

# BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

## Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage

### Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire

Session 2019

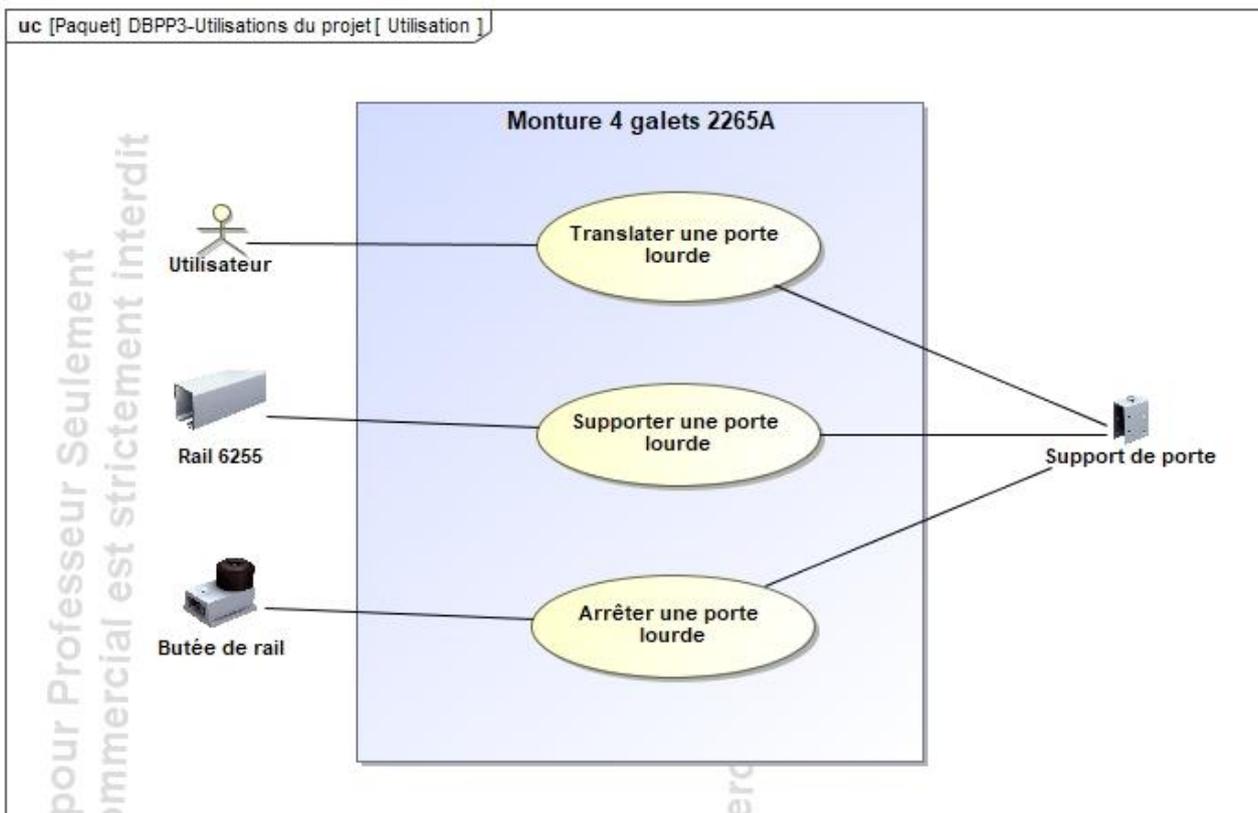
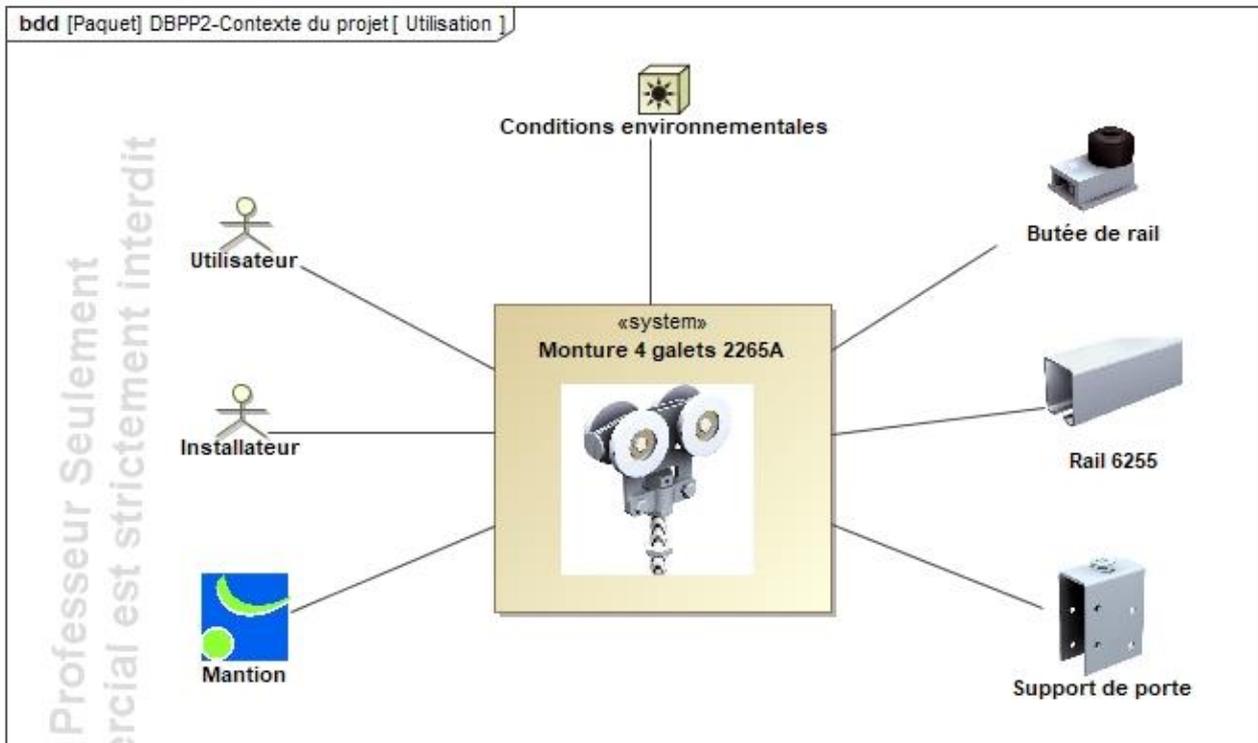
Coefficient 6 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé

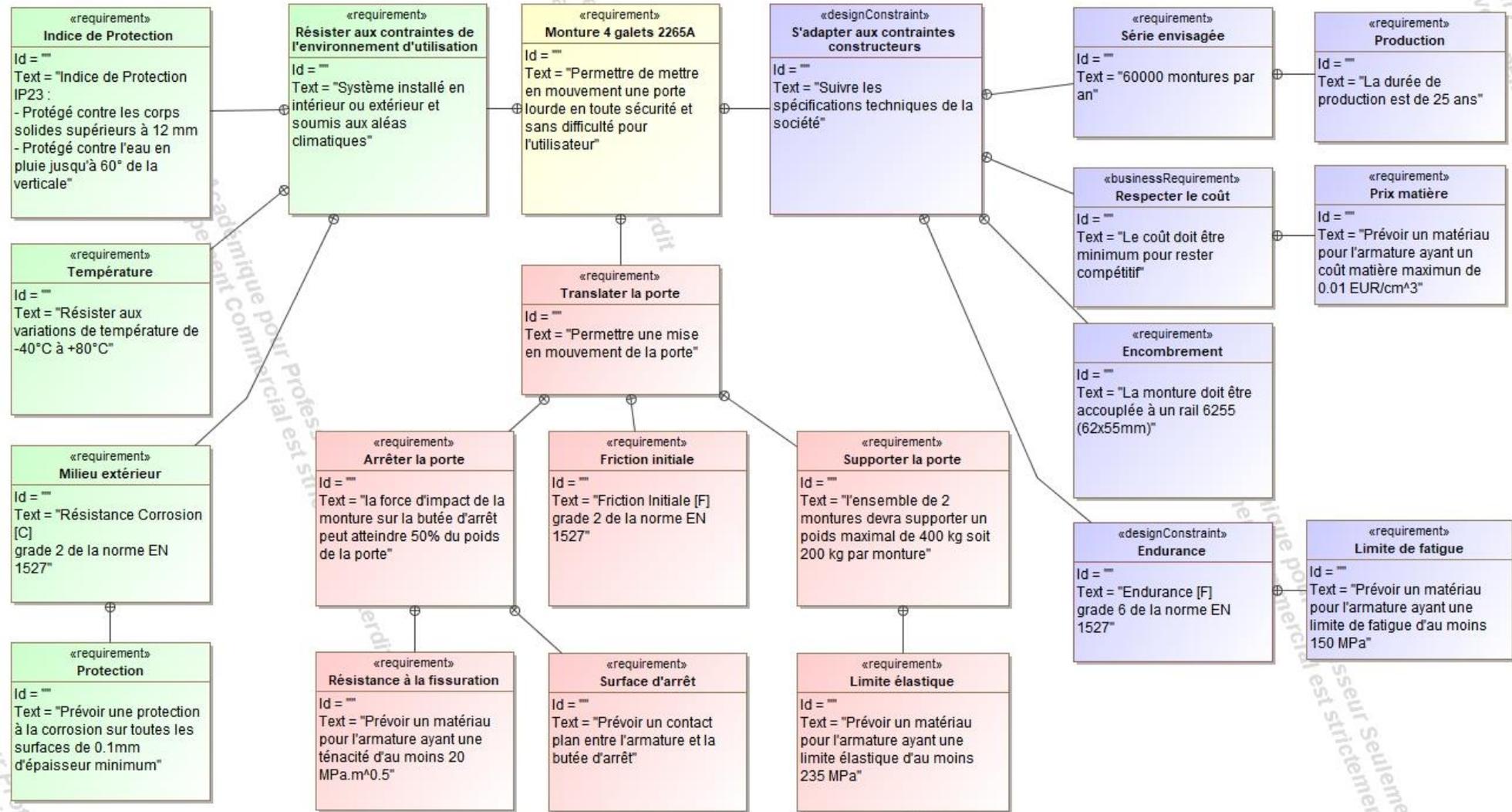
L'utilisation de tous les modèles de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé

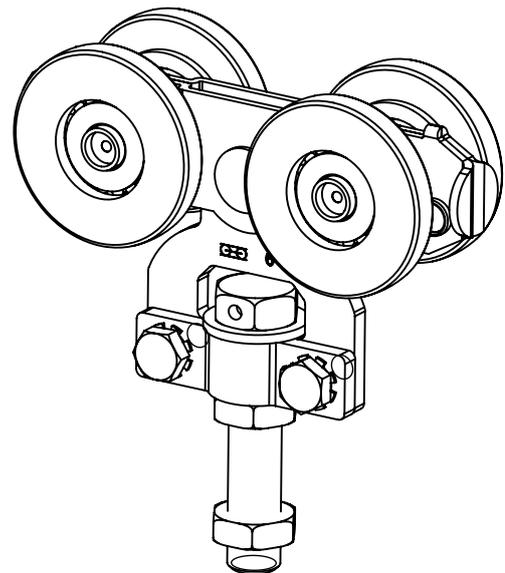
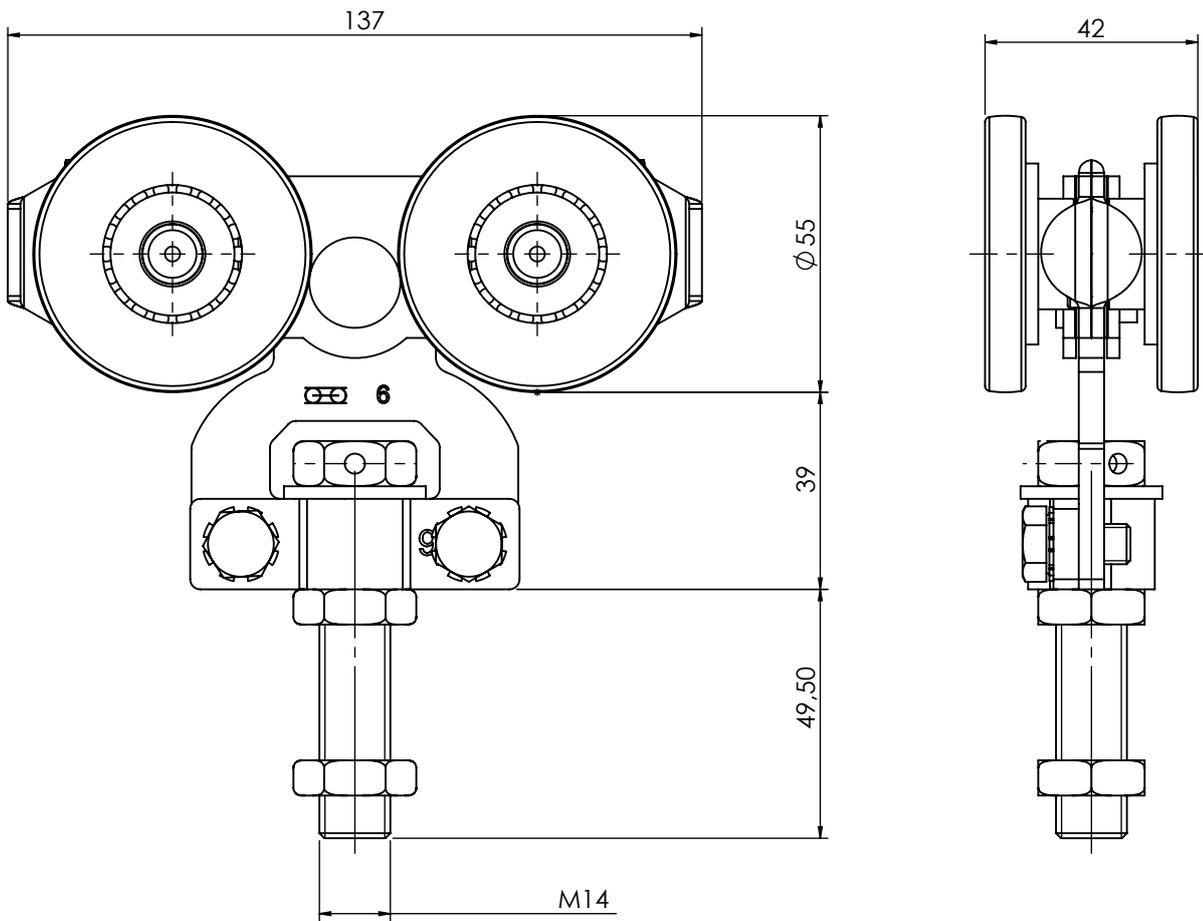
<b>DOSSIER TECHNIQUE</b>
--------------------------

- DT1 SysML diagramme de contexte et cas d'utilisation.....page 14
- DT2 SysML diagramme partiel des exigences .....page 15
- DT3 Plan d'ensemble de la monture .....page 16
- DT4 Plan de définition de l'armature .....page 17
- DT5 Norme des ferrures de portes coulissantes .....page 18
- DT6 Etude de l'amélioration du processus .....page 19
- DT7 Analyse comparative de solutions d'assemblage .....page 20
- DT8 Etude du matériau de remplacement .....pages 21 à 22
- DT9 Etude de la protection à la corrosion .....page 23
- DT10 Plan de définition de la nouvelle version de l'armature .....page 24
- DT11 Simulation mécanique et d'emboutissage de l'armature .....pages 25 à 26
- DT12 Solutions constructives permettant le surpliage .....pages 27 à 28
- DT13 Plan méthode de l'armature version actuelle .....page 29
- DT14 Proposition plan méthode 1 nouvelle armature .....page 30
- DT15 Proposition plan méthode 2 nouvelle armature .....page 31
- DT16 Proposition plan méthode 3 nouvelle armature .....page 32
- DT17 Calcul des largeurs de chute d'une mise en bande .....page 33
- DT18 Calcul des dimensions d'une matrice .....page 34
- DT19 Choix des dimensions de plaques-outil standards .....page 35
- DT20 Formulaire de calcul au flambage .....page 36
- DT21 Formulaire de calcul de pièces pliées .....page 37



## DT 2 SysML diagramme partiel des exigences



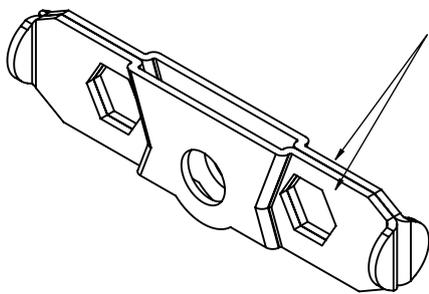
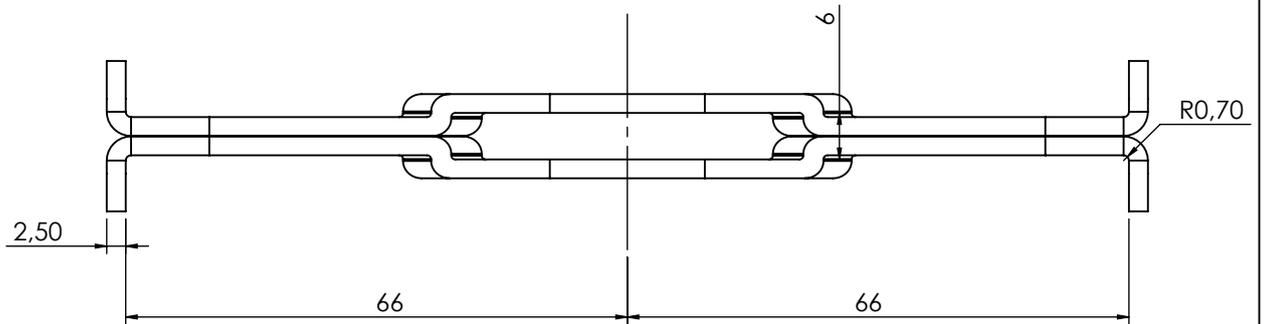
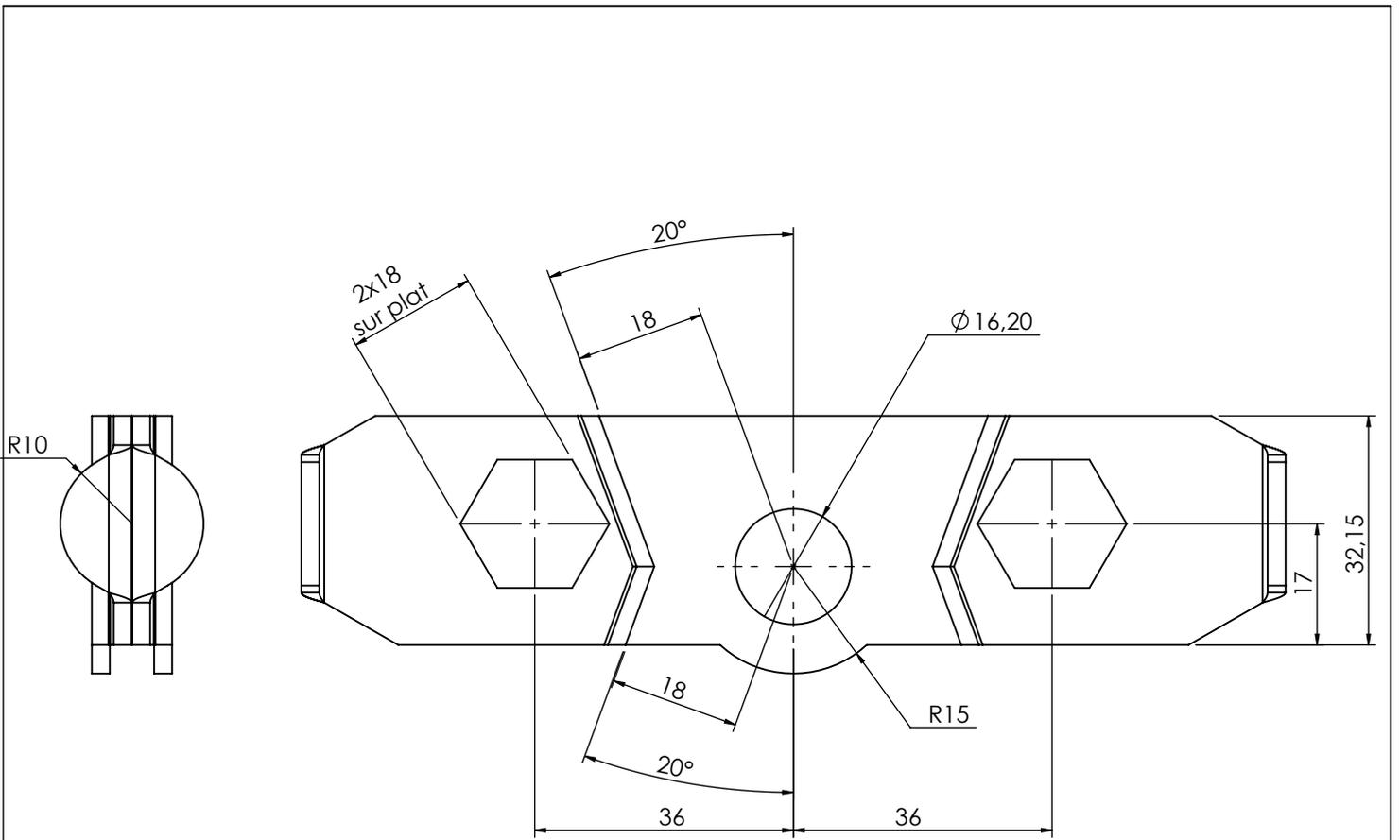


ECHELLE 2:3

## Plan d'ensemble de la monture

Format: A4V

code CPD4RPA



Les deux parties sont maintenues par soudage

	Tolérance générale JS13/js13	armature	Format: A4V
ECHELLE 1:1	matière : Inox 304L		code CPD4RPA
Épreuve E4 Réponse préliminaire à une affaire		Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage	DT4 page 17/37

## DT 5 Norme des ferrures de portes coulissantes

### LA NORME EUROPEENNE EN 1527

Un gage de transparence sur la performance réelle des ferrures de portes coulissantes :

**Simple et efficace** : en exigeant les caractéristiques d'un produit selon cette norme, vous déjouerez les pièges de mentions commerciales trompeuses, et éviterez ainsi les risques de dureté de coulissement, de bloquage, voire même de rupture prématurée.

#### Que dit la norme EN 1527 concernant les ferrures de portes coulissantes ?

Elle définit les critères objectifs qualifiant un ensemble indissociable de ferrures de portes coulissantes (rails, supports, montures, manchons, butées et guides) :

- Effort initial (importance de la poussée nécessaire pour faire bouger la porte)
- Résistance à la corrosion (tenue au brouillard salin)
- Endurance (nombre de manoeuvres sans défaillance)

Elle fixe les modalités de réalisation des tests afin de permettre la comparaison des performances entre produits du marché :

- Porte inférieure à 100 kg : hauteur 2 m. course 0.80 m.
- Porte supérieure à 100 kg : hauteur 2 m. course 2.00 m.

Elle précise les niveaux de performance (grades) des ferrures découlant des tests définis :

	grade 1	grade 2	grade 3	grade 4
RESISTANCE CORROSION [C]	24 h*	48 h*	96 h*	240 h*

\* nombre d'heures de résistance au brouillard salin (norme EN1670)

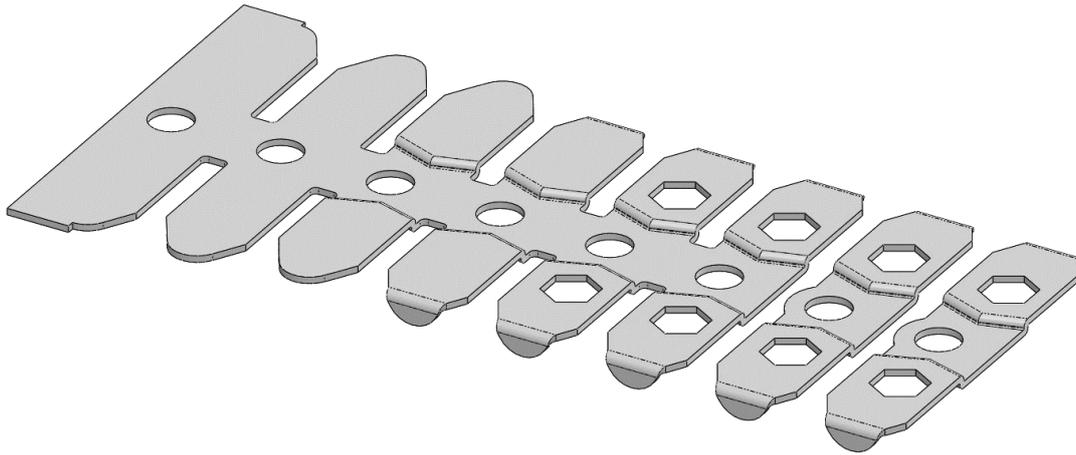
FRICION INITIALE [F]	grade 1	grade 2	grade 3
Porte de 50 kg	50N*	40N*	30N*
Porte de 51 à 100 kg	80N*	60N*	40N*
Porte de 101 à 300 kg	100N*	5%*	4%*
Porte de plus de 300 kg	5%*	4%*	3%*

\* (10N) : 10 newton correspond à un effort de poussée de 982 grammes environ

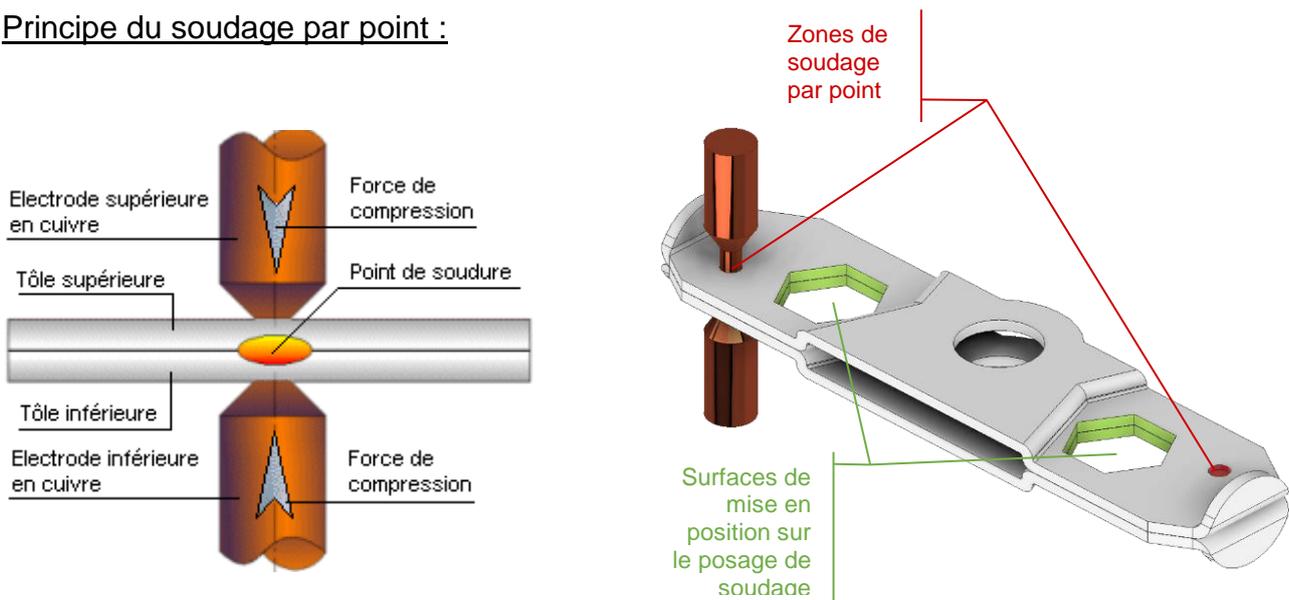
	grade 1	grade 2	grade 3	grade 4	grade 5	grade 6
ENDURANCE [E]	2500 c*	5000 c*	10000 c*	25000 c*	50000 c*	100000 c*

\* nombre de cycles

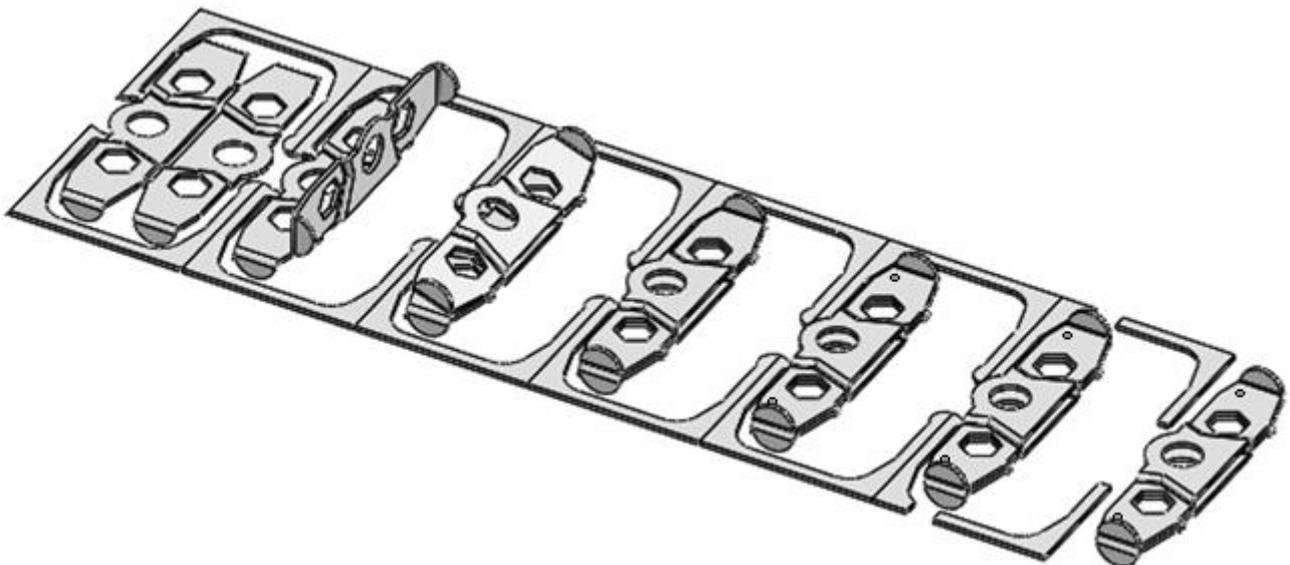
Mise en bande actuelles des flasques de l'armature assemblés par paire puis soudés :



Principe du soudage par point :

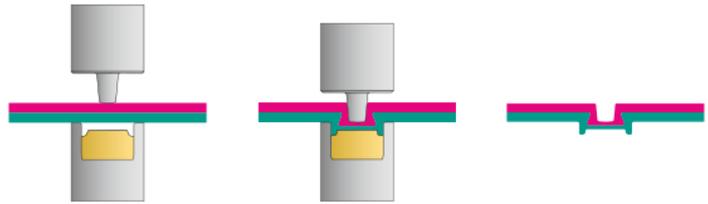
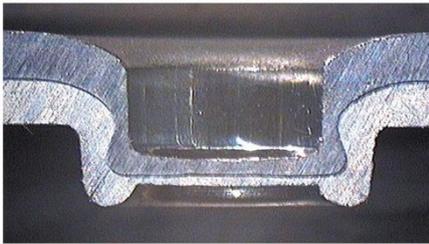


Mise en bande de l'armature avec le processus de découpe, pliage et clinchage :



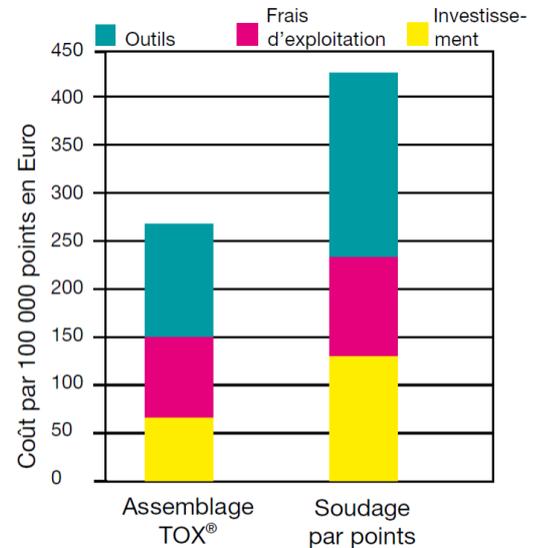
## DT 7 Analyse comparative de solutions d'assemblage

### Principe du clinchage TOX®



Technique simple d'emmanchement sans apport supplémentaire, ni source de chaleur. Le Clinchage consiste en une déformation à froid de deux épaisseurs de tôles qui a pour résultat la formation d'une protubérance.

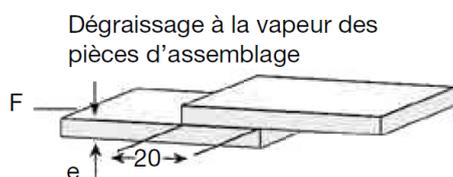
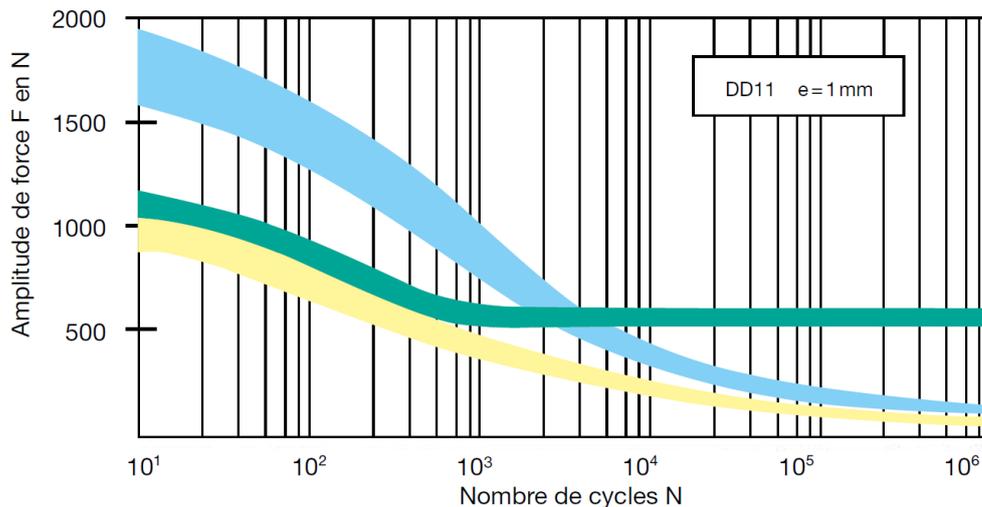
Grâce à son aspect économique et sa fiabilité, le Clinchage TOX® est un procédé reconnu et apprécié dans toutes les industries du travail de la tôle.



### Rapport d'essai du clinchage



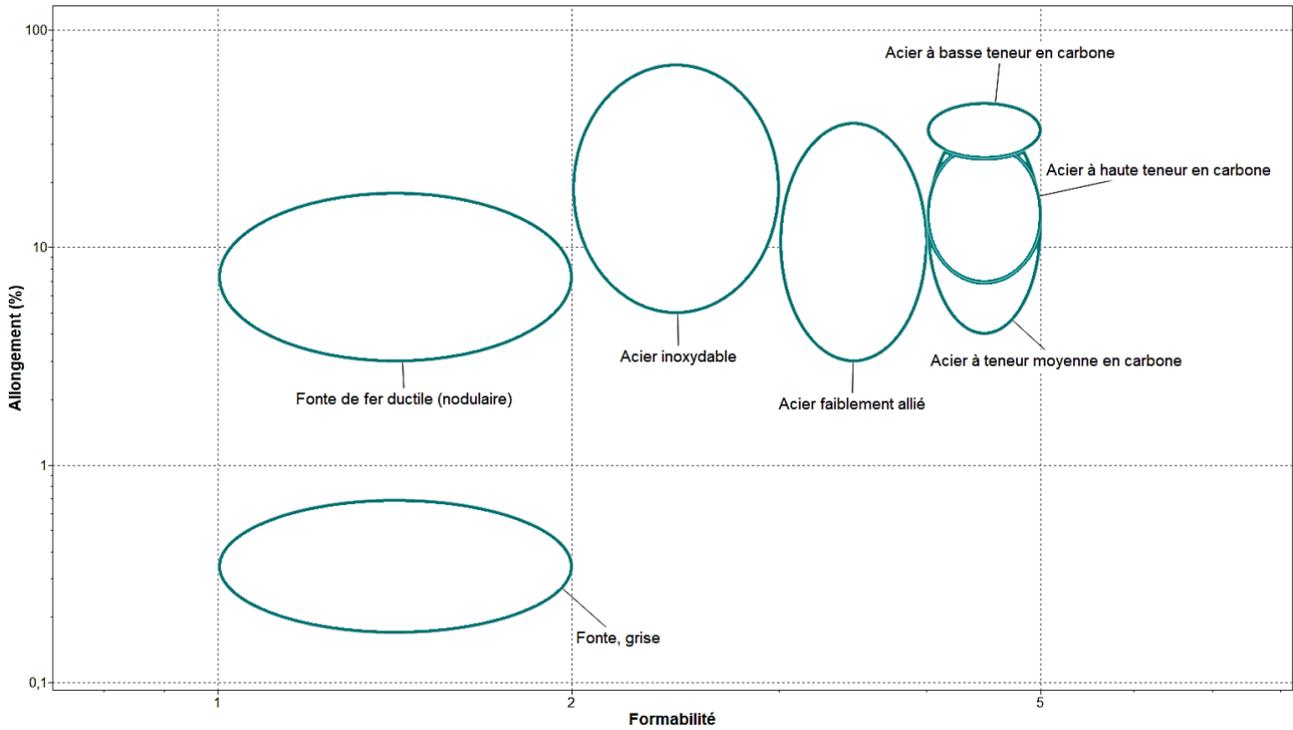
Essais comparatifs de sollicitation à la fatigue entre point rond TOX® et point de soudure. Un assemblage a été soumis à une précharge de 1 kN à une fréquence de 35 Hz environ. La résistance à la fatigue a été mesurée jusqu'à la rupture du point.



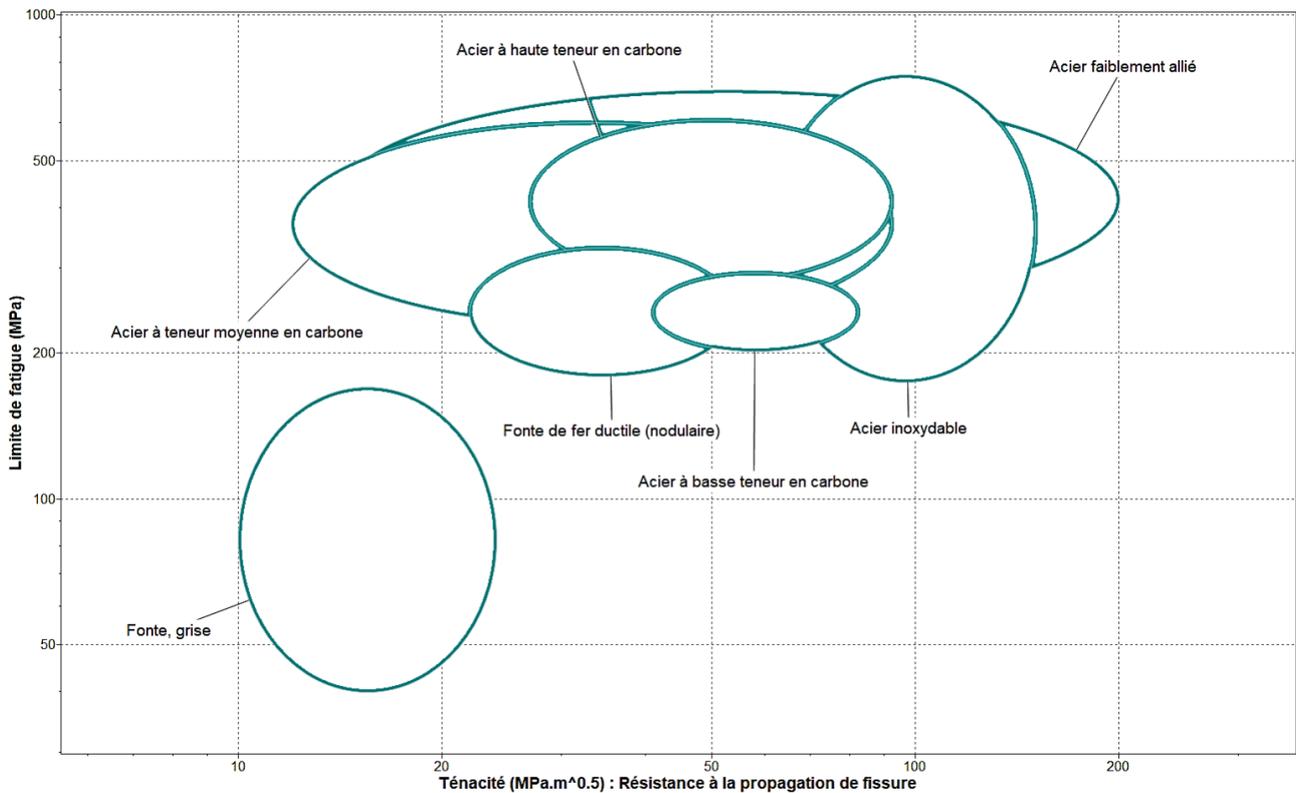
Dégraissage à la vapeur des pièces d'assemblage

grade 6	Résistance d'endurance	
230 N	Soudage par points	<span style="color: blue;">█</span>
180 N	Clinch, forme d'étoile	<span style="color: yellow;">█</span>
560 N	Point Rond TOX®	<span style="color: green;">█</span>

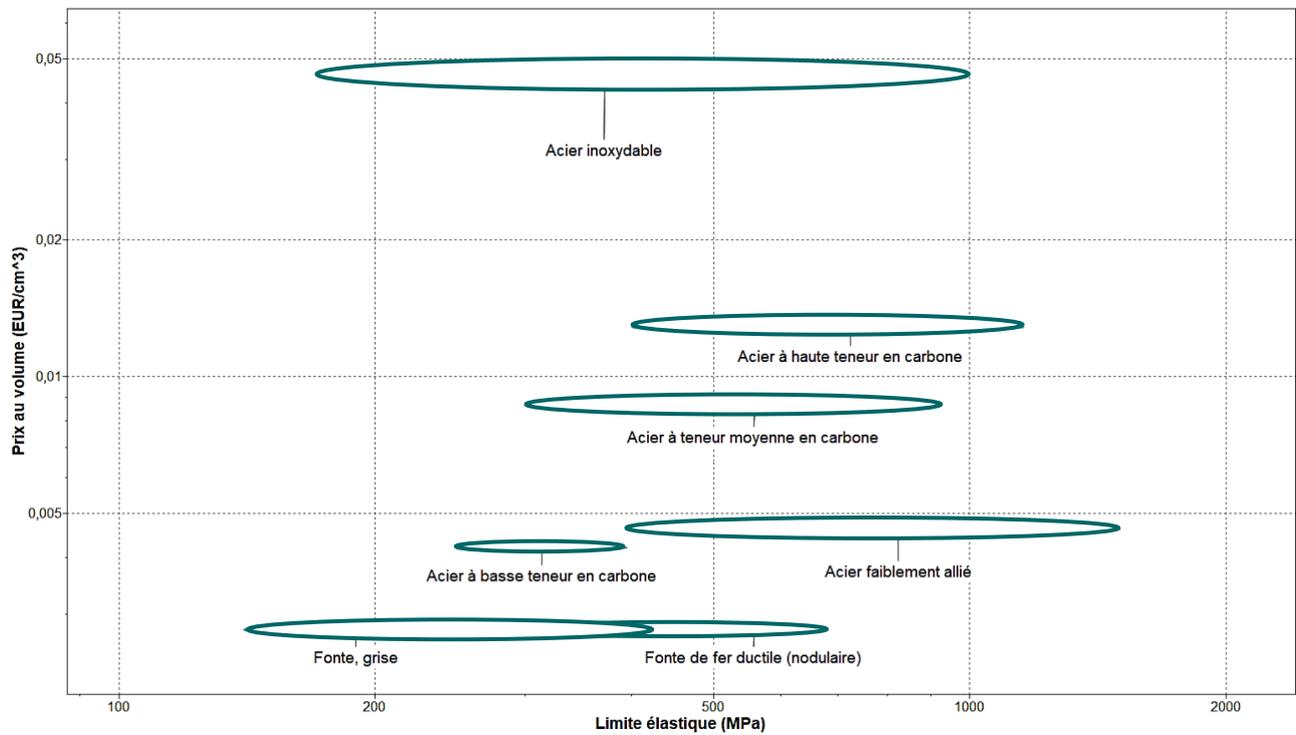
Caractéristiques nécessaires à la découpe, pliage et emboutissage du matériau :



Caractéristiques nécessaires à la cadence et aux chocs d'ouverture de la porte :



Caractéristiques nécessaires aux coûts et à la charge supportée par l'armature :

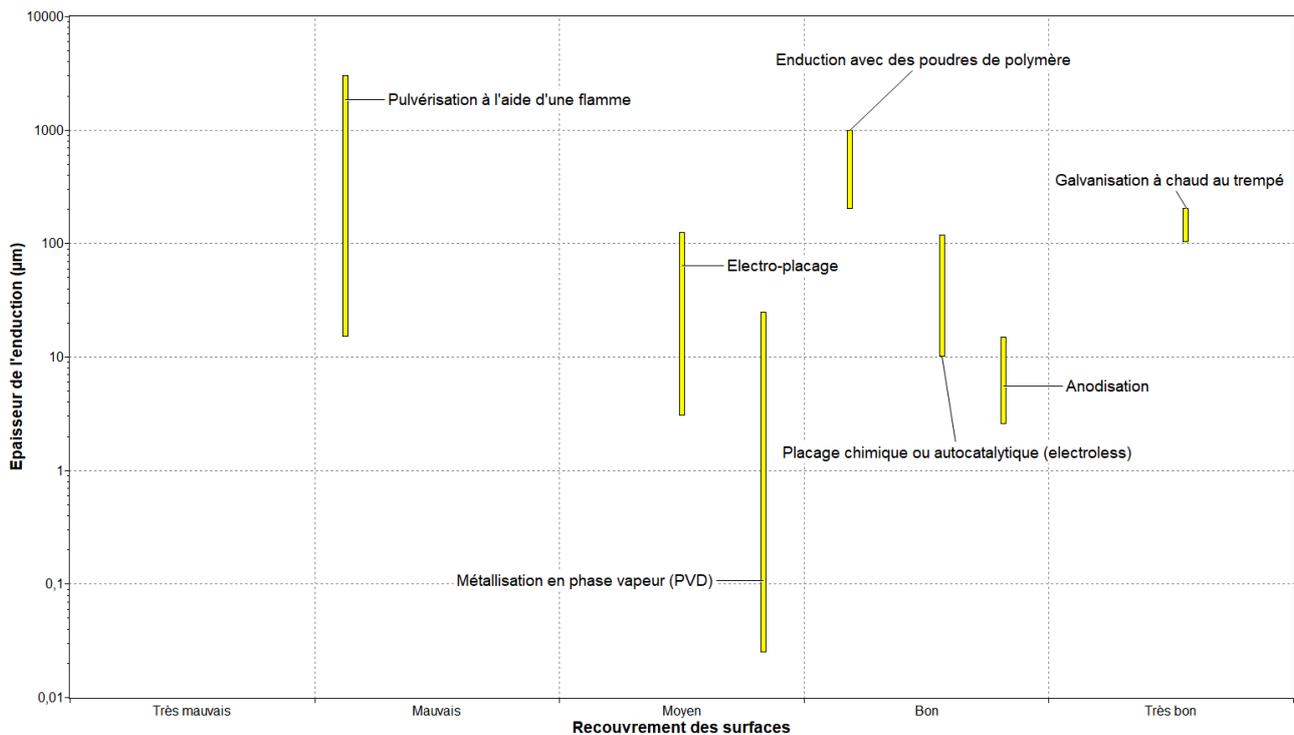


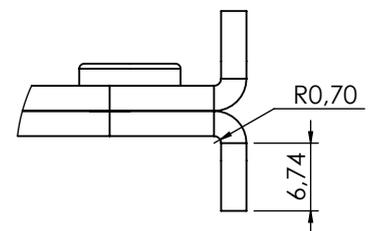
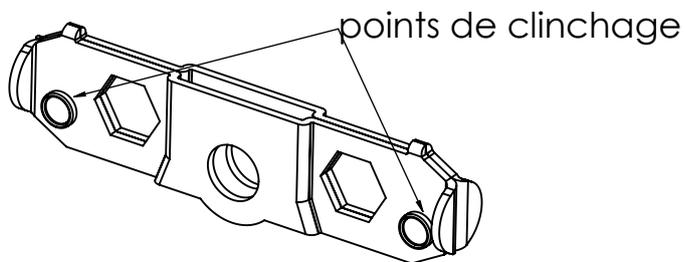
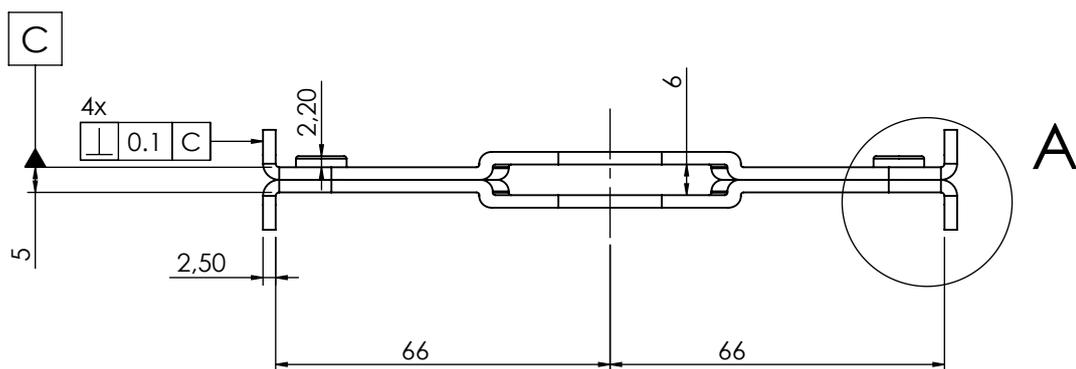
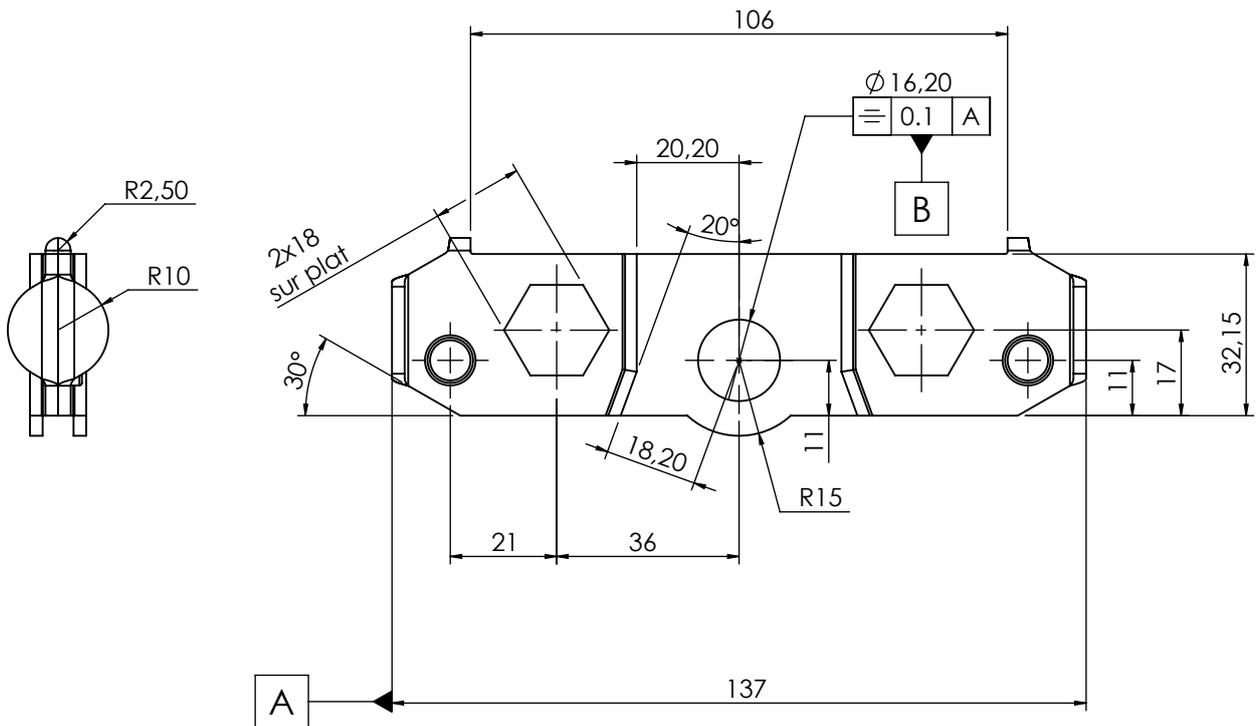
## DT 9 Etude de la protection à la corrosion

D'après le tableau suivant, hormis l'inox, les fontes et les aciers ne répondent pas à la norme

Atmosphère marine	Excellente	0	0	0	1 Acier inoxydable	
	Acceptable	0	0	0	0	
	Usage limité	0	4 Acier faiblement allié Acier à basse teneur en carbone Acier à haute teneur en carbone Acier à teneur moyenne en carbone	2 Fonte de fer ductile (nodulaire) Fonte, grise	0	0
	Inacceptable	0	0	0	0	
		Inacceptable	Usage limité	Acceptable	Excellente	Atmosphère industrielle

Afin de respecter la norme EN 1527, il faut envisager une protection à appliquer sur le nouveau matériau de l'armature pour obtenir un effet anticorrosion tel que l'inox.





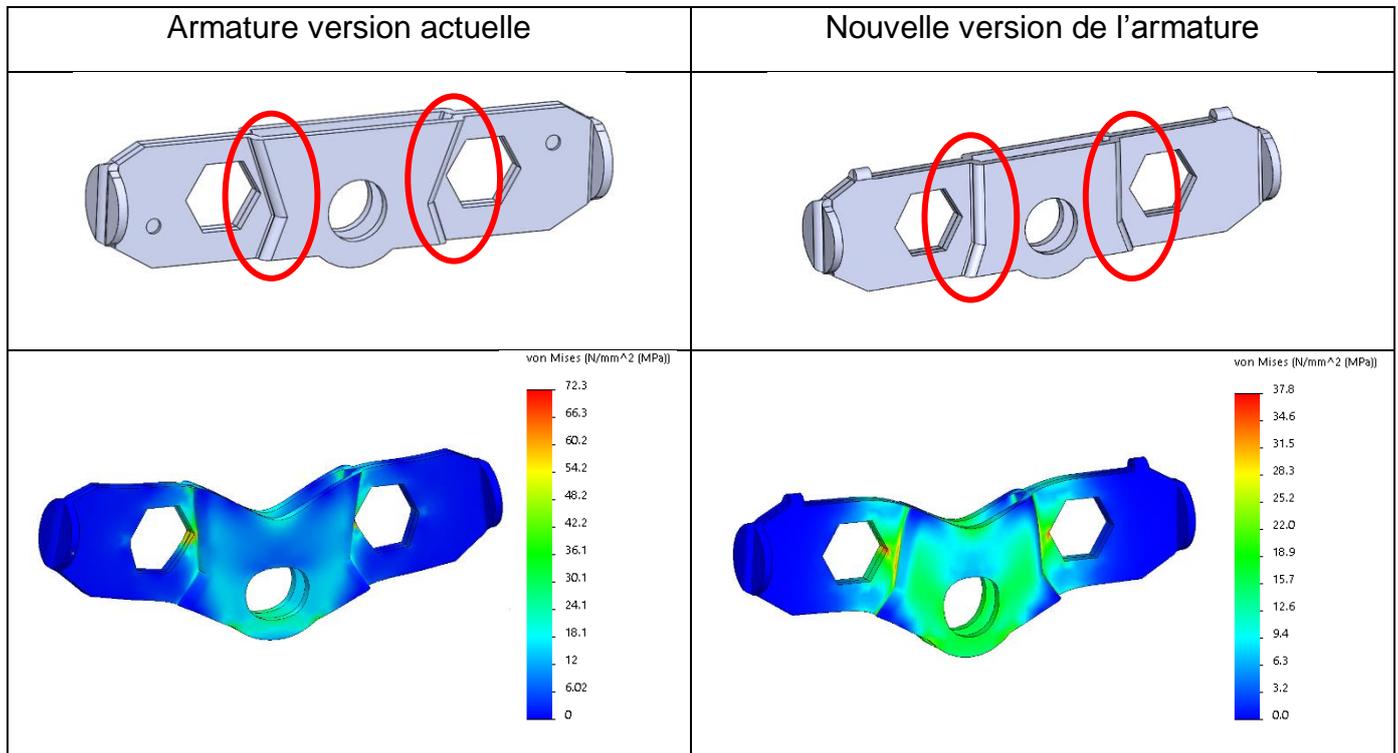
DÉTAIL A  
ECHELLE 4 : 3

 ECHELLE 2:3	Tolérance générale JS13/js13	Rpg : 320 Mpa	nouvelle version armature	Format: A4V
	matière : DD11 DKP			code CPD4RPA
Épreuve E4 Réponse préliminaire à une affaire			Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage	DT10 page 24/37

# DT 11 Simulation mécanique et d'emboutissage de l'armature

## Simulations mécaniques

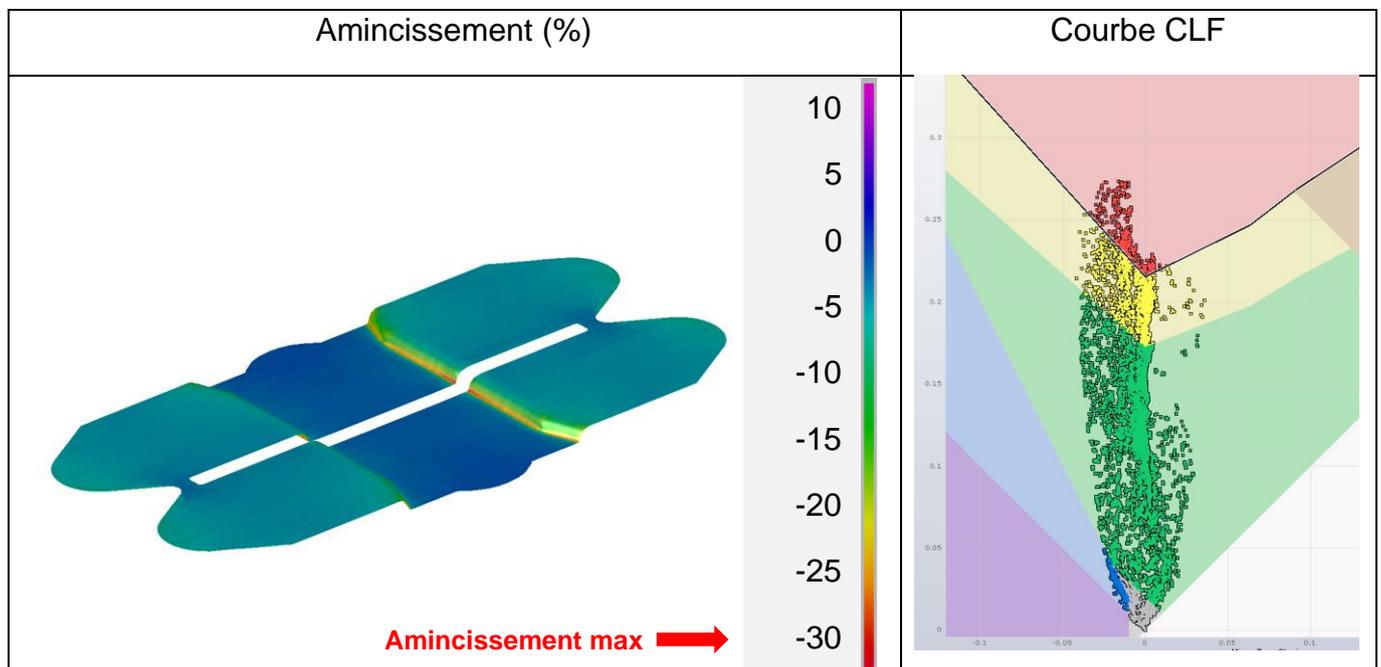
Il est proposé une modification de l'embouti sur la nouvelle version de l'armature. Une simulation mécanique a été réalisée. Les résultats pour la version actuelle et la nouvelle version sont présentés ci-dessous.



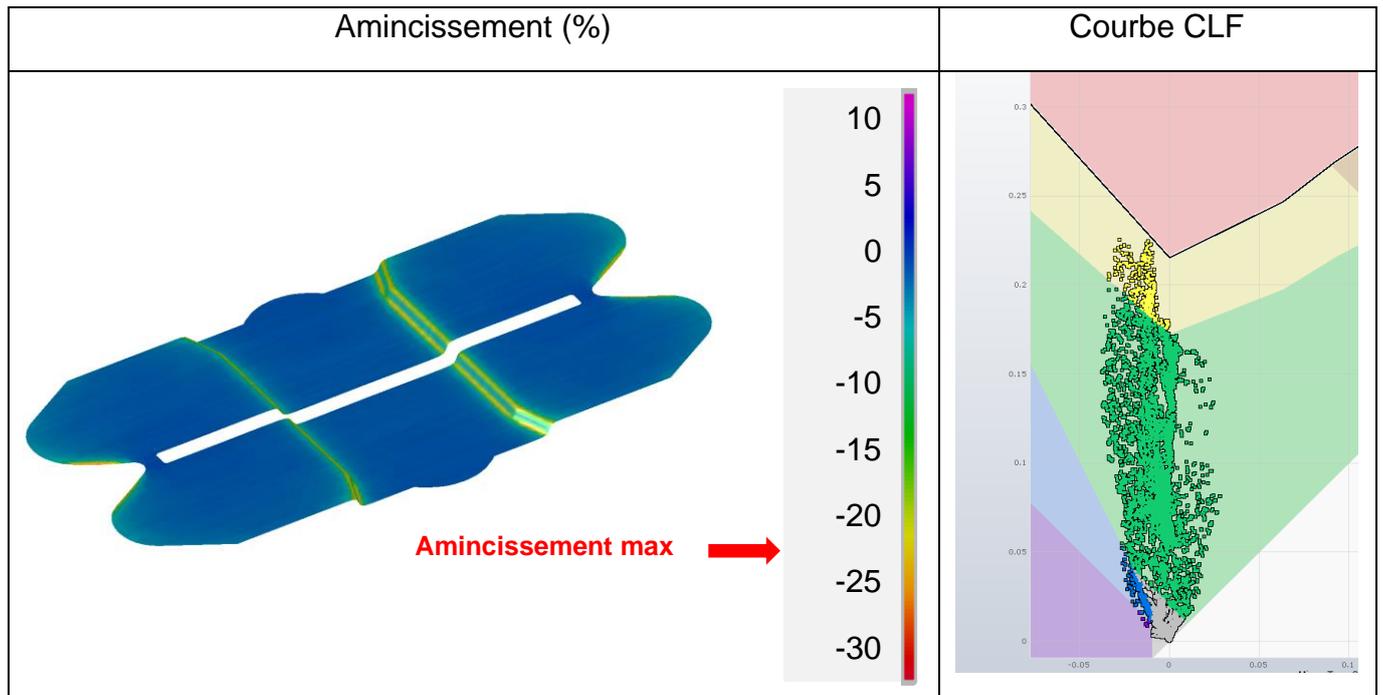
## Simulations d'emboutissage

Le tableau ci-dessous présente les résultats de la simulation d'emboutissage avec différents paramétrages pour les efforts du serre-flan.

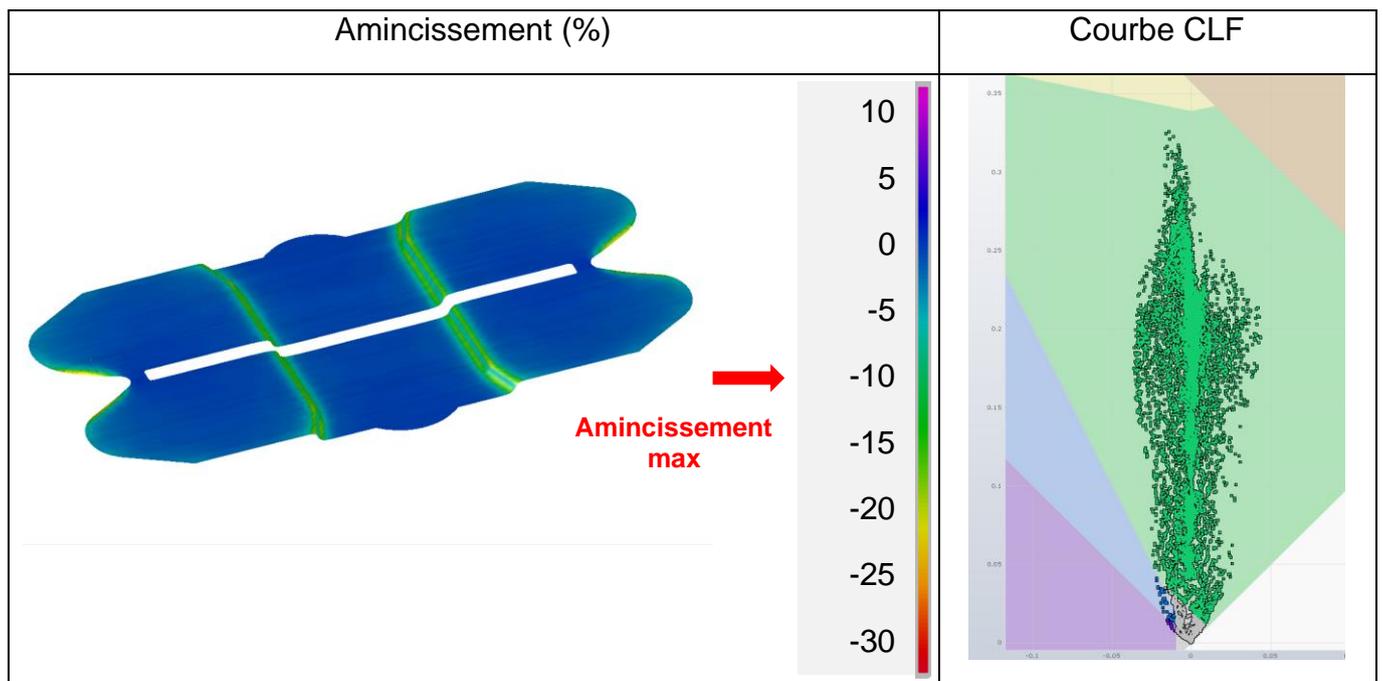
### Simulation 1 - effort de serrage 100%



Simulation 2 – effort de serrage 75%

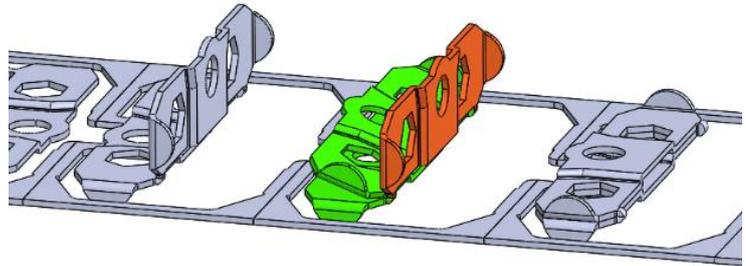


Simulation 3 – effort de serrage 30%



## DT 12 Solutions constructives permettant le pliage de 90° à 160 °

Présentations des solutions permettant de réaliser le pliage de 90° (pièce en orange) à 160°(pièce en vert)

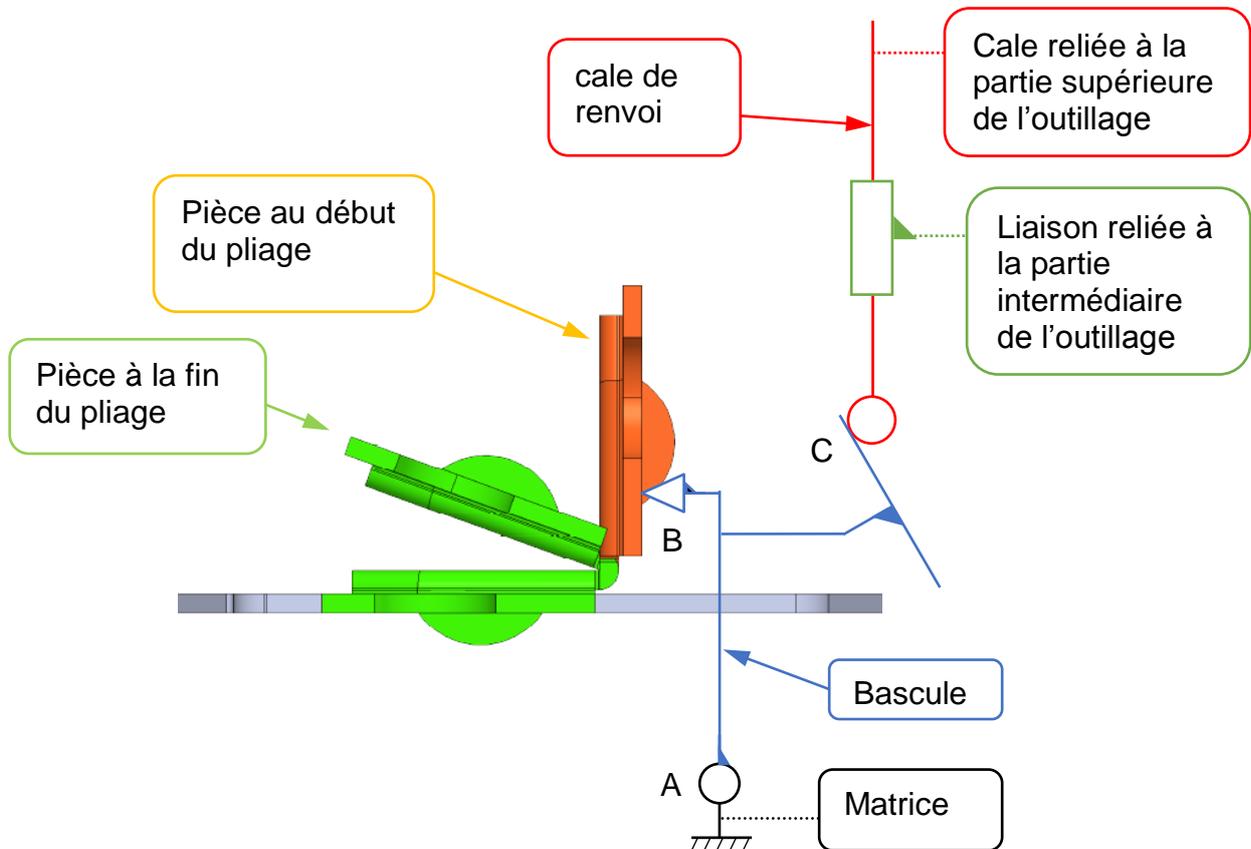


### Solution 1

Cette solution est composée de deux éléments :

Une cale de renvoi (en rouge), reliée à la partie supérieure de l'outil est animée d'un mouvement de translation verticale

Une bascule (en bleu), montée dans la partie inférieure de l'outil, est composée d'un plan incliné qui est en contact avec la cale de renvoi

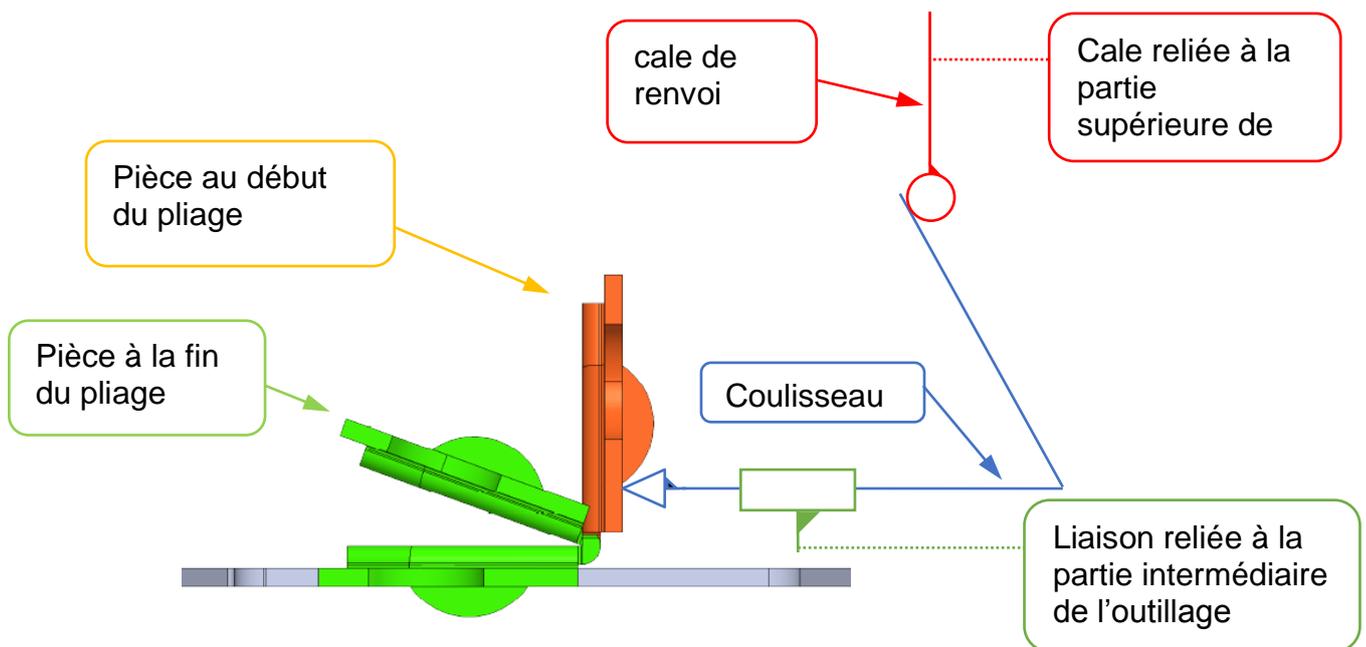


## Solution 2

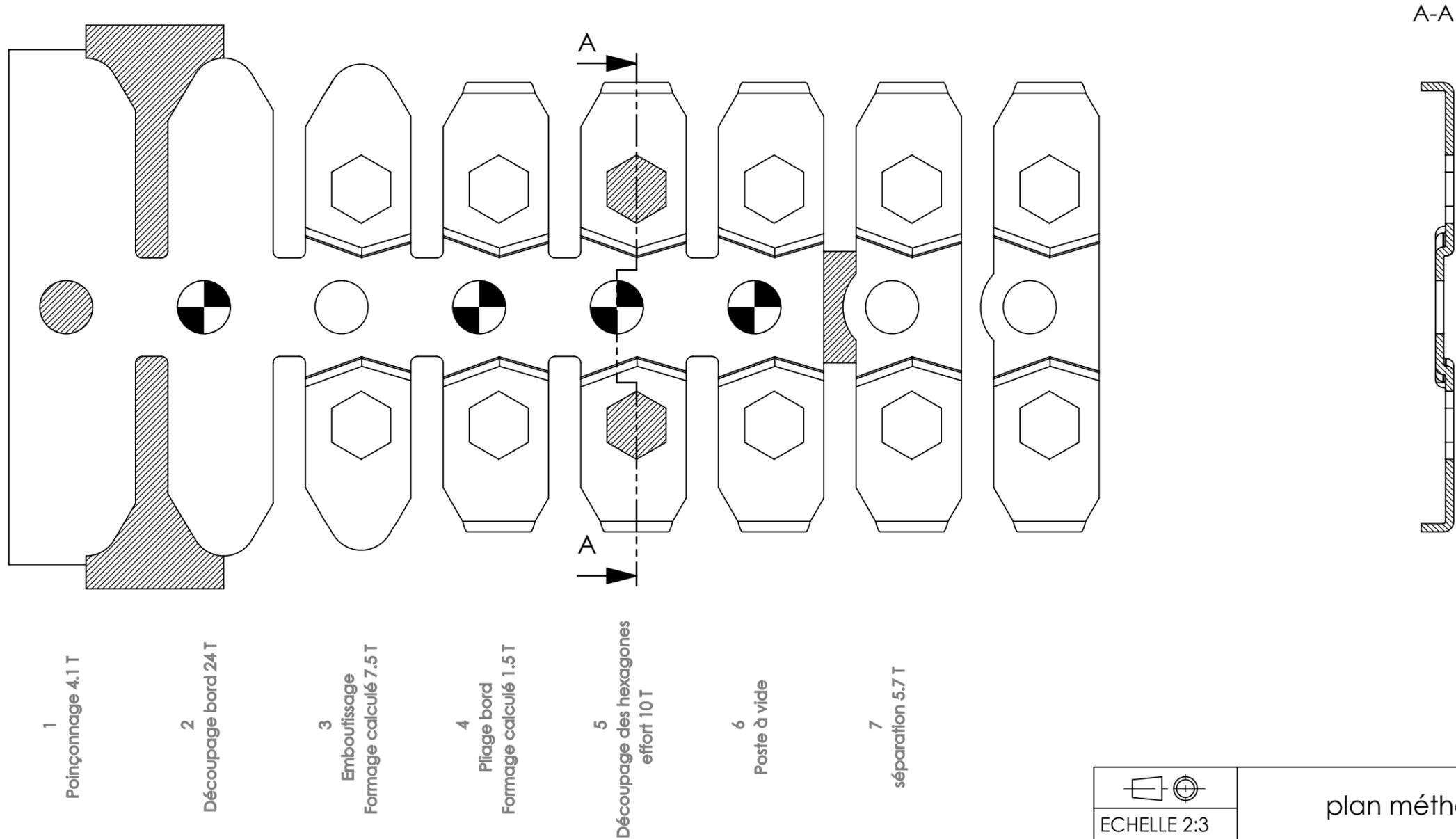
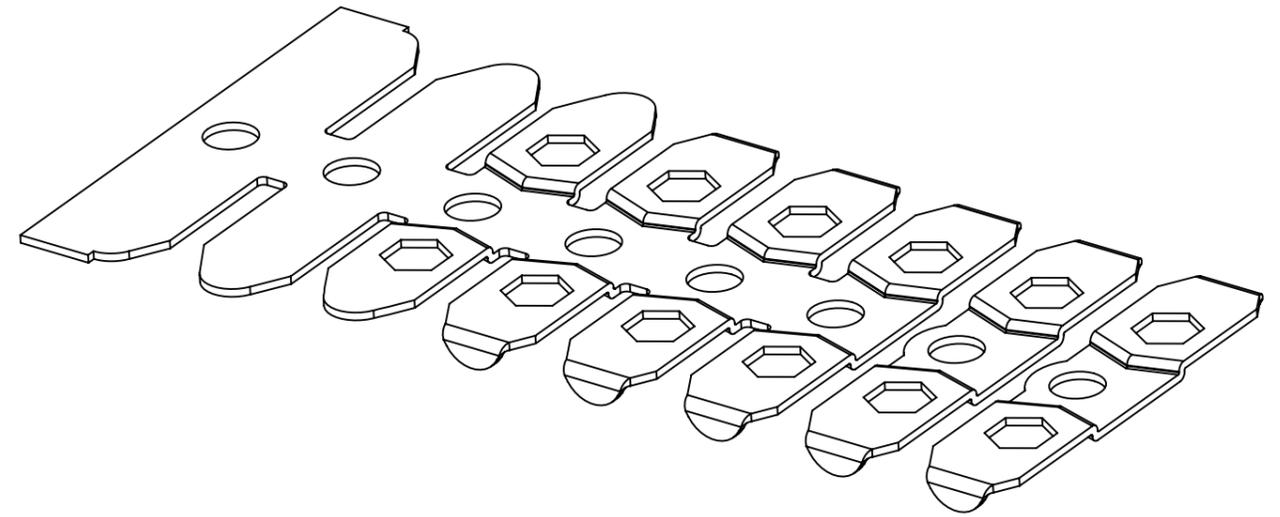
Cette solution est composée de deux éléments :

Une cale de renvoi (en rouge), reliée à la partie supérieure de l'outil est animée d'un mouvement de translation verticale

Un coulisseau (en bleu), monté dans la partie intermédiaire de l'outil, est composé d'un plan incliné qui est en contact avec la cale de renvoi.



Pas : 42.000mm  
 Largeur de bande : 157.000mm  
 Épaisseur : 2.500mm  
 Matière : inox 304L  
 Effort total : 56 T  
 Effort de découpage total : 46.28 T  
 Périmètre du contour découpé : 578.447mm  
 Nombre de postes : 7  
 Perte matière : 34.11%  
 Matière utilisée : 65.89%



1 Poinçonnage 4.1 T

2 Découpage bord 24 T

3 Emboutissage  
Formage calculé 7.5 T

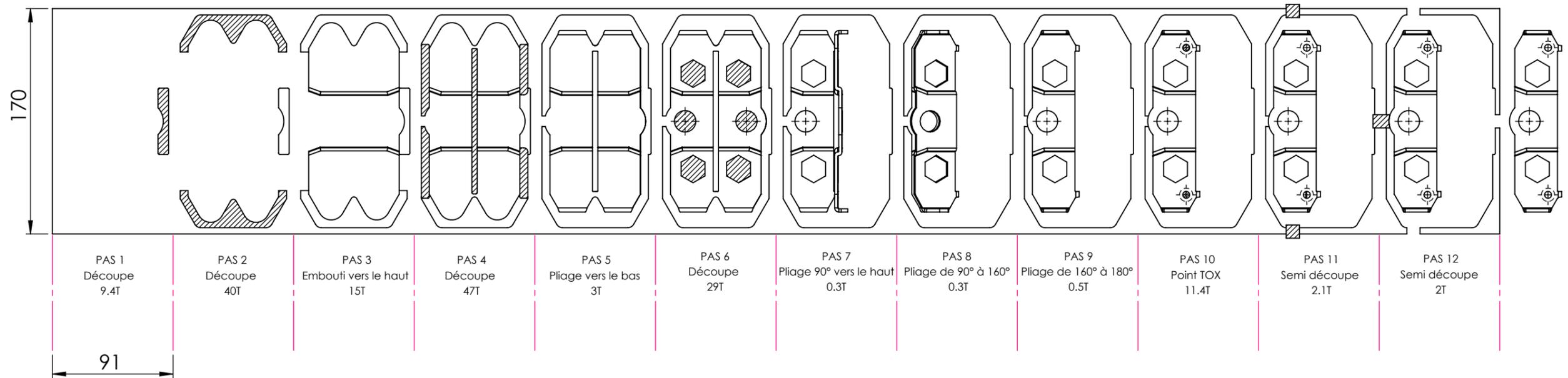
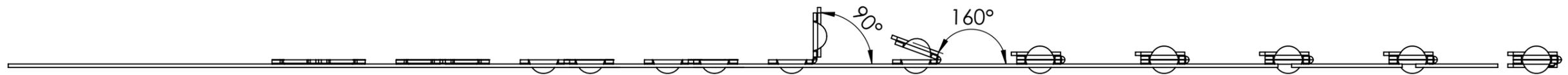
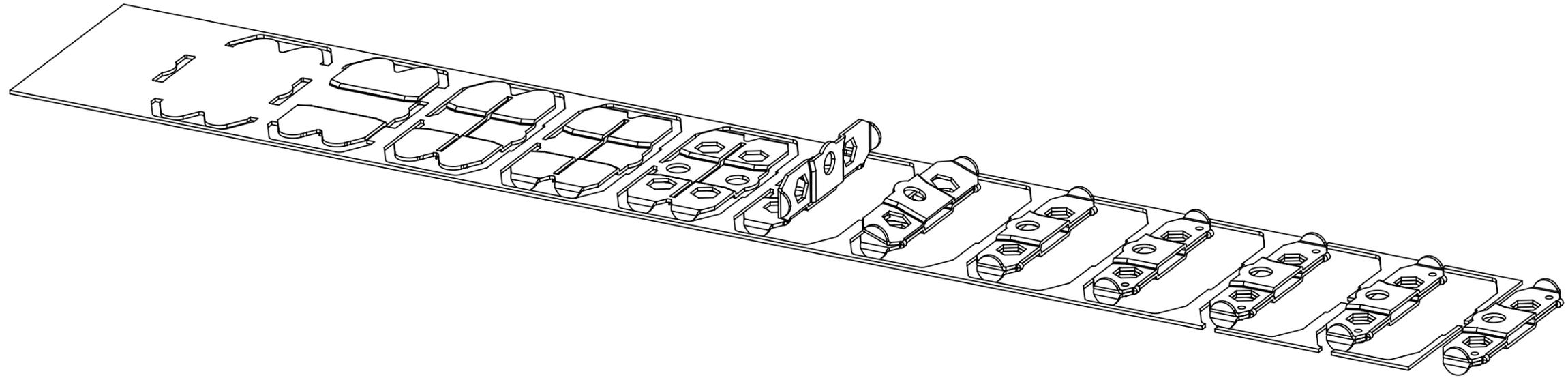
4 Pliage bord  
Formage calculé 1.5 T

5 Découpage des hexagones  
effort 10 T

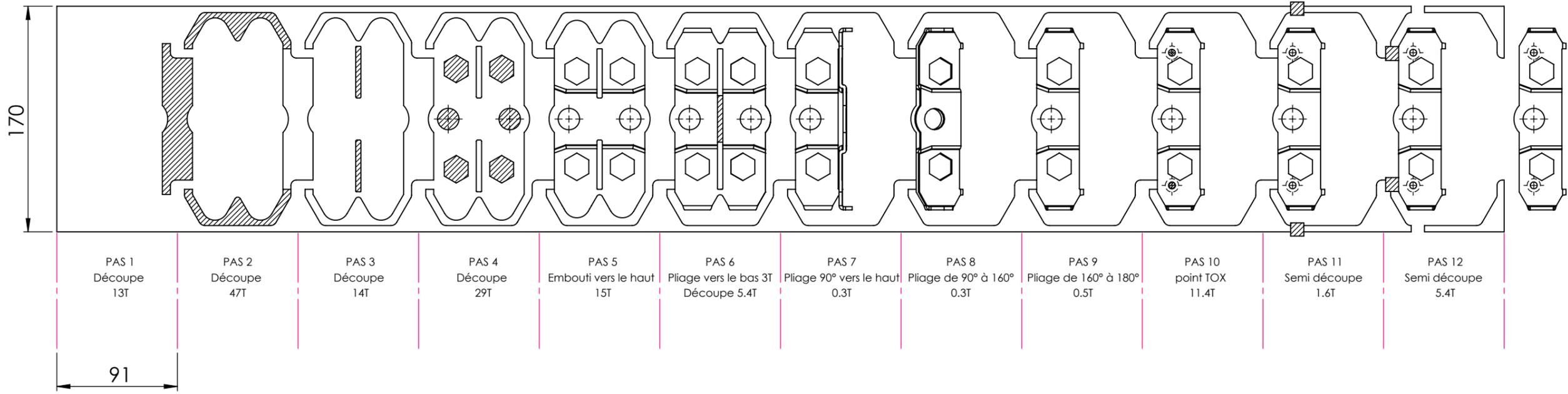
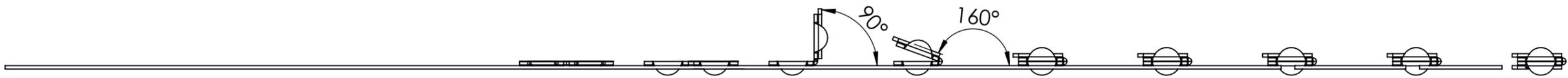
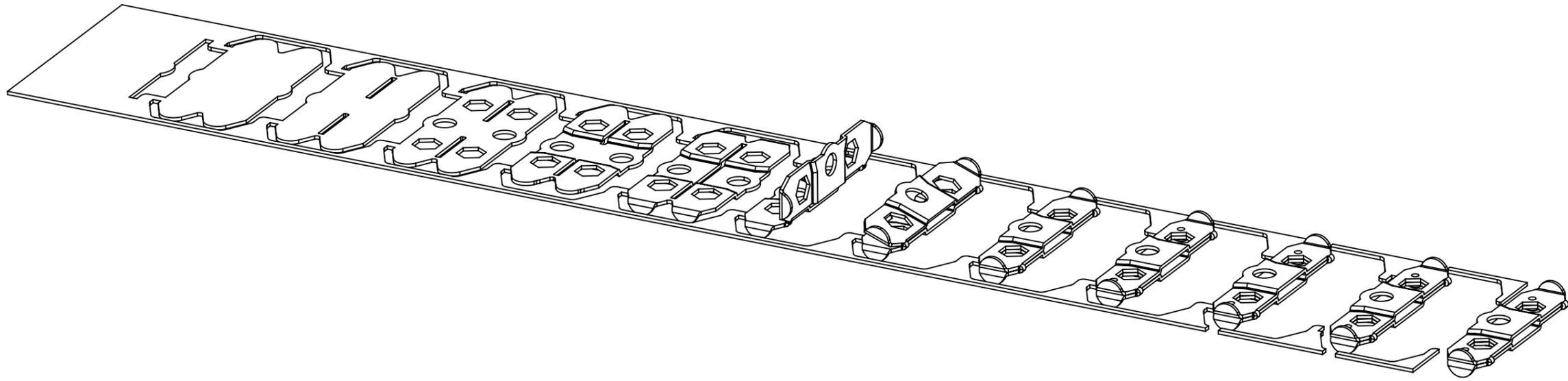
6 Poste à vide

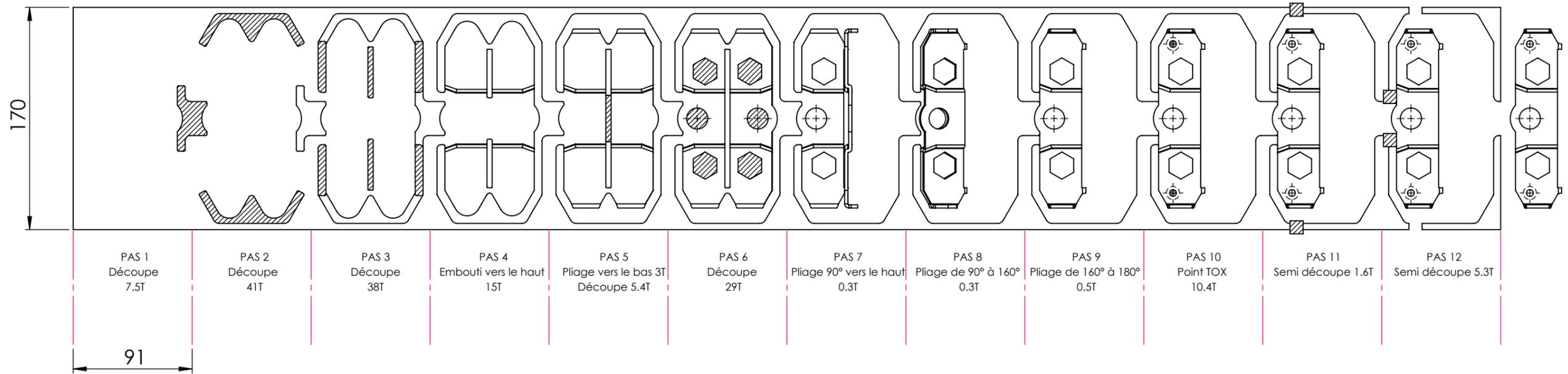
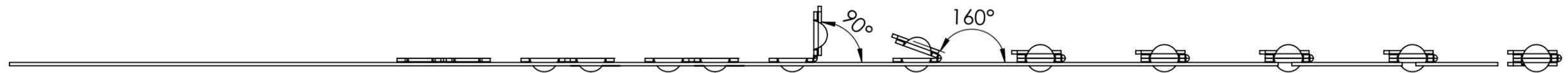
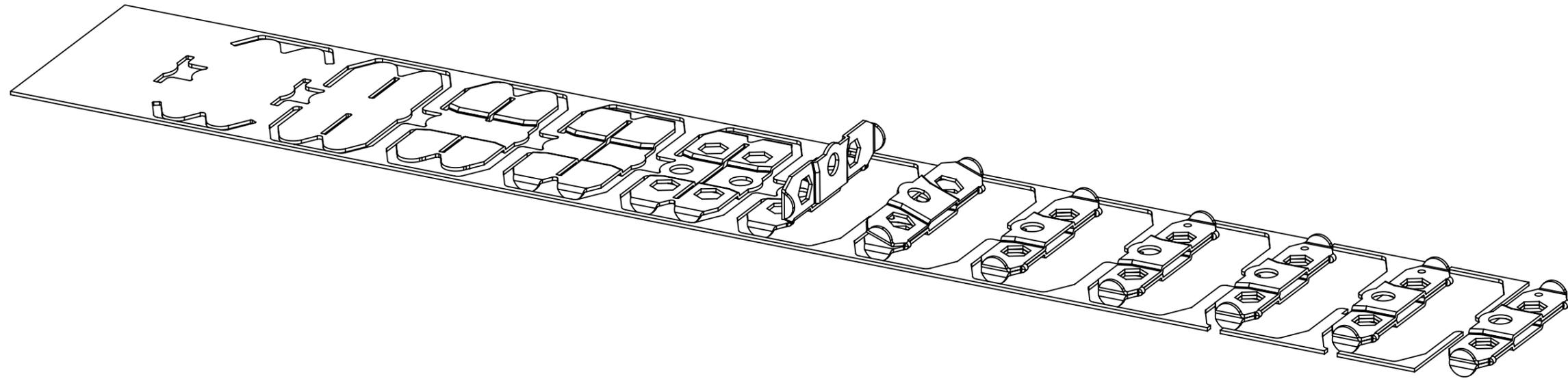
7 séparation 5.7 T

 ECHELLE 2:3	plan méthode armature	Format: A3H
		code CPD4RPA
Épreuve E4 Réponse préliminaire à une affaire	Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage	DT13 page 29/37



 ECHELLE 3:10	Proposition plan méthode 1	Format: A3H
		code CPD4RPA
Épreuve E4 Réponse préliminaire à une affaire	Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage	DT14 page 30/37





 ECHELLE 3:10	Proposition plan méthode 3		Format: A3H
	Épreuve E4 Réponse préliminaire à une affaire		code CPD4RPA
Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage			DT16 page 32/37

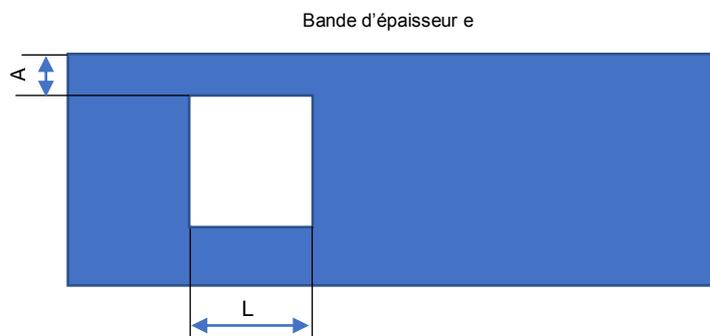
## DT 17 Calcul des largeurs de chute d'une mise en bande

Extrait du calcul des largeurs de chute (source Die Design handbook, Arthur Seltmann)

- Largeur de chute pour coupe droite

La largeur de chute (notée A) à laisser sur le bord de la bande pour éviter sa déformation est fonction de la longueur découpée (notée L)

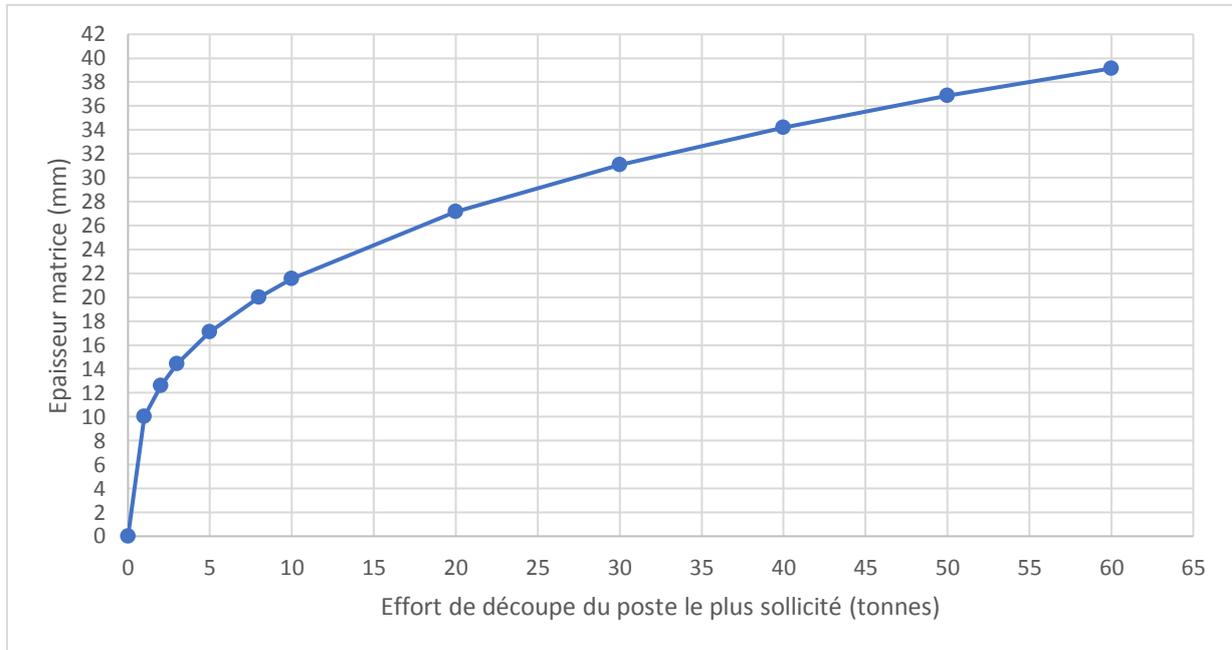
Longueur de coupe L	Largeur de chute A
$L \leq 5e$	$A = e$
$5e < L \leq 10e$	$A = 1.5 \times e$
$10e < L \leq 20e$	$A = 2 \times e$
$20e < L$	$A = 3 \times e$



## DT 18 Calcul des dimensions d'une matrice

### Déterminer l'épaisseur minimum d'une matrice

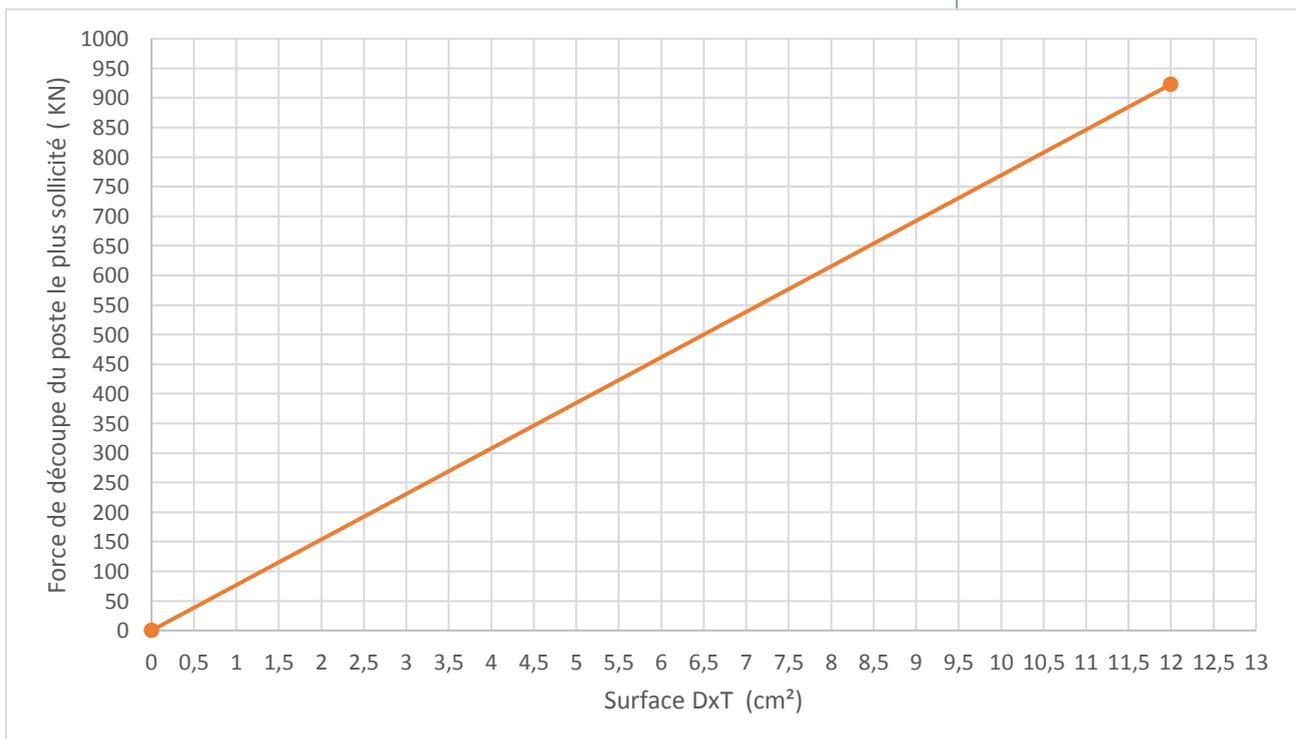
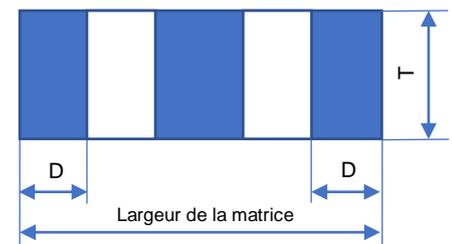
Le graphique ci-dessous permet de déterminer l'épaisseur matrice en fonction de la force de découpe. Attention à prendre la force de découpe du poste qui est le plus sollicité.



### Déterminer la largeur minimum d'une matrice

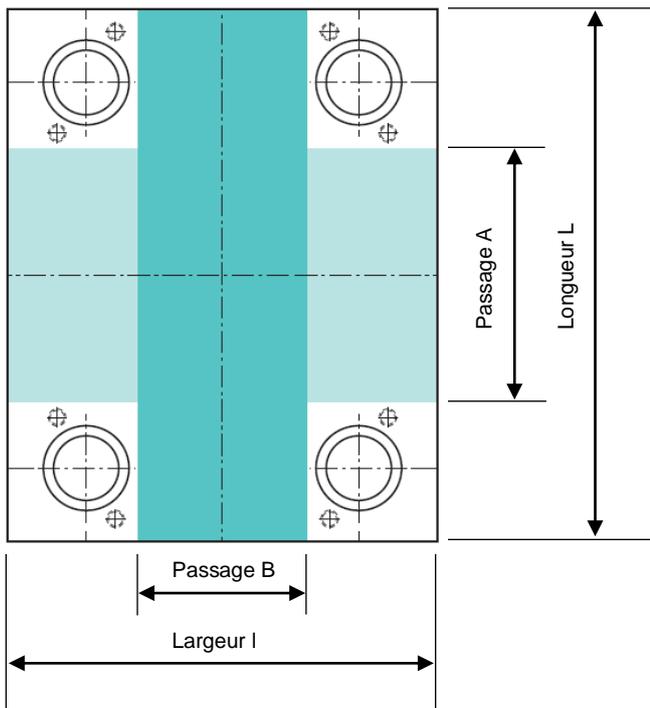
Soit  $T$  l'épaisseur de la matrice et  $D$  la dimension entre le bord de la matrice et un passage dans la matrice.

Il existe une relation entre la section  $D \times T$  (en  $\text{cm}^2$ ) et la force de découpe du poste qui est le plus sollicité :



## DT 19 Choix des dimensions de plaques-outil standards

La représentation ci-dessous est une plaque-outil standard.



Extrait de références de plaques-outil standards

Références	I	L	A	B
Réf a	346	896	718	180
Réf b	396	896	687	200
Réf c	396	996	787	200
Réf d	496	896	687	300
Réf e	496	996	787	300
Réf f	496	1196	987	300
Réf g	596	996	787	400

## DT 20 Formulaire de calcul au flambage

Soit  $l$ , la longueur libre du poinçon.

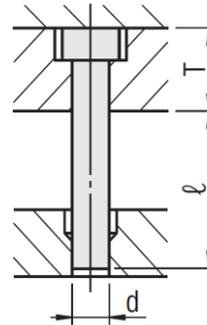
Pour éviter le flambage :  $l < 2 \times \frac{\pi}{s} \times \sqrt{\frac{EI}{F}}$

E module d'élasticité poinçon = 200 000 N/mm<sup>2</sup>

I (mm<sup>4</sup>) moment quadratique pour des poinçons rectangulaire =  $\frac{b \times h^3}{12}$

F (N) Effort de découpage

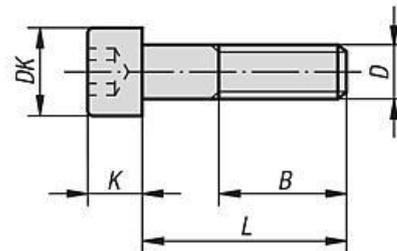
s : coefficient de sécurité = 3



### Dimensions vis CHC M6

D	DK	K	L		
M6	10	6	50	55	60

B = 18 pour 50 < L < 60



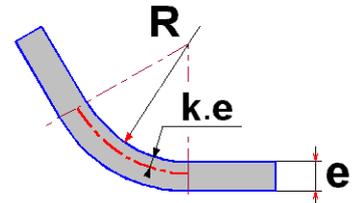
## DT 21 Formulaire de calcul de pièces pliées

### Calcul du développé d'une pièce

Pour calculer le développé d'une pièce pliée, il faut connaître la position de la fibre neutre. Celle-ci n'est pas au milieu de l'épaisseur, mais déplacée vers l'intérieur du pli en fonction du rapport R/e.

Le rayon de fibre neutre peut alors s'exprimer comme :

$$R_n = R + k e$$



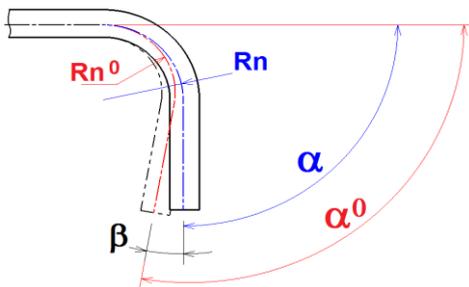
Valeur de **k** en fonction du rapport **R/e** (Norme DIN 6935)

<b>R / e</b>	0.25 < R/e ≤ 1	1 < R/e ≤ 1.5	1.5 < R/e ≤ 2.4	2.4 < R/e ≤ 3.8	3.8 < R/e
<b>k</b>	<b>0.3</b>	<b>0.35</b>	<b>0.4</b>	<b>0.45</b>	<b>0.5</b>

### Calcul du retour élastique

Le retour élastique est exprimé par le rapport entre l'angle maxi de pliage  $\alpha_0$  et l'angle réel de pliage après relâchement  $\alpha$

$$k = \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad k = \text{facteur de retour élastique (spring back)}$$



$\beta$  représente l'angle de surpliage nécessaire pour obtenir l'angle  $\alpha$

⇒ Formule de GARDINER permettant de calculer le facteur k

$$k = 4 \left[ \frac{R_n Re}{e E} \right]^3 - 3 \left[ \frac{R_n Re}{e E} \right] + 1$$

e : épaisseur tole (mm)	Re : résistance élastique pièce = 345 Mpa
Rn : rayon fibre neutre	E : module de Young pièce = 200 000 Mpa