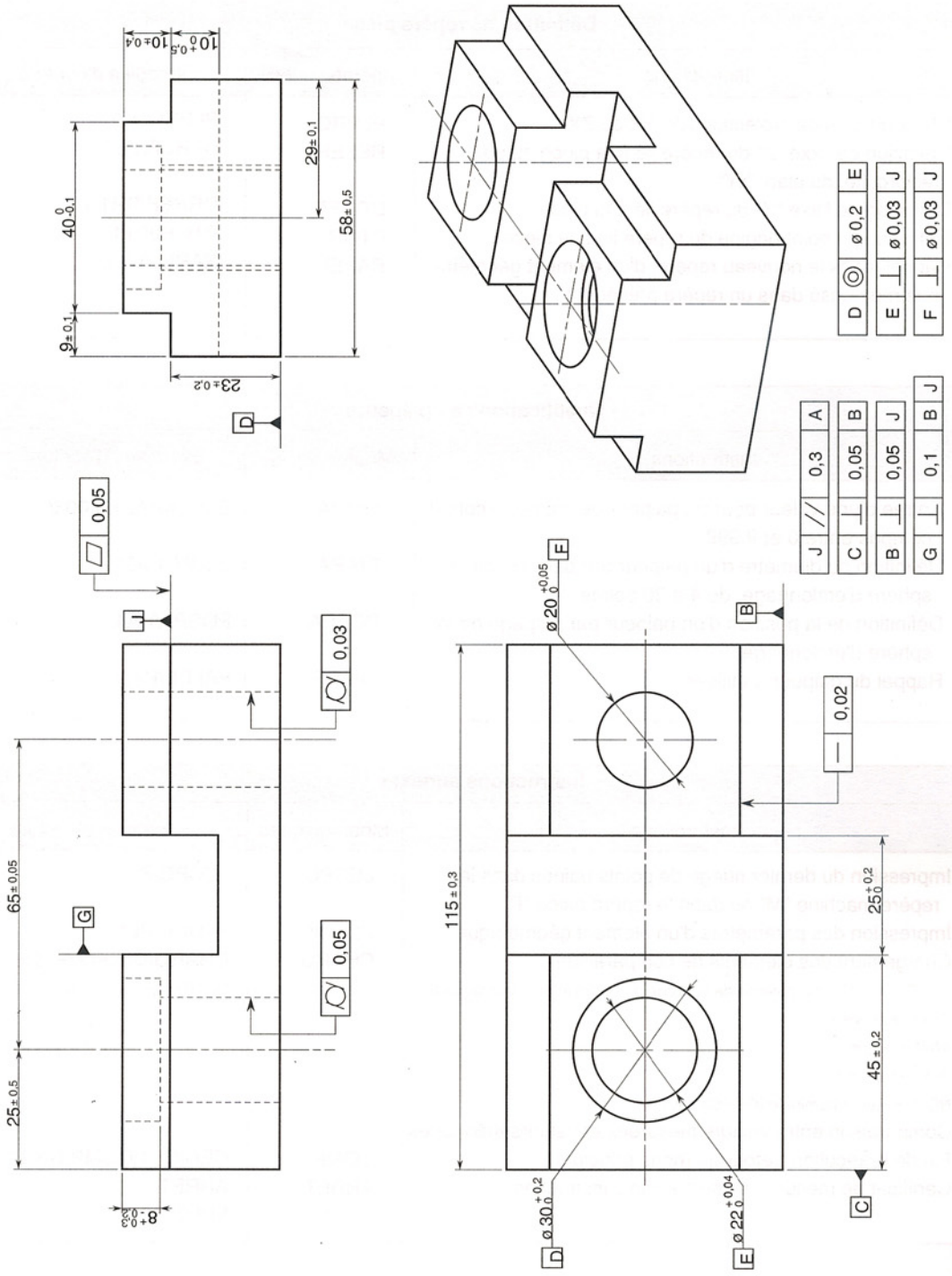
Instructions	Mnémoniques	Exemples d'écriture
Impression du dernier nuage de points palpés dans le repère machine "M" ou dans le repère pièce "P"	LECPO	LECPO/P/
Impression des paramètres d'un élément géométrique	PLUCK	PLUCK/PL1/
Chargement des éléments de comparaison	CHARG	CHARG/DIA;NOM= 43.5; EI = 0.015; ES = 0.08/
- $1 \leq EI \leq 0.999$ , EI = position de la borne de l'écart inférieur et supérieur DIS = distance ANG = angle DIA = Diamètre NOM = valeur nominale (0 à 999.999)		
Comparaison entre valeurs mesurées et valeurs théoriques	COMP	CEN/CE1;COMP;DIA1/*
Fin de l'exécution, retour au menu principal	ARRET	ARRET/
Certificat de mesure : signe * en fin d'instruction	*	SPNT/SP1/*

# 7.20. Exemples de mesure sur MMT : utilisation du logiciel César version 3.0

REALMECA  
CEDIIL



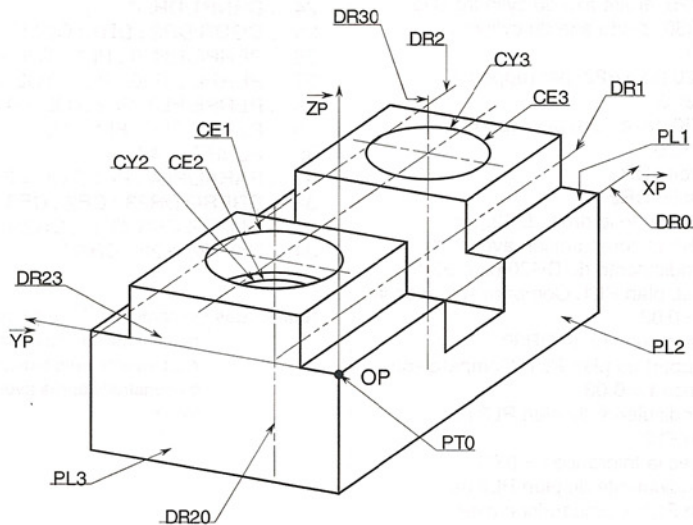
## 7.20.1. Dessin de définition



## 7.20.2. Spécifications à mesurer

- Les alésages  $\varnothing 30, \varnothing 22$  et  $\varnothing 20$  en tant que cercles.
- La concentricité des cercles  $\varnothing 30$  et  $\varnothing 22$ .
- L'entraxe des cercles  $\varnothing 22$  et  $\varnothing 20$  et le comparer à la valeur indiquée sur le dessin, soit  $65 \pm^{0,05}$ .
- Les alésages  $\varnothing 22$  et  $\varnothing 20$  en tant que cylindres.
- La distance des axes des alésages  $\varnothing 22$  et  $\varnothing 20$ . Nous demanderons ici 2 distances car a priori ces axes ne sont pas parallèles.
- La largeur du tenon que l'on comparera à la valeur indiquée sur le dessin, soit  $40^{0,0,1}$ .
- La perpendicularité des axes des alésages  $\varnothing 22$  et  $\varnothing 20$  par rapport au plan repéré J sur le dessin de définition.
- La perpendicularité du plan C par rapport au plan B.
- La perpendicularité du plan B par rapport au plan J.
- La position du plan supérieur de la pièce (cote  $10 \pm^{0,4}$  / plan J).
- La position du plan supérieur par rapport au plan J.
- Le défaut de symétrie de l'axe passant par les centres des cercles  $\varnothing 22$  et  $\varnothing 20$  par rapport à l'axe du tenon. Cette spécification n'est pas demandée, elle est traitée à titre indicatif.

## 7.20.3. Repérage des surfaces (identificateur et repère pièce)



DR 3 —> Droite axe du tenon

DR 23 —> Droite passant par les centres des cercles CE2 et CE3

Repère pièce : le repère lié à la pièce ( $PT0, \vec{X}_p, \vec{Y}_p; \vec{Z}_p$ ) est défini par :

- La direction principale  $\vec{Z}_p$  perpendiculaire à PL1
- La direction secondaire  $\vec{X}_p$  parallèle à DR0. Cette droite est l'intersection des plans PL1 et PL2.
- Le point origine placé au point PT0.

# Exemples de mesure sur MMT : utilisation du logiciel César version 3.0 (suite)

REALMECA  
CEDIIL



MMT

## 7.20.4. Algorithme du programme de mesure

- 1 . Chargement de la valeur théorique  $65 \pm^{0.05}$
- 2 . Chargement de la valeur théorique  $40^{0.1}$
- 3 . Utilisation du palpeur n° 1 de diamètre 1,99 mm
- 4 . Palpage du plan PL1
- 5 . Palpage du plan PL2
- 6 . Palpage du plan PL3
- 7 . Construction de la droite DR0 intersection des plans PL1 et PL2
- 9 . Définition de la direction principale  $\vec{Z}_p$  du repère pièce - PL1 :
- 10 . Définition de la direction secondaire  $\vec{X}_p$  du repère pièce - DR0 :
- 11 . Définition du point origine en PT0
- 12 . Palpage du cercle CE1
- 13 . Palpage du cercle CE2
- 14 . Palpage du cercle CE3
- 15 . Calcul du défaut de concentricité entre les cercles CE1 et CE2. Comparaison avec la tolérance  $t = 0.2$
- 16 . Entraxe des cercles CE2 et CE3. Comparaison avec  $65 \pm^{0.05}$
- 17 . Palpage du cylindre CY2
- 18 . Palpage du cylindre CY3
- 19 . Définition de DR20, droite axe du cylindre CY2
- 20 . Définition de DR30, droite axe du cylindre CY  $\varnothing 22$  et  $\varnothing 20$
- 21 . Distance de DR20 (axe  $\varnothing 22$ ) par rapport à DR30 (axe  $\varnothing 20$ )
- 22 . Distance de DR30 (axe  $\varnothing 20$ ) par rapport à DR20 (axe  $\varnothing 22$ )
- 23 . Palpage de la droite DR1
- 24 . Palpage de la droite DR2
- 25 . Calcul de la distance de la droite DR2 par rapport à DR1 et comparaison avec  $40^0$
- 26 . Défaut de perpendicularité de DR20 (axe  $\varnothing 22$ ) par rapport au plan PL1. Comparaison avec la tolérance  $t = 0,03$
- 27 . Défaut de perpendicularité de DR30 (axe  $\varnothing 20$ ) par rapport au plan PL1. Comparaison avec la tolérance  $t = 0.03$
- 28 . Défaut de perpendicularité du plan PL3 par rapport au plan PL2. Comparaison avec la tolérance  $t = 0.05$
- 29 . Défaut de perpendicularité du plan PL2 par rapport au plan PL1. Comparaison avec la tolérance  $t = 0.05$
- 30 . Palpage du plan PL4
- 31 . Construction de la droite DR23 passant par les centres des cercles CE2 et CE3
- 32 . Construction de la droite DR3 axe du tenon largeur 40
- 33 . Expression du défaut de symétrie par le calcul de la distance de la droite DR23 à la droite DR3

**Remarque :** les étapes 21 et 22 du programme de mesure ne donneront pas systématiquement le même résultat. En effet, la distance de 2 droites n'existe pas et le logiciel donne une approximation en calculant la distance d'un point de la première droite à la deuxième.

## 7.20.5. Codage de l'algorithme

- 1 . CHARG/DIS1 ; NOM = 65; EI = - 0.05 ; ES = 0.05/
- 2 . CHARG/DIS2 ; NOM = 40 ; EI = - 0.1 ; ES = 0/
- 3 . DIAPA/PAI = 1,99/
- 4 . PLNPT/PL1/
- 5 . PLNPT/PL2/
- 6 . PLNPT/PL3/
- 7 . DR2PL/DR0 ; PL1 ; PL2 ; PL3/
- 9 . REFER/PL1 ; /
- 10 . DDRREF/DR0 ; +/
- 11 . PTORI/PT0/
- 12 . CENPT/CE1/\*
- 13 . CENPT/CE2/\*
- 14 . CENPT/CE3/\*
- 15 . CONCT/CE1 ; CE2 ; TOL -0.2/\*
- 16 . DI2CE/CE2 ; CE3 ; COMP ; DIS1/\*
- 17 . CYNPT/CY2/\*
- 18 . CYNPT/CY3/\*
- 19 . DRCYL/DR20 ; CY2
- 20 . DRCYL/DR30 ; CY3/
- 21 . DI2DR/DR20 ; DR30/\*
- 22 . DI2DR/DR30 ; DR20/\*
- 23 . DRNPT/DR1/\*
- 24 . DRNPT/DR2/\*
- 25 . DI2DR/DR2 ; DR1 ; COMP ; DIS2/\*
- 26 . PERPE/DR20 ; PL1 ; TOL = 0.03/\*
- 27 . PERPE/DR30 ; PL1 ; TOL = 0.03/\*
- 28 . PERPE/PL3 ; PL2 ; TOL = 0.05/\*
- 29 . PERPE/PL2 ; PL1 ; TOL = 0.05/\*
- 30 . PLNPT/PL4/\*
- 31 . PARAL/PL4 ; PL1 ; TOL = 2/\*
- 32 . DRPRO/DR23 ; CE2 ; CE3/
- 33 . DM2DR/DR3 ; DR1 ; DR2 ; +/
- 34 . DI2DR/DR23 ; DR3/\*

**Remarques :** le caractère \*\*1 en fin de phrase indique que le résultat est conservé dans le certificat de mesures. Les éléments bidimensionnels sont palpés ou construits après avoir défini le repère lié à la pièce.