

BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception des processus de réalisation de produits

Épreuve E4 conception préliminaire

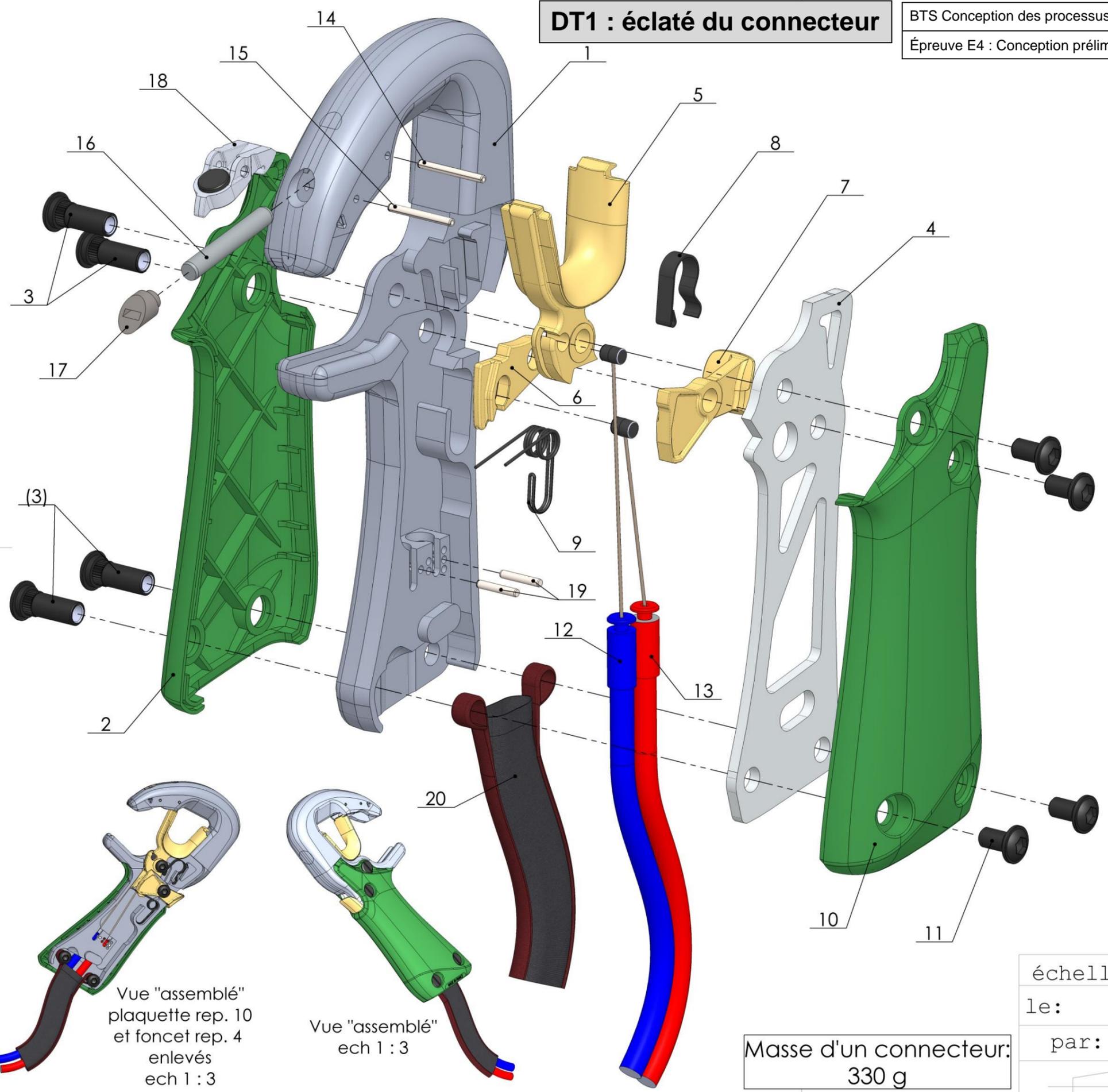
Session 2023

Coefficient 6 – Durée 6 heures

DOSSIER TECHNIQUE

- DT1 : éclaté du connecteur page 18
- DT2 : fonctionnement de la longe page 19
- DT3 : graphe de montage phase 20 page 20
- DT4 : diagramme partiel des exigences page 21
- DT5 : insert – Réalisation par EEE ou Fraisage page 22
- DT6 : insert – Procédé PECM page 23
- DT7 : définition du carter 21 (feuille 1/2) page 24
- DT8 : définition du carter 21 (feuille 2/2) page 25
- DT9 : orientations d'usinage - règles de MAP page 26
- DT10 : ressources parties 4 et 5 page 27
- DT11 : solutions de posages page 28
- DT12 : temps et coûts horaires page 29

DT1 : éclaté du connecteur



Rep.	Qté	Désignation	Matériau	Observations
20	1	gaine+sangles	Textile	
19	2	goupille réglage cable	acier trempé	ISO 8734 - 2x12
18	1	bascule	ABS	avec aimant collé
17	1	obturateur trou avant	PP	
16	1	goupille de glissement	acier trempé	58 à 62 HRC - 5x32
15	1	goupille pivot bascule	acier à ressort	ISO 8752 - 2x20
14	1	goupille arret	acier à ressort	ISO 8752 -2x20
13	1	cable ROUGE		câble + gaine
12	1	cable BLEU		câble + gaine
11	4	vis épaulée TORX M5x8	acier bruni	
10	1	plaque gauche	PA chargé FdV	
9	1	ressort loquet-gachette	acier faibl. allié	
8	1	ressort de barillet	acier faibl. allié	
7	1	gachette	EN CC 330 G	Cu Al 10 Fe 2
6	1	loquet	EN CC 330 G	Cu Al 10 Fe 2 (Moulé)
5	1	barillet	EN CC 330 G	Cu Al 10 Fe 2 (Moulé)
4	1	foncet	EN AW 2017	Al Cu 4 Mg
3	4	insert métallique	acier	
2	1	plaque droite	PA chargé FdV	
1	1	carter	EN AW 6082	Al Si 1 Mg Mn

Masse d'un connecteur: 330 g

échelle: 1:1

le:

par:

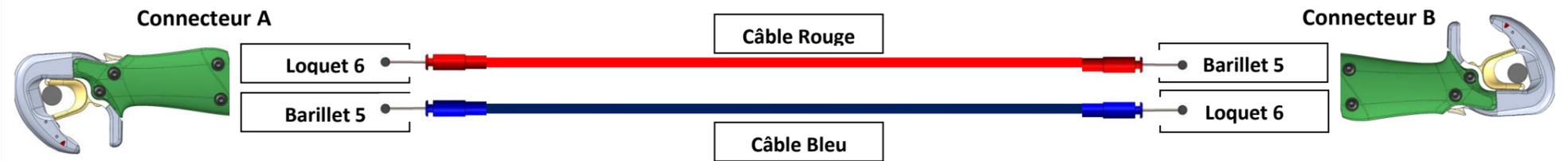
Connecteur CLIC IT 21

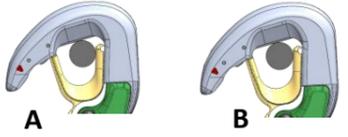
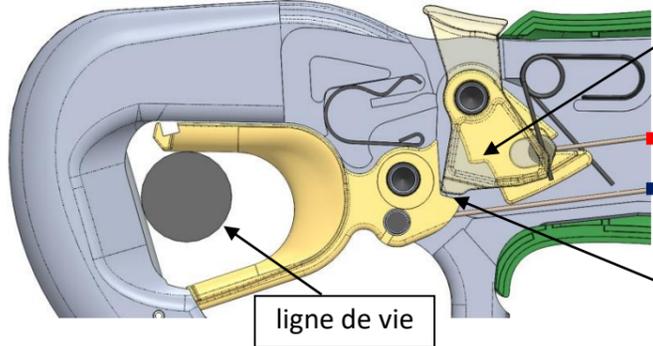
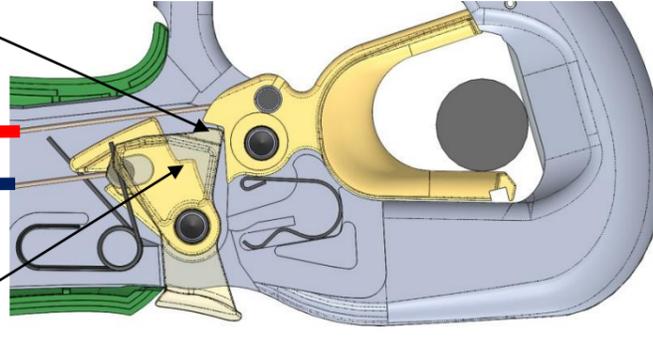
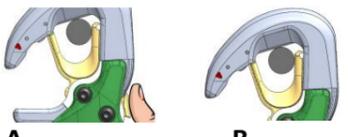
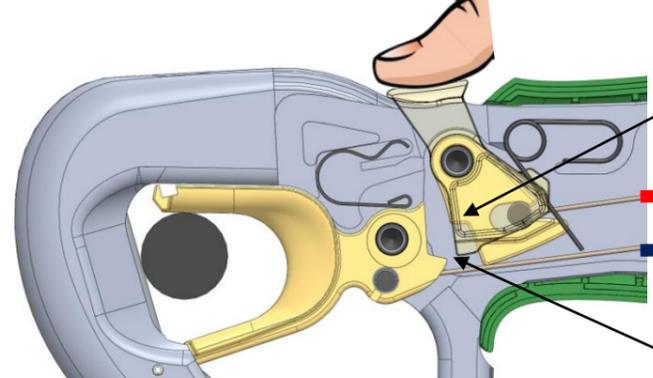
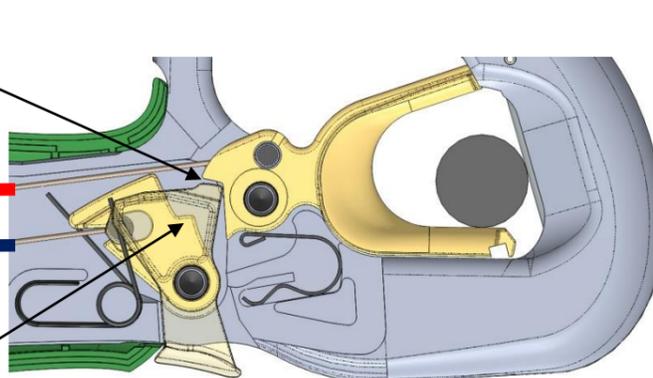
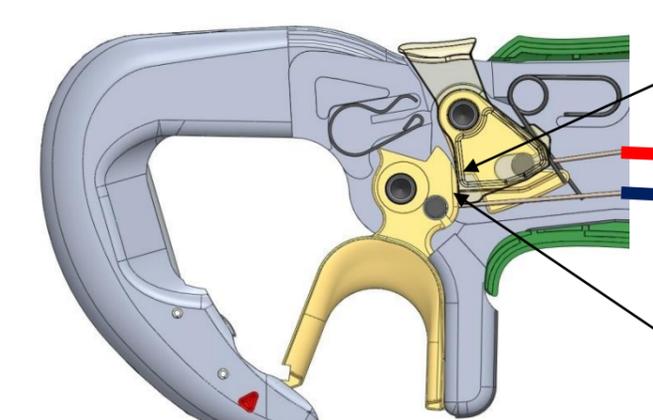
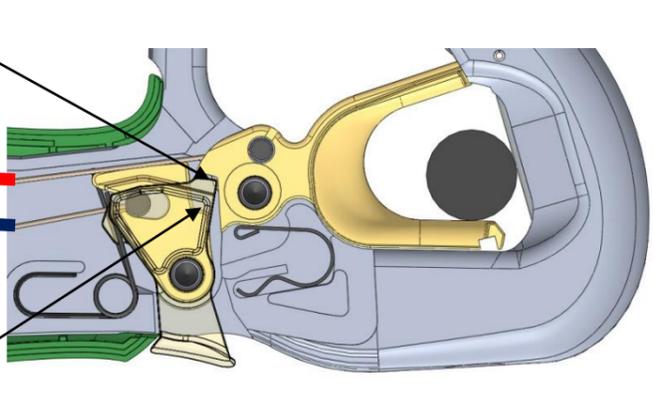
ENSEMBLE

Eclaté

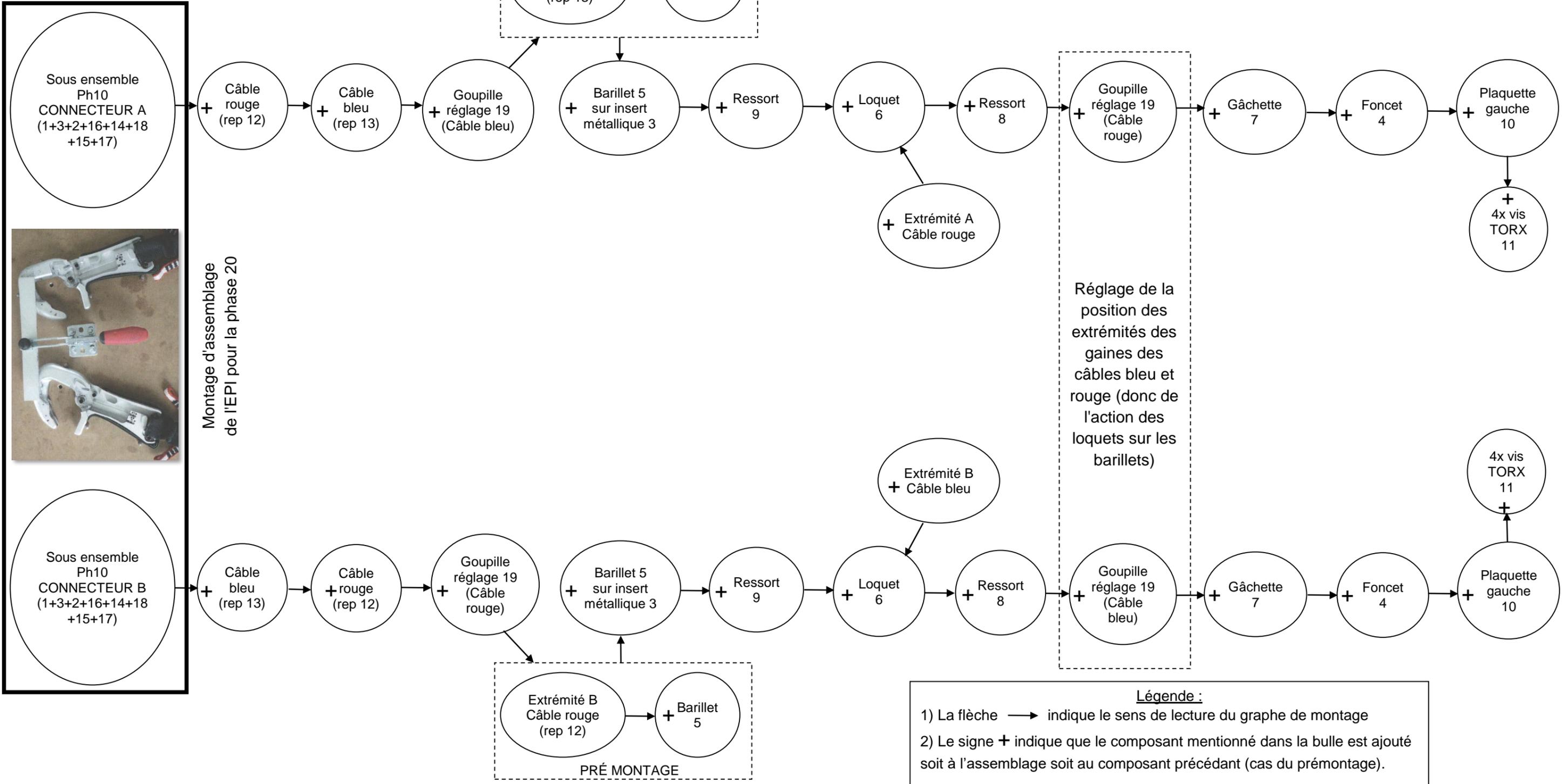
DT2 : fonctionnement de la longe

Fonctionnement de la longe - connecteurs CLIC IT 21



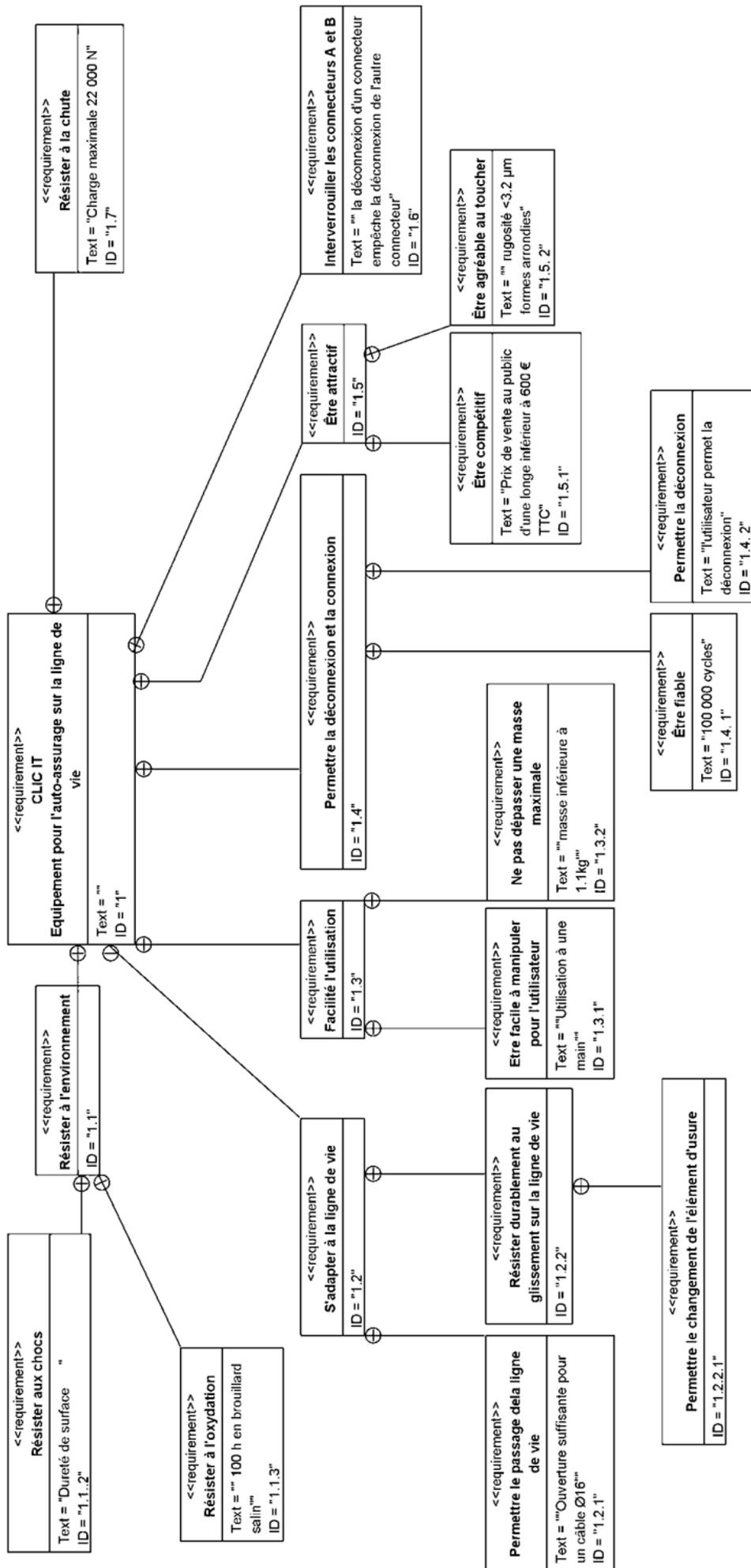
Situation	Point de vue utilisateur	Connecteur A	Connecteur B
Déplacement le long de la ligne de vie. Les 2 connecteurs ne peuvent être retirés.	Les 2 connecteurs sont sur la ligne de vie - Aucune action de l'utilisateur sur les gâchettes. 	 le loquet ne verrouille pas le barillet la gâchette verrouille le barillet ligne de vie	 la gâchette verrouille le barillet le loquet ne verrouille pas le barillet
Passage du connecteur A de part et d'autre d'un point de fixation de la ligne de vie. (Nécessité de répéter les mêmes opérations avec le connecteur B pour avoir les 2 connecteurs du même côté du point de fixation et reprendre le déplacement le long de la ligne de vie).	1) L'utilisateur veut décrocher le connecteur A. Il appuie sur la gâchette du connecteur A 	 le loquet ne verrouille pas le barillet la gâchette ne verrouille plus le barillet	 la gâchette verrouille le barillet le loquet ne verrouille pas le barillet
	2) Le connecteur A est décroché de la ligne de vie et est ouvert.  Il peut être replacé de l'autre côté du point de fixation de la ligne de vie.	 le loquet ne verrouille pas le barillet la gâchette ne verrouille pas le barillet	 la gâchette verrouille le barillet le loquet verrouille le barillet

Déroulement du montage



Montage d'assemblage de l'EPI pour la phase 20

DT4 : diagramme partiel des exigences de la longe



Gamme de fabrication actuelle des inserts de matriçage

Phase	Opérations	Machine / Poste
10	SCIAGE	Scie
20	TOURNAGE	Tour C.N. 2 axes
30	FRAISAGE C.N. (face arrière)	C.U. 3 axes
40	TRAITEMENTS THERMIQUES	Poste Tth
50	RECTIFICATION	Rectifieuse plane
60	FRAISAGE C.N. (logement et frein de bavure coté empreinte)	C.U. 3 axes
70	ÉROSION ENFONÇAGE (empreinte)	E.E.E.
80	AJUSTAGE et POLISSAGE	Poste ajustage
90	CONTROLE	Métrie
100	NITRURATION DES EMPREINTES	Sous-traitance

Données électroérosion par enfonçage (EEE)

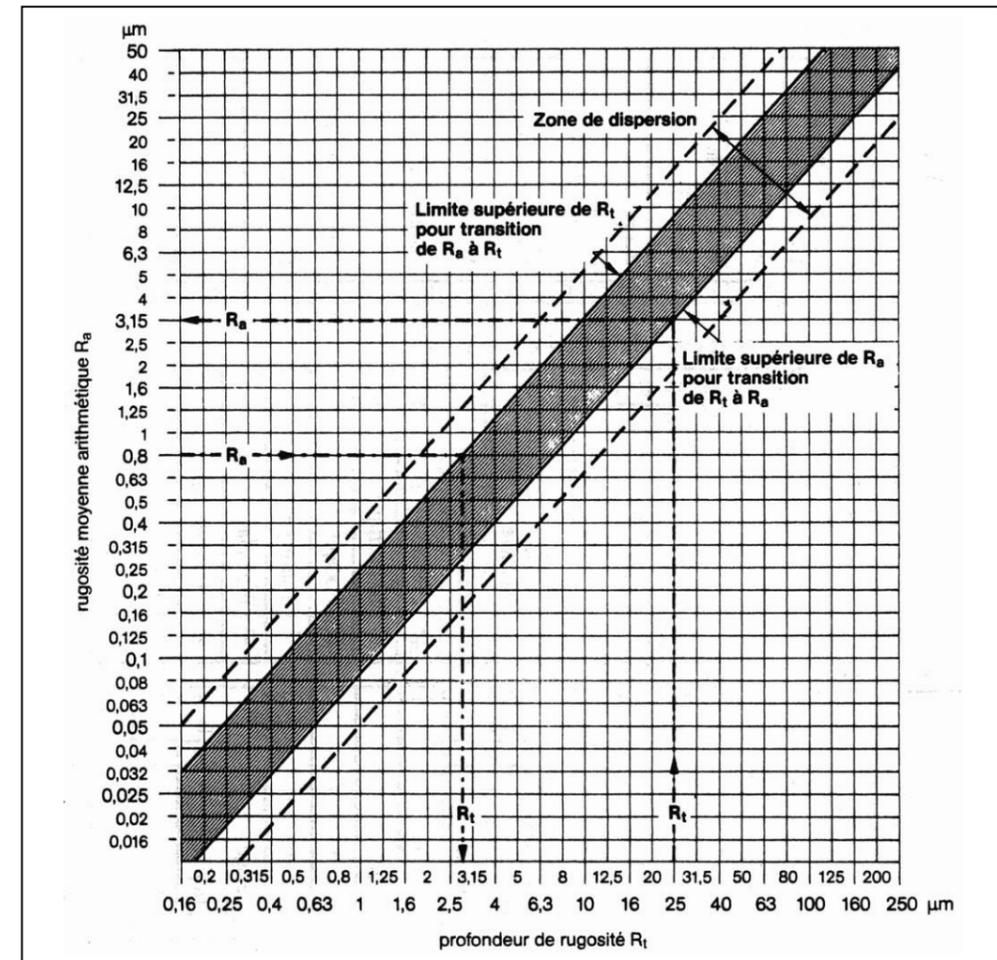
- Tableau de choix des régimes à utiliser en fonction de :
- l'état de surface obtenu (en unité VDI)
 - l'enlèvement de matière ou débit (Vw)
 - l'usure relative de l'électrode (δ en %)

Régime	Rugosité		Débit : Vw (mm ³ .min ⁻¹)	δ en %
	VDI	Ra (µm)		
Finition	VDI 24	1,6	6	16
Demi-finition	VDI 32	4,1	28	2.7
Ébauche	VDI 40	10	800	1

- Tableau 1 : données relatives aux opérations d'électroérosion par enfonçage de l'insert

Régime	Volume matière enlevé (mm ³)	Débit Vw (mm ³ .min ⁻¹)	Durée d'usinage (min)
Ébauche	Sur feuille de copie	800	Sur feuille de copie
Demi-finition	3732	28	133,28
Finition	1244	6	207,33
Volume total de l'empreinte →	47719	Durée totale de l'usinage →	Sur feuille de copie

Conversion Ra - Rt



Formulaire de calcul de ae et fz en fonction de Rt

Amplitude de rugosité dans le sens du pas de balayage a_e

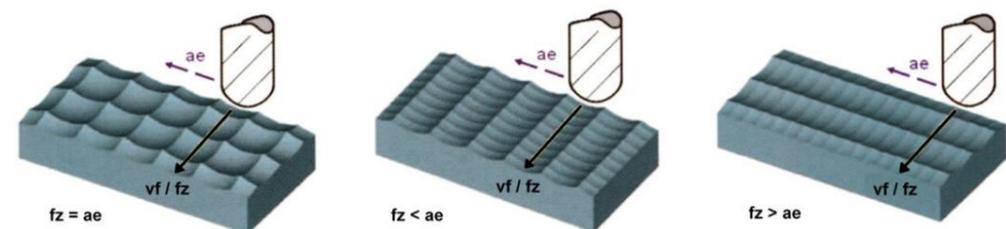
$$R_t = \left(\frac{d}{2} - \sqrt{\frac{d^2 - a_e^2}{4}} \right) \times 1000 \quad a_e = \sqrt{d^2 - \left(d - \frac{R_t}{500} \right)^2}$$

Avec R_t exprimé en µm, d et a_e en mm

Amplitude de rugosité dans le sens de l'avance f_z

$$R_t = \left(\frac{d}{2} - \sqrt{\frac{d^2 - f_z^2}{4}} \right) \times 1000 \quad f_z = \sqrt{d^2 - \left(d - \frac{R_t}{500} \right)^2}$$

Avec R_t exprimé en µm, d en mm et f_z en mm.tr⁻¹ pour une dent



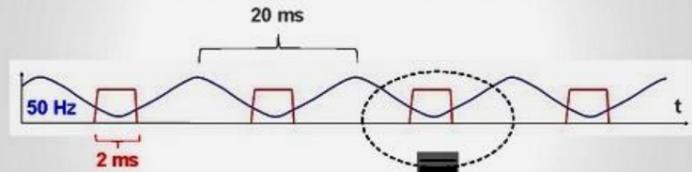


MÉCANIQUE DE PRÉCISION
DU BARROIS

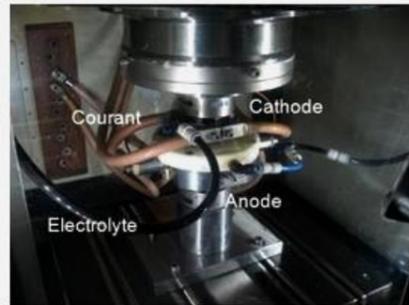
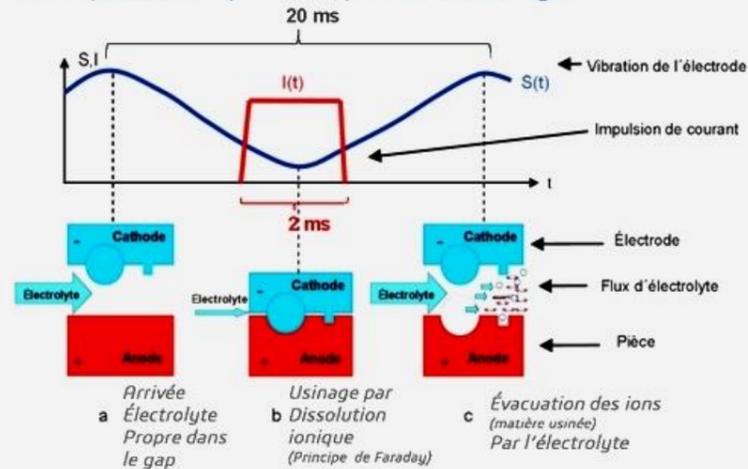
Usinage ElectroChimique de Précision

Precise ElectroChemical Machining (P.E.C.M.)

Principe : Dissolution ionique de la matière



Décomposition des phases du processus d'usinage :



L'usinage électrochimique de précision ou PECM est un procédé spécifique permettant d'enlever de la matière métallique par dissolution ionique (Loi de Faraday). Dans un électrolyte conducteur (eau salée) une pièce à usiner chargée positivement (anode) prend progressivement la forme en creux de l'électrode chargée négativement (cathode) à l'aide d'impulsions électriques.

L'usinage électrochimique dit « de précision » (PECM) est une évolution de l'usinage électrochimique simple (ECM). C'est l'emploi combiné d'une électrode vibrante et d'impulsions électriques qui permet de travailler avec un espace inter-électrode de très petite taille (gap) conduisant à l'obtention du niveau de précision et de l'état de surface recherché.

Points Forts de la technologie P.E.C.M.

- Très bonne **répétabilité** du cycle d'usinage.
- Aucune **incidence thermique** sur la structure métallique ! (Température du processus entre 20 – 50°C).
- Aucun **risque de micro-fissure** - Pas de surface blanche.
- Vitesse d'usinage de **0,1 à 3 mm/min**.
- Réalisation de **formes complexes** irréalisables par un autre procédé.
- Rugosité pouvant atteindre **Ra 0,03µm**. (poli miroir)
- Possibilité d'usiner des pièces de **très fine épaisseur** : Pas de **contrainte mécanique** sur la pièce.
- Aucune **bavure** d'usinage.
- Ébauche, finition et polissage en une seule opération, avec **une seule électrode** - Aucune **usure** d'électrode (outil).
- Possibilité d'usiner les super alliages – aciers traités – inconnel 718 Titane gr.4 et 5, - Chrome/Cobalt – Nitinol – Kovar, etc.
- Temps de cycle d'usinage **identique** pour 1 ou plusieurs pièces.

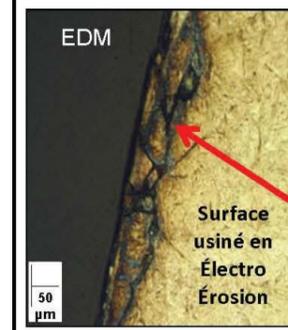
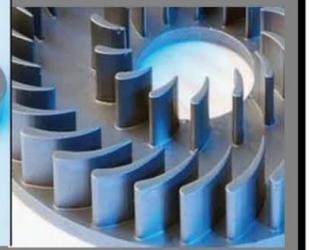


Quelques exemples, ...
... quelques chiffres, ...
... qui font la différence !

P.E.C.M



Profondeur d'usinage 5 mm
Cycle d'usinage 40 min
Rugosité Ra < 0,2 µ
Posage à 10 empreintes



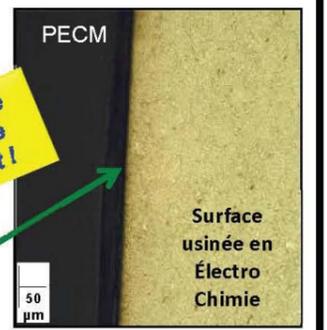
Exemple comparatif : Observation Flanc de denture pièce moteur automobile (acier forgé Cémenté / Trempé) après essais d'endurance 20 millions de cycles.



Surface usiné en Électro Érosion
Amorces de rupture dans la couche blanche !

Un procédé d'usinage innovant !

Respect de la structure métallurgique



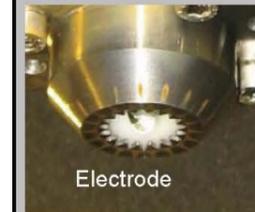
Surface usinée en Électro Chimie

Outillage destiné au secteur pharmaceutique.
Profondeur d'érosion 2,00 mm
Cycle d'usinage 10 min
Posage à 4 empreintes
Rugosité Ra < 0,03 µm



Profondeur d'érosion 14 mm ;
Cycle d'usinage 40 min ;
Rugosité Ra < 0,2 µm

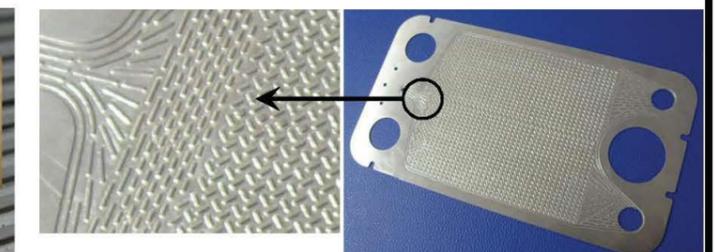
Usinage de denture :
Hauteur : 6,5mm
Posage : 10 pièces
Cycle d'usinage : 11 min
Rugosité Ra < 0,2 µm



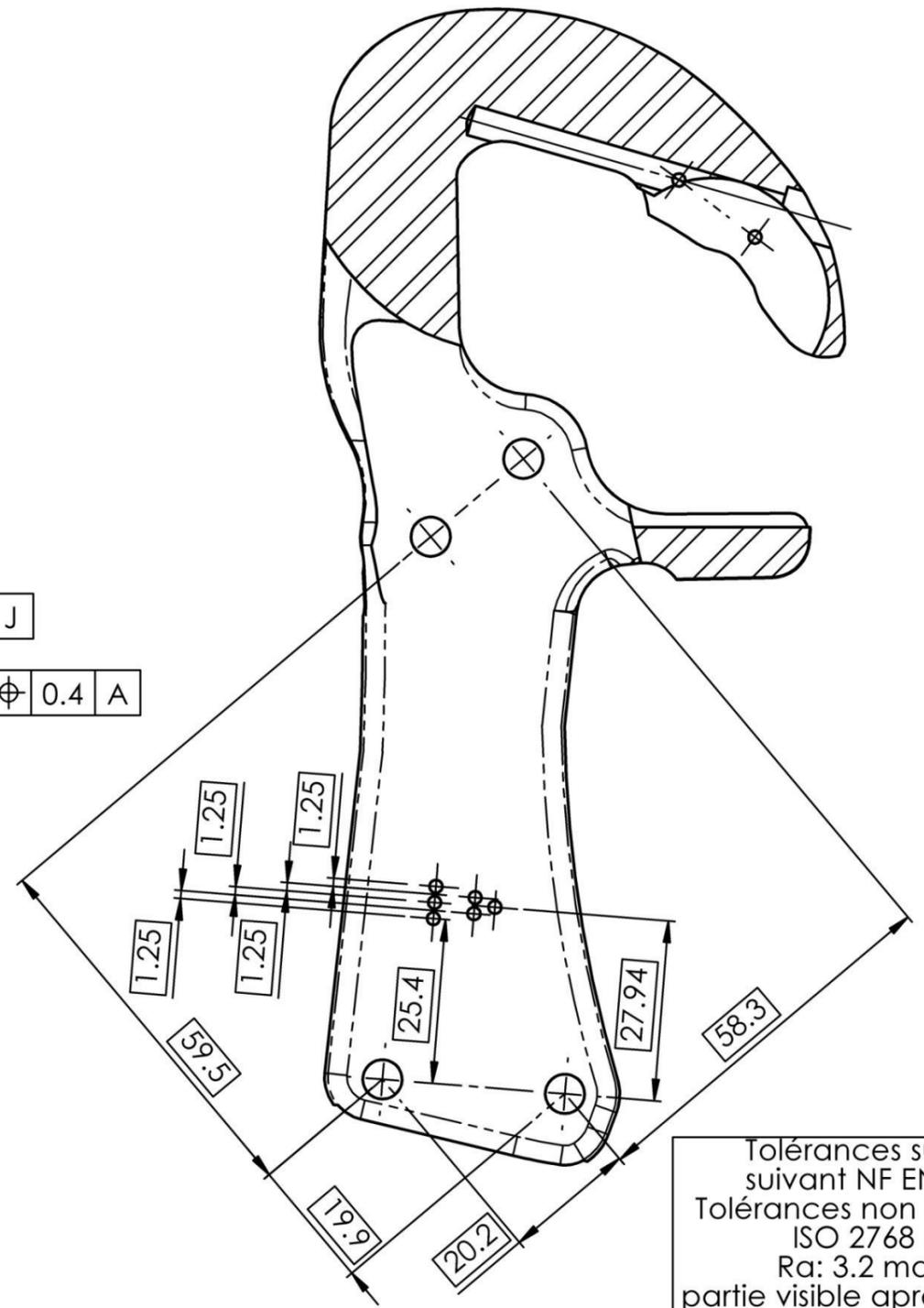
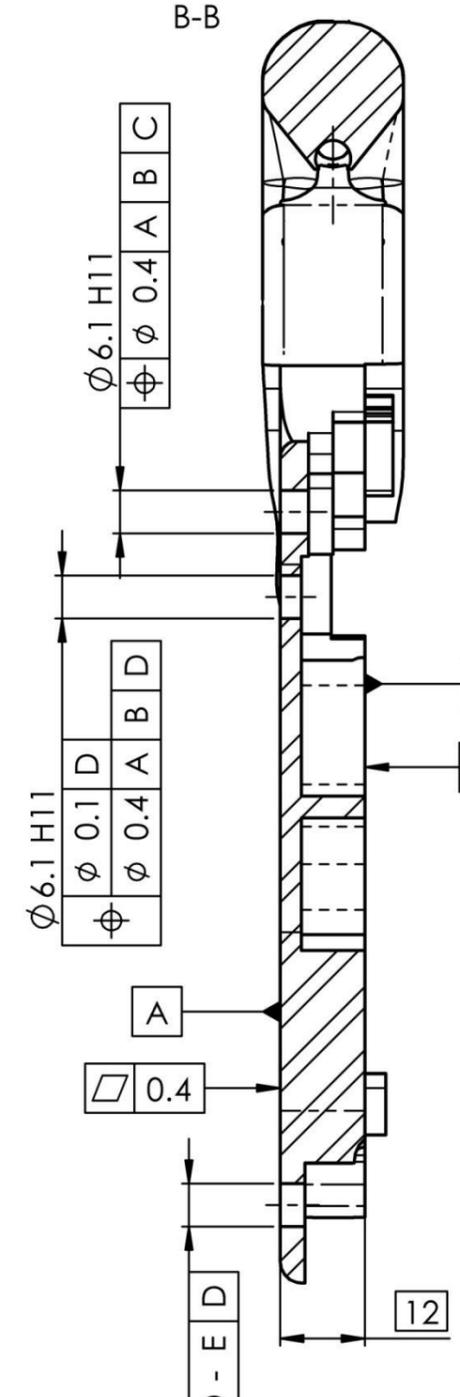
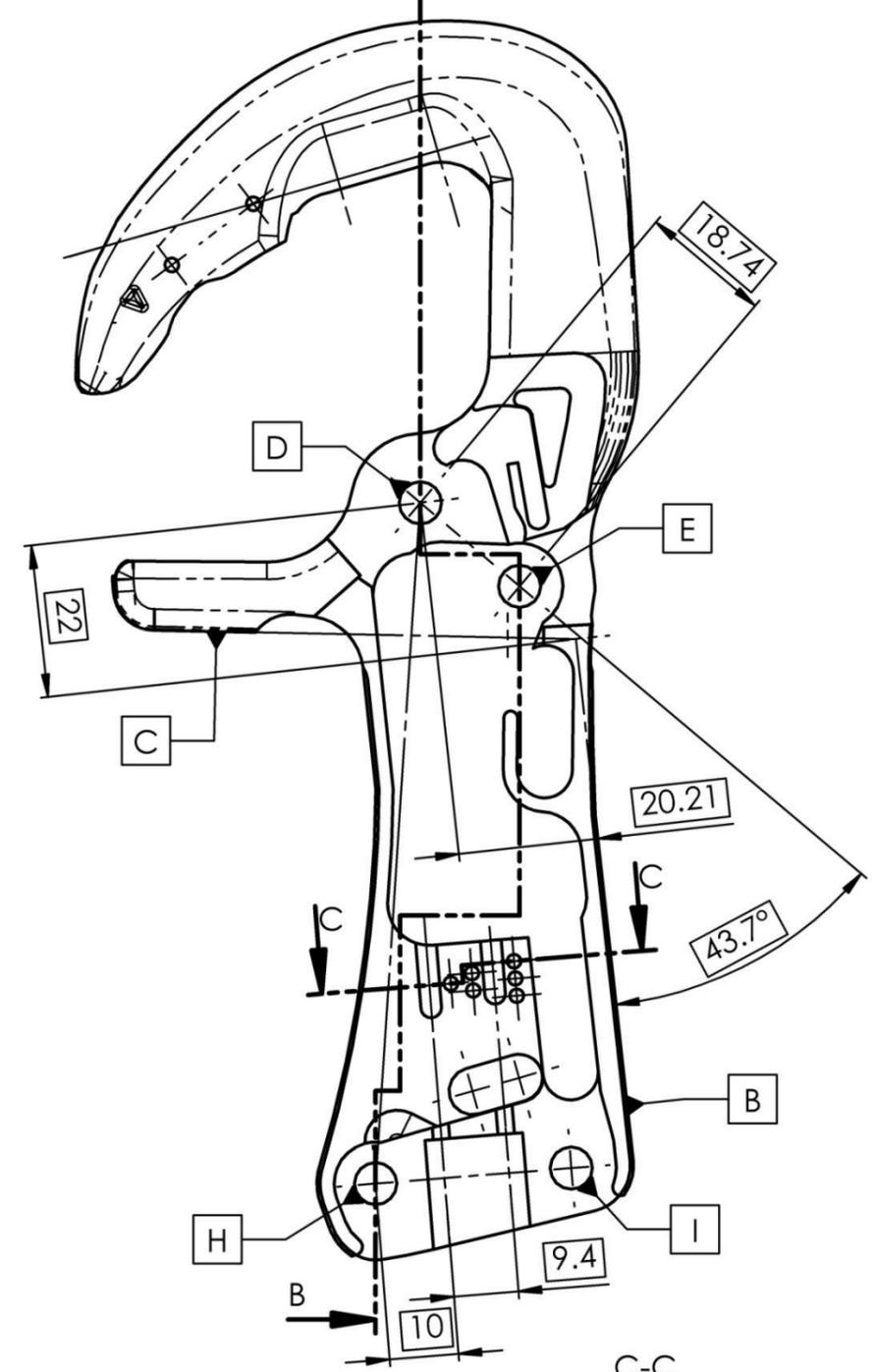
Matrice en alliage de molybdène
Temps d'usinage : 7 min



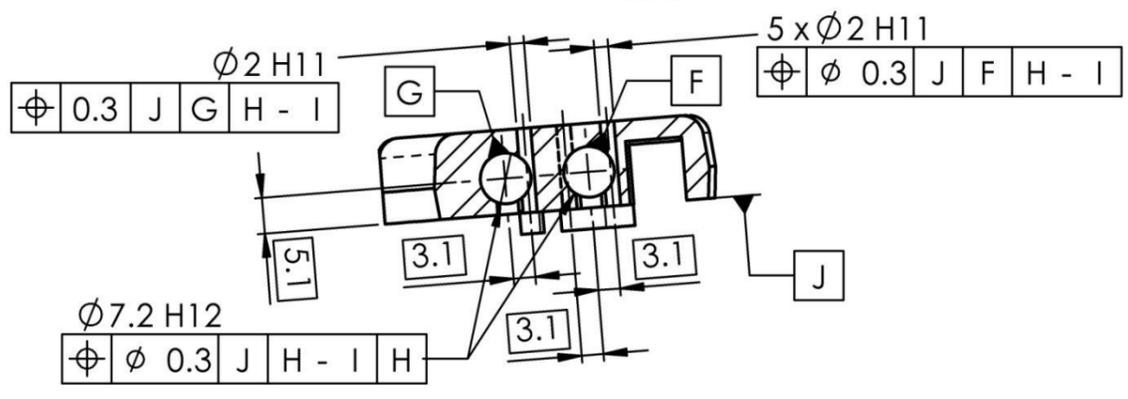
Plaques inox pour Piles à combustible : Usinage de Tôles minces sans déformations, angles vifs sans bavures.



DT7 : définition du carter – feuille 1/2



Tolérances sur brut:
 suivant NF EN 586-3
 Tolérances non indiquées:
 ISO 2768 m K
 Ra: 3.2 max sur
 partie visible après montage



1	1	EN AW 6082	AlSi1MgMn	
rep.	qté	désignation	matière	observation
échelle:	1:1	Connecteur CLIC IT 21		
le		CARTER USINE (Feuille 1)		
par:		Dessin de définition (partiel)		

DT8 : définition du carter – feuille 2/2

Echelle 3:2

Ensemble de surfaces E1

Plan d'appui du RESSORT DE BARILLET

Ensemble de surfaces E2

Dégagement passage GACHETTE

Plan d'appui du BARILLET

$\phi 0.1$ J

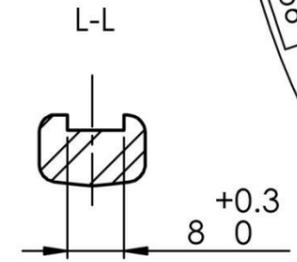
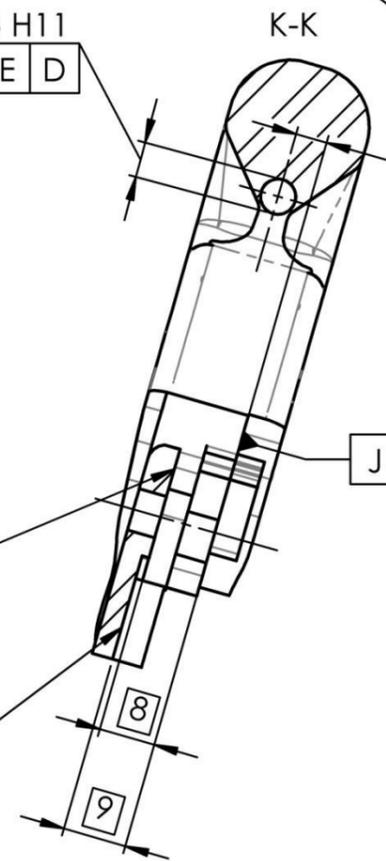
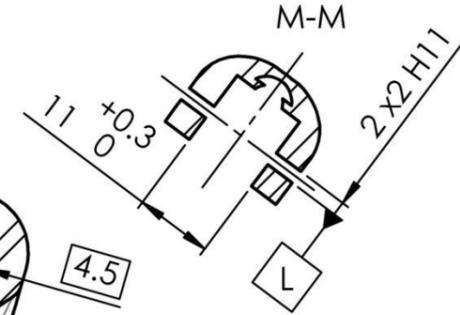
Plan d'appui du loquet

$\phi 0.1$ J

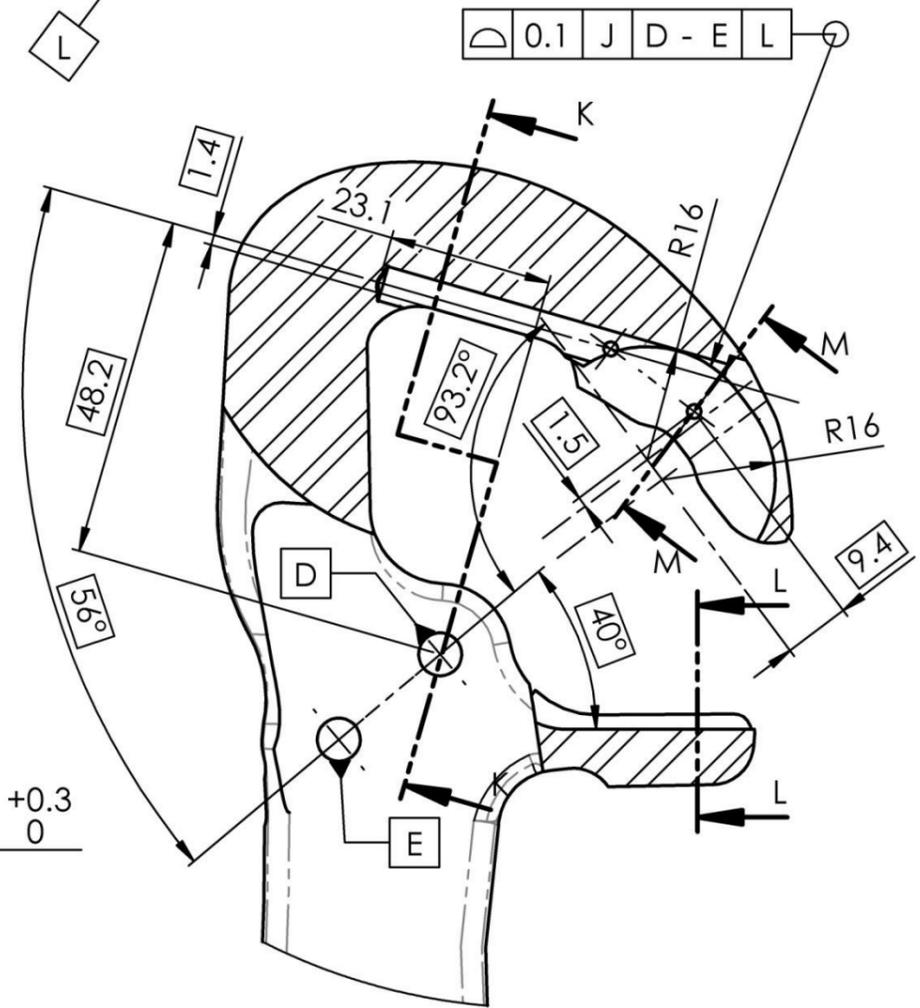
Plan d'appui du FONCET
Ref J

Ensemble de surfaces E3

$\phi 5$ H11
 $\phi 0.2$ J D - E D



$\Delta 0.1$ J D - E L

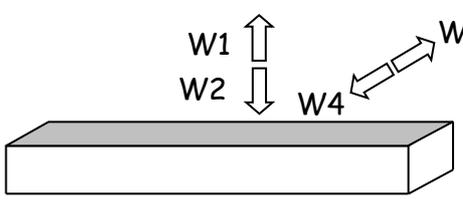
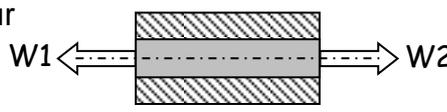
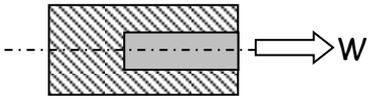
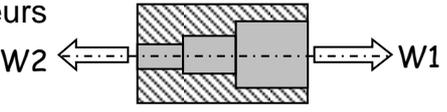
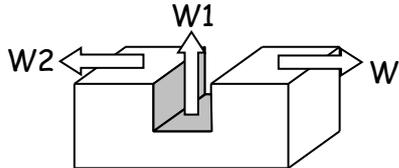


Tolérances sur brut:
suivant NF EN 586-3
Tolérances non indiquées:
ISO 2768 m K
Ra: 3.2 max sur
partie visible après montage

1	1		EN AW 6082	AlSi1MgMn
rep.	qté	désignation	matière	observation
		échelle: 1:1	Connecteur CLIC IT 21	
	le		CARTER USINE (Feuille 2)	
	par:		Dessin de définition (partiel)	

DT9 : orientations d'usinage – règles MAP

Partie A : surface ou groupe de surfaces à usiner

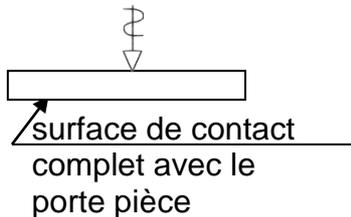
Plan de grande dimension 	W1 : tournage W2 : fraisage de face ou en bout
Plan de petite dimension 	W1 : fraisage de face ou en bout avec une fraise deux tailles ou fraisage de face avec une fraise trois tailles (broche côté surface usinée) W2 : fraisage de face avec une fraise trois tailles (broche côté surface non usinée) W3 et W4 : fraisage de profil (deux tailles ou trois tailles)
Cylindre intérieur débouchant 	
Cylindre intérieur non débouchant (ou borgne). 	
Cylindres intérieurs de diamètres décroissants 	W2 : exceptionnellement
Rainure parallélépipédique. 	W1 : fraisage à la fraise deux tailles W2 et W3 : fraisage à la fraise trois tailles (ou une taille)

Partie B : règles de maintien en position

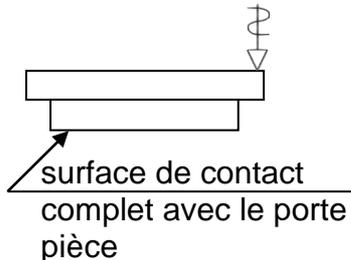
Règle n°1 :

Le maintien en position (MAP) doit avoir tendance à appliquer la pièce sur ses contacts avec le porte-pièce.

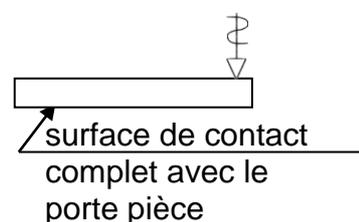
Exemple : (la flèche \curvearrowright représente l'action de l'élément de serrage)



règle 1 respectée



règle 1 non respectée
basculement de la pièce



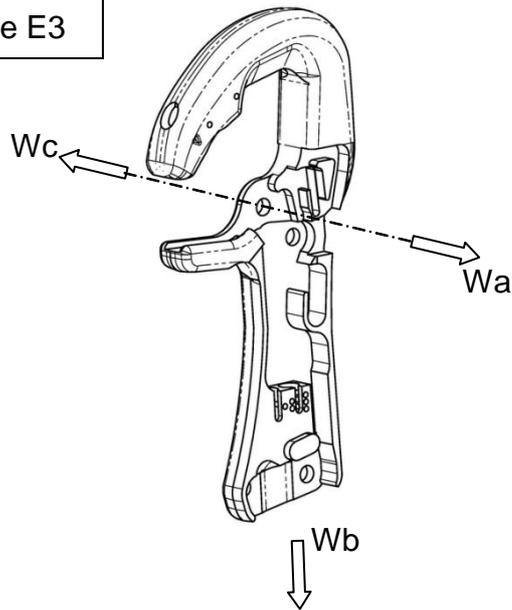
règle 1 non respectée
contact non garanti avec la surface d'appui (surface de contact), risque de vibrations pendant l'usinage

Règle n°2 :

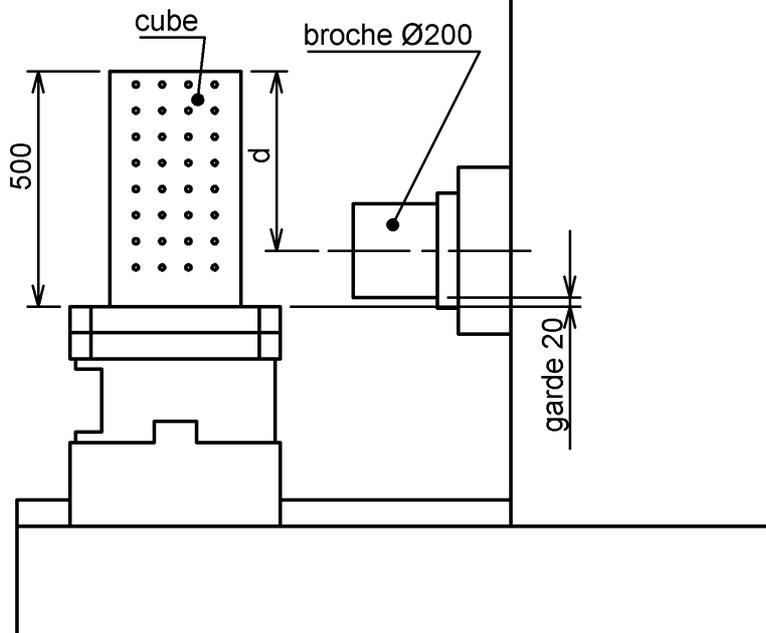
Mettre en place plusieurs éléments de MAP si nécessaire.

DT10 : ressources parties 4 et 5

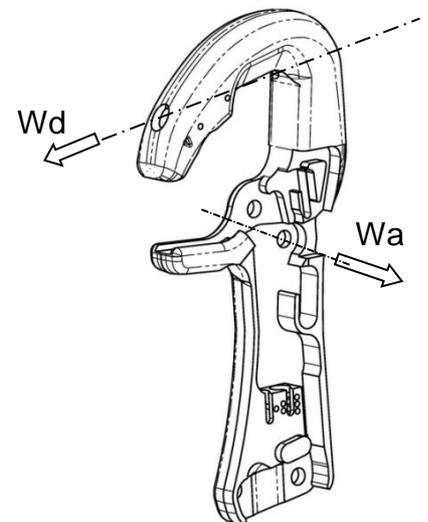
Partie A : orientations principales d'usinage pour les surfaces de l'ensemble E3



Partie B



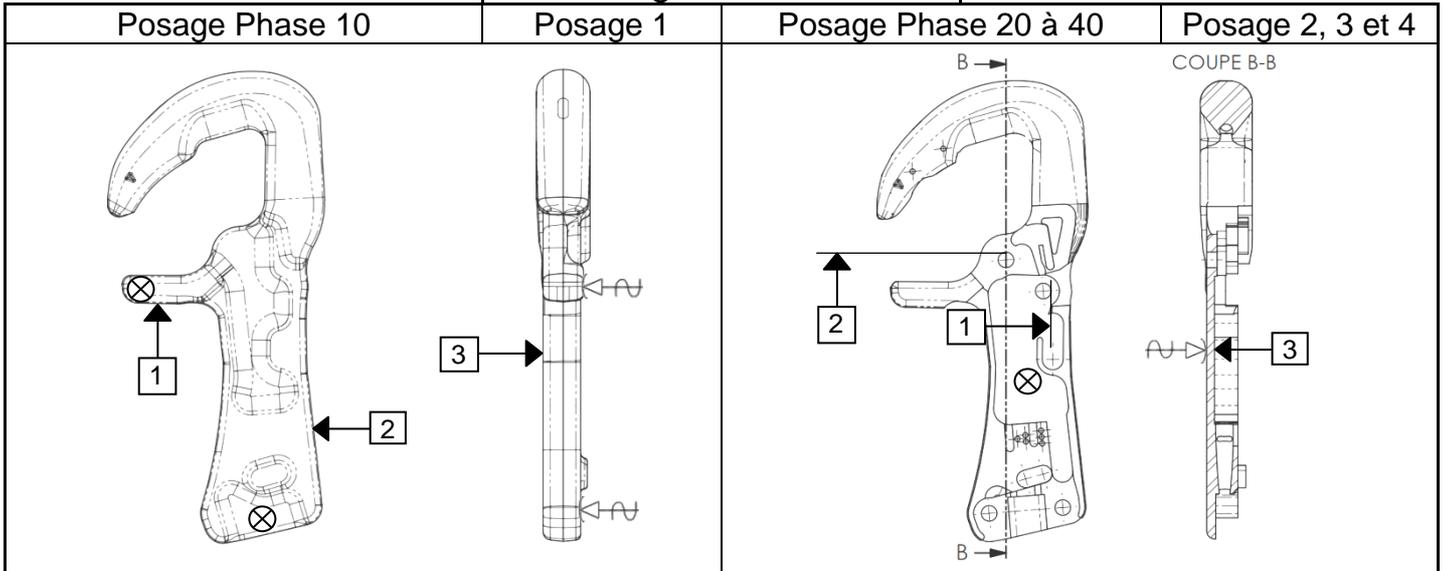
Partie C - sph 101



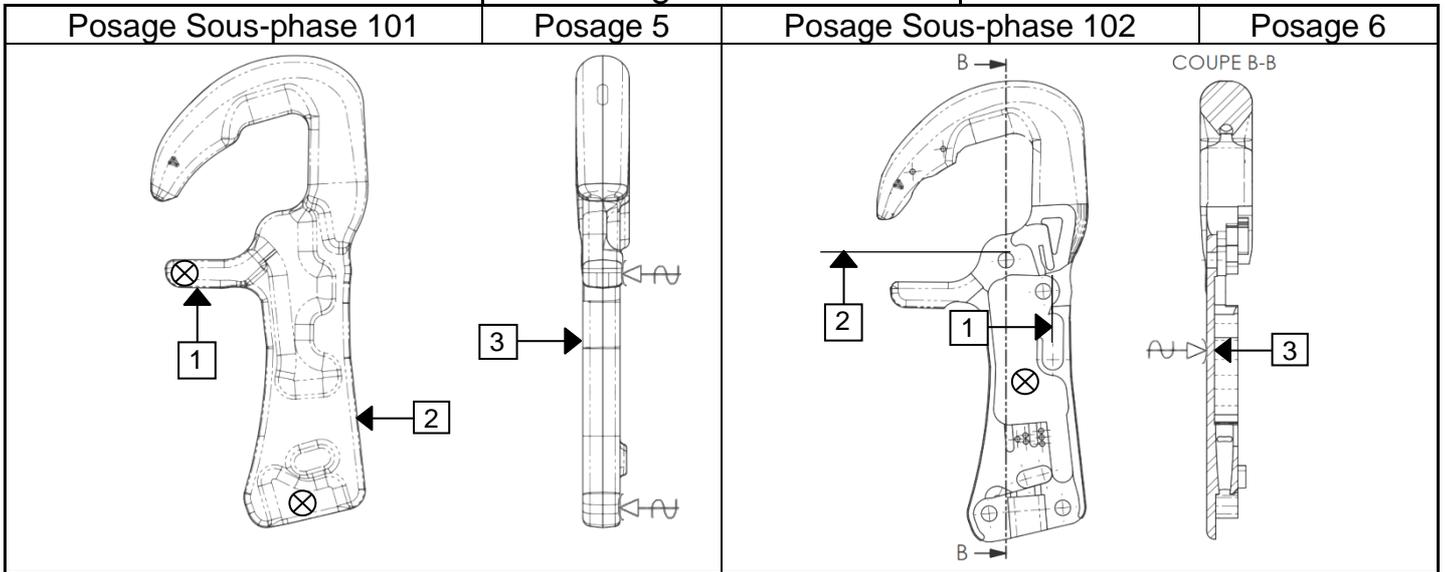
Nota : Wc n'est pas prise en compte dans cette question.

DT11 : solutions de posages

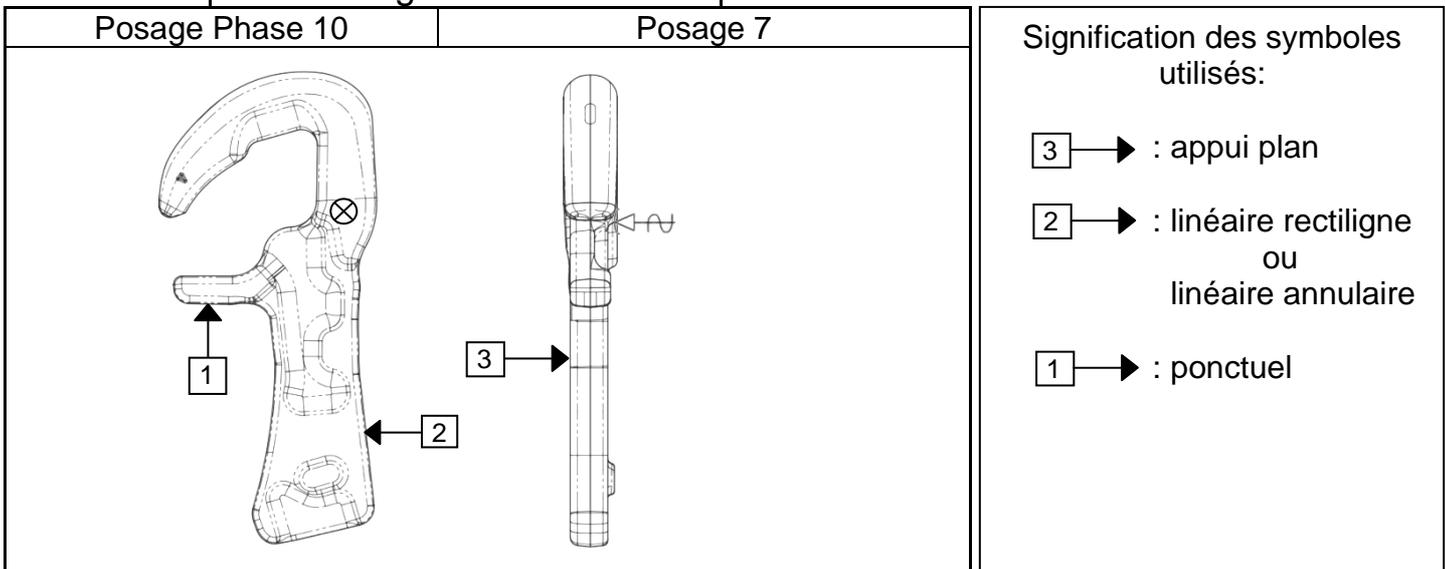
Posage CU 3 axes



Posage CU 4 axes



Posage CU 5 axes



DT12 : temps et coûts horaires

Coûts "machine" et "porte-pièce"

Coût horaire de la machine (un opérateur par machine)	150	euros	Cas d'utilisation pour une face utilisée sur le cube pour la sous phase 101
Coût horaire de la machine (un opérateur pour 2 machines)	105	euros	Cas d'utilisation pour 2 faces utilisées sur le cube pour la sous phase 101
Coût de l'ensemble des porte-pièces (sur une face) pour la sous phase 101	800	euros	
Coût de l'ensemble des porte-pièces (sur une face) pour la sous phase 102	700	euros	

Temps et coûts d'utilisation d'une face pour la sous-phase 101 et d'une face pour la sous-phase 102

Temps usinage	1820	cmin	Pour 2 pièces
Temps de rotation palette hors usinage en cours de sous phase	20	cmin	
Temps montage	90	cmin	
Temps total	1930	cmin	
Coût total	48.25	euros	

Temps et coûts d'utilisation de 2 faces pour la sous-phase 101 et de 2 faces pour la sous-phase 102

Temps usinage	3640	cmin	Pour 4 pièces
Temps de rotation palette hors usinage	40	cmin	
Temps montage	200	cmin	
Temps total	3880	cmin	
Coût total	67.90	euros	