

PROPOSITION DU POIDS DES COMPÉTENCES À ÉVALUER

C1	S'Informier Analyser	C11	Décoder un CdCf		
		C12	Analyser un produit	Q : 1. - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 – 13 – 14– 15 – 16	70%
		C13	Analyser une pièce	Q : 20 - 23	15%
		C14	Collecter des données		
C2	Traiter Décider	C21	Organiser son travail		
		C22	Étudier et choisir une solution	Q : 17 – 18 - 19 - 21	15%
C3	Mettre en œuvre Produire	C31	Définir une solution. un projet en exploitant des outils informatiques		
		C32	Produire les dessins de définition de produit		
		C33	Produire les documents connexes		
C4	Communiquer Informier	C41	Communiquer dans le cadre d'une revue de projet		
		C42	Communiquer en entreprise		

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Étude et Définition de Produits Industriels

Épreuve E1 - Unité U 11

Étude du comportement mécanique d'un système technique

SESSION 2021

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Compétences sur lesquelles porte l'épreuve :

C 12 : Analyser un produit
C 13 : Analyser une pièce
C 21 : Organiser son travail
C 22 : Étudier et choisir une solution

Temps conseillé

Lecture du sujet

(20 minutes)

Partie 1 : Étude géométrique

(30 minutes)

1.1 Recherche de la course utile du vérin 1

1.2 Recherche de la course utile du vérin 2

Partie 2 : Étude cinématique

(45 minutes)

2.1 Étude de condition de coupe du vérin 1

2.2 Étude de condition de coupe du vérin 2

Partie 3 : Étude statique

(40 minutes)

Partie 4 : Choix des vérins

(10 minutes)

Partie 5 : Étude résistance des matériaux

(35 minutes)

Partie 1. ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE

Recherche des courses des vérins pneumatiques 1 & 2 réalisant la fonction technique FT 211 & FT 221 : Pousser le bloc de savon

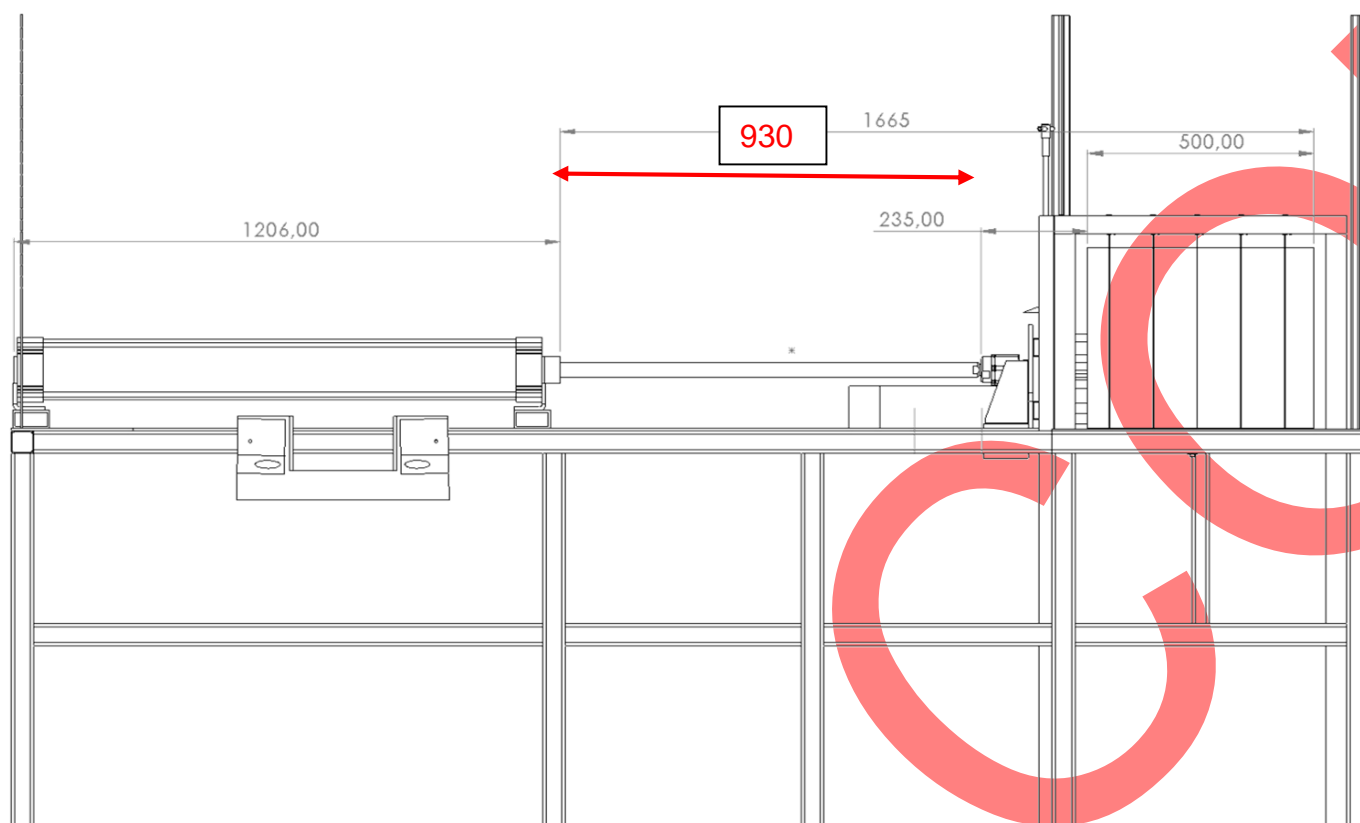
Temps conseillé : 30 mn

Cette partie a pour objectif :

- ✓ De déterminer la course des vérins pneumatiques en vue du choix du vérin.

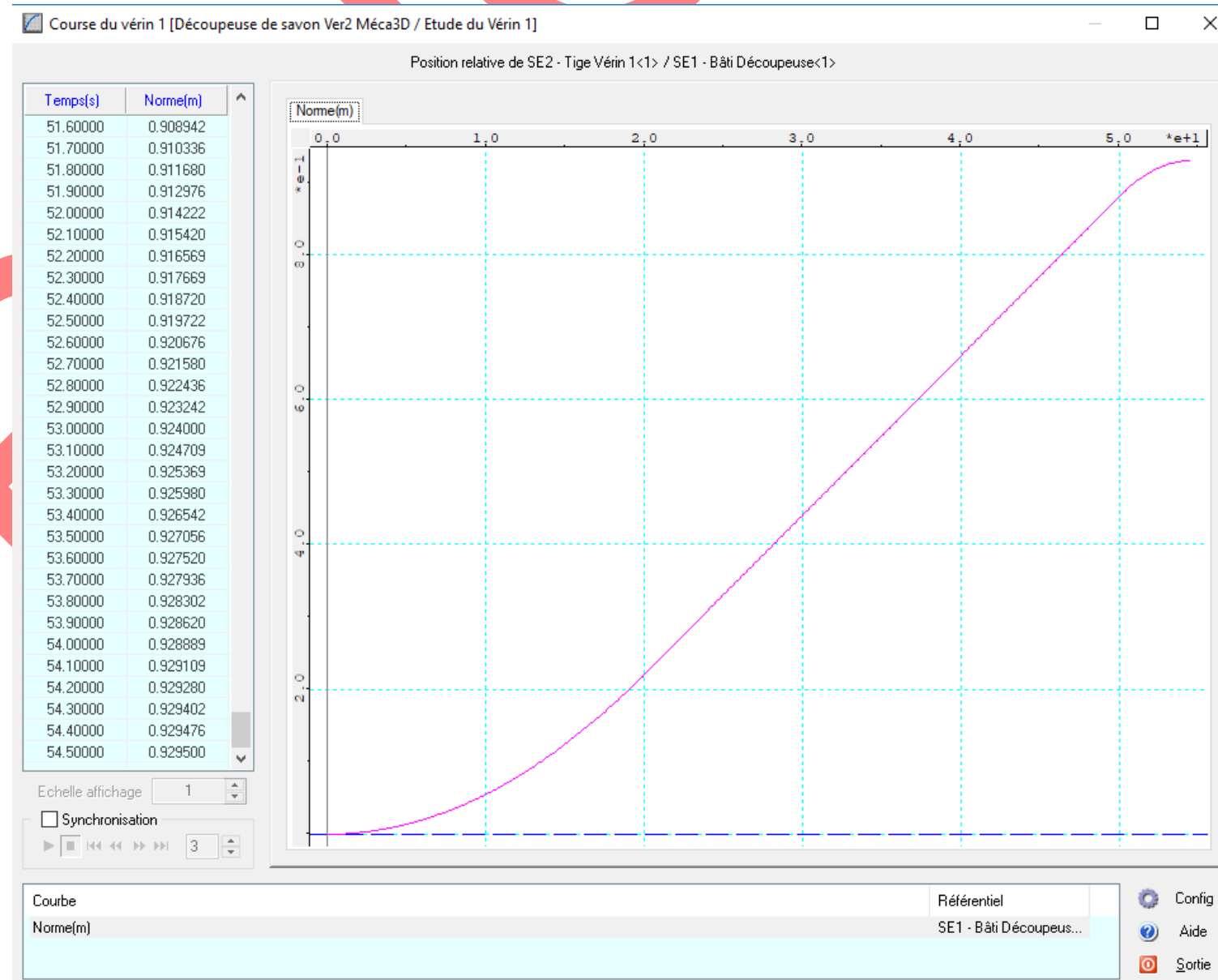
1.1. Recherche de la course utile du vérin 1

Le dessin ci-dessous montre le vérin 1 en position sortie.



La courbe de la course du vérin 1 est affichée ci-dessous.

Le temps de la course maximale de sortie du vérin 1 est de 54,5 s et l'unité de la course est en mètre.



Question n° 1: Calculer la course utile du vérin.

$$\text{Course du vérin 1} = 1665 - 500 - 235 = 930 \text{ mm}$$

1.2. Recherche de la course utile du vérin 2

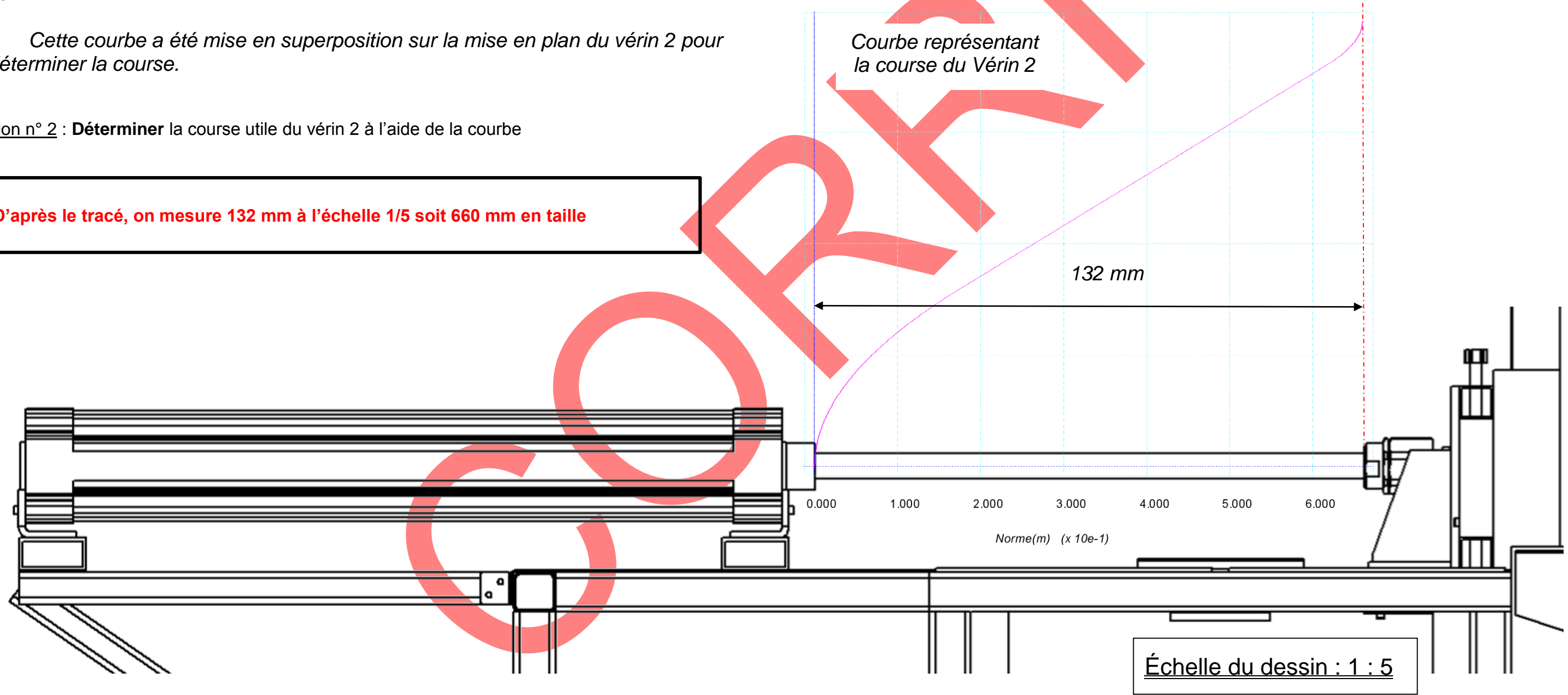
Le dessin ci-dessous montre le vérin 2 en position sortie.

À partir de la simulation, le bureau d'études a obtenu la courbe de la course du vérin 2.

Cette courbe a été mise en superposition sur la mise en plan du vérin 2 pour déterminer la course.

Question n° 2 : Déterminer la course utile du vérin 2 à l'aide de la courbe

D'après le tracé, on mesure 132 mm à l'échelle 1/5 soit 660 mm en taille



Partie 2. ÉTUDE CINÉMATIQUE

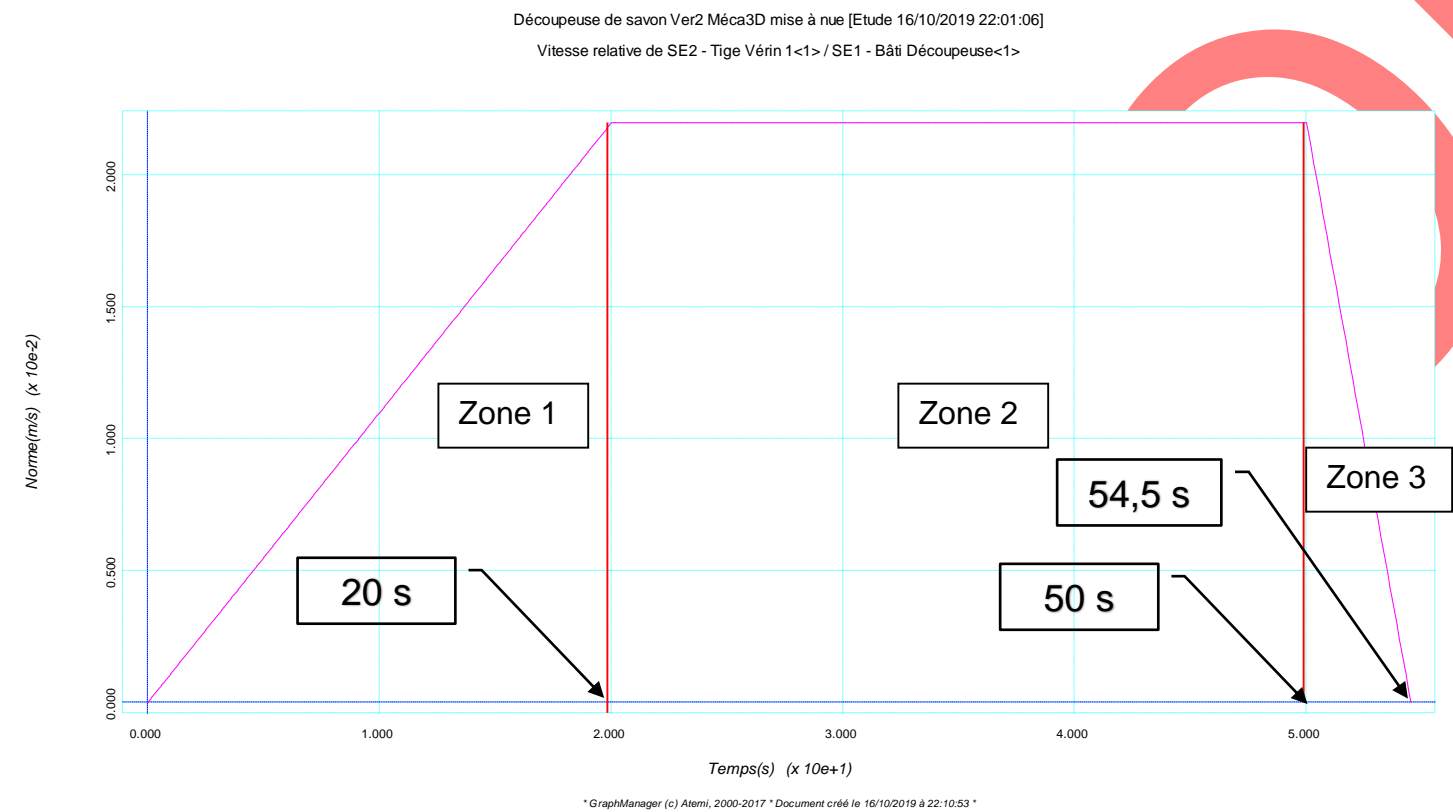
Recherche des vitesses des vérins pneumatiques 1 & 2 réalisant la fonction technique FT 211 & FT 221 : Pousser le bloc de savon

Temps conseillé : 45 mn

✓ Cette étude a pour but de déterminer si le bloc de savon est découpé à vitesse constante du début de la coupe à la fin de coupe.

D'après le cahier des charges, la vitesse de coupe doit être constante pour éviter des stries sur le bloc de savon. Les essais ont démontré cette vitesse constante ne doit dépasser 0,022 m/s. Il faut vérifier que le bloc de savon se présente à vitesse constante devant la grille de découpage.

2.1 Étude de condition de coupe du vérin 1



Question n° 3 : Déterminer le type de mouvement de translation (constant, accéléré ou décéléré)

Zone de la courbe	Type de mouvement
Zone 1	M.T.R.U.V (Accéléré)
Zone 2	M.T.R.U (Uniforme)
Zone 3	M.T.R.U.V (Décéléré)

Question n° 4 : Calculer à l'aide des équations horaires du mouvement de translation (uniforme ou uniformément accéléré) l'espace du début de la zone 1 jusqu'à la fin de la zone 2.

Relever sur la courbe ci-contre, les valeurs dont vous avez besoin. Pour effectuer le calcul aidez-vous des équations des différentes zones ci-dessous.

Zone 1 :

$a = \text{Constante}$

$V = a \times t$

$X = \frac{1}{2} \times a \times t^2$

à $t = 20\text{s} \rightarrow V = 0,022 \text{ m/s}$

$a = V / t = 0,022 / 20 = 0,0011 \text{ m/s}^2$

$X = \frac{1}{2} \times 0,0011 \times 20^2 = 0,22 \text{ m}$

Du début de la zone 1 à la fin de la zone 1 on a 220 mm de déplacement.

Zone 2 :

$a = 0$

$V = \text{constante} = 0,022 \text{ m/s}$

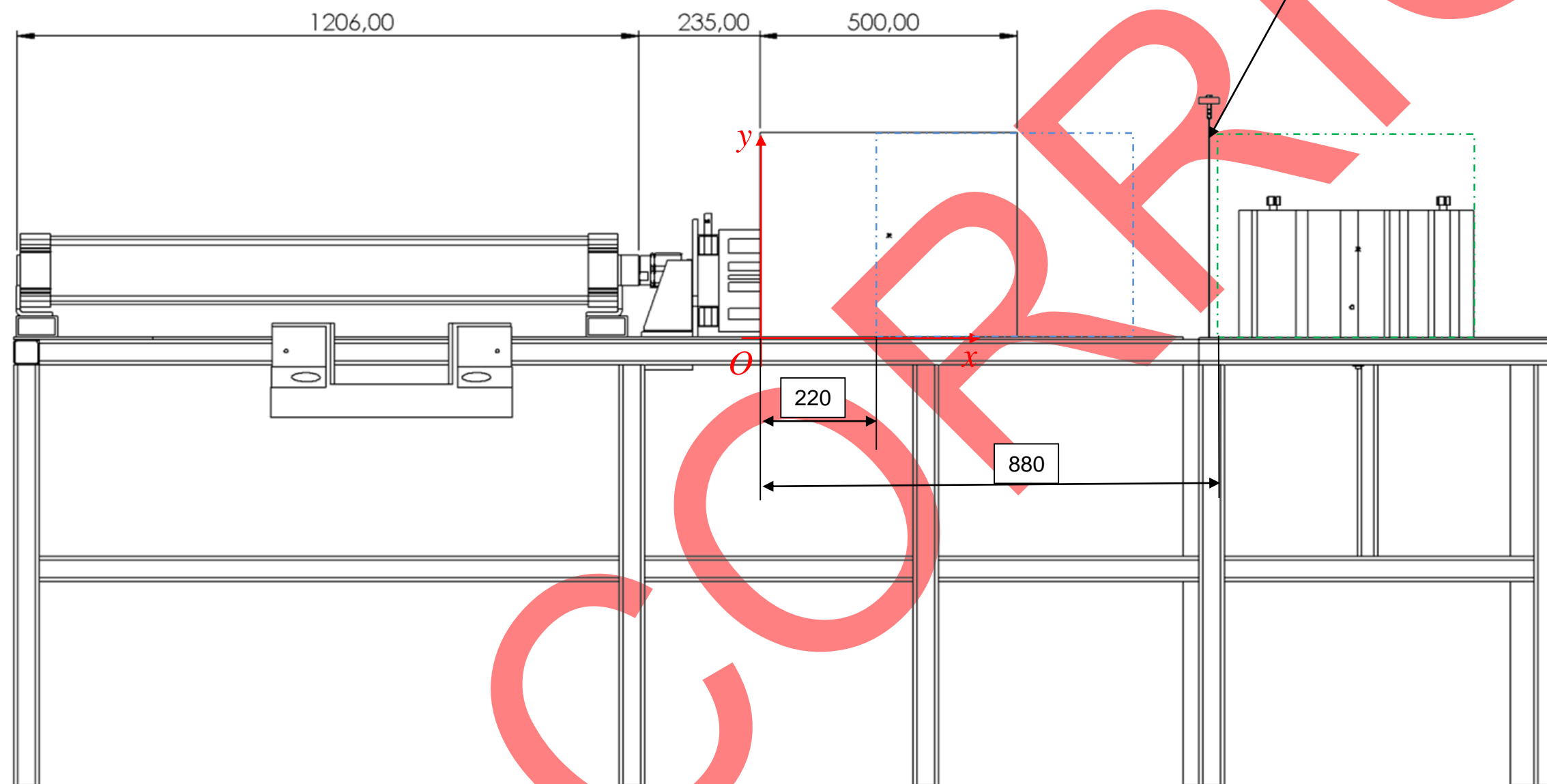
$X = V \times (t - t_0) + X_0$

$X = 0,022 \times (50 - 20) + 0,22 = (0,022 \times 30) + 0,22 = 0,88 \text{ m.}$

Du début de la zone 1 à la fin de la zone 2, on a 880 mm de déplacement.

Question n° 5 : **Tracer** en bleu, la position du bloc de savon en fin de zone 1 et en vert en fin de la zone 2.

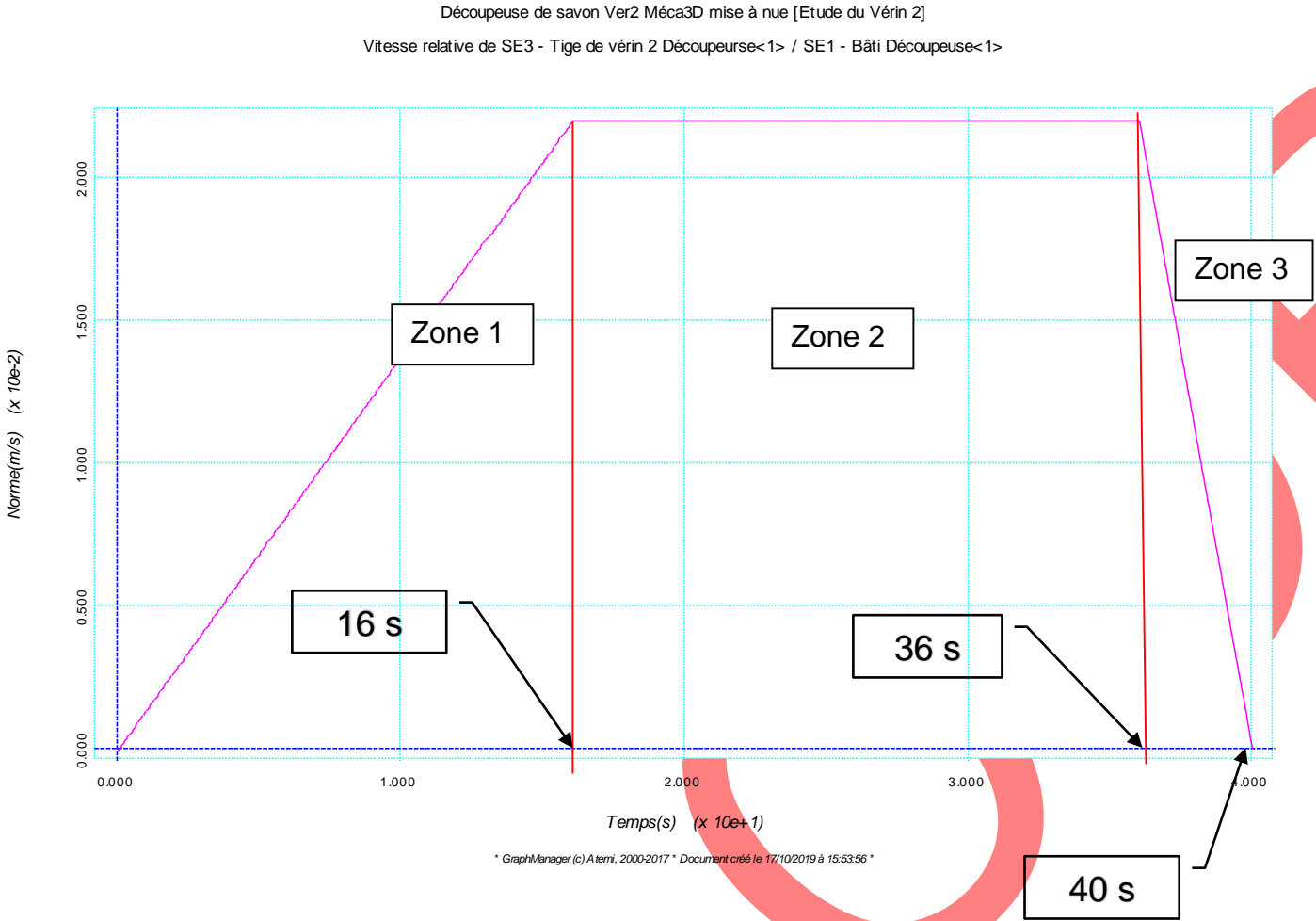
Échelle du dessin : 1 : 10



Question n°6 : **Conclure** et **justifier** la vitesse du vérin 1 en regard du cahier des charges.

Oui, le bloc se présente avant le fil de coupe en vitesse constante et en fin de coupe, le bloc a passé complètement le fil de coupe.

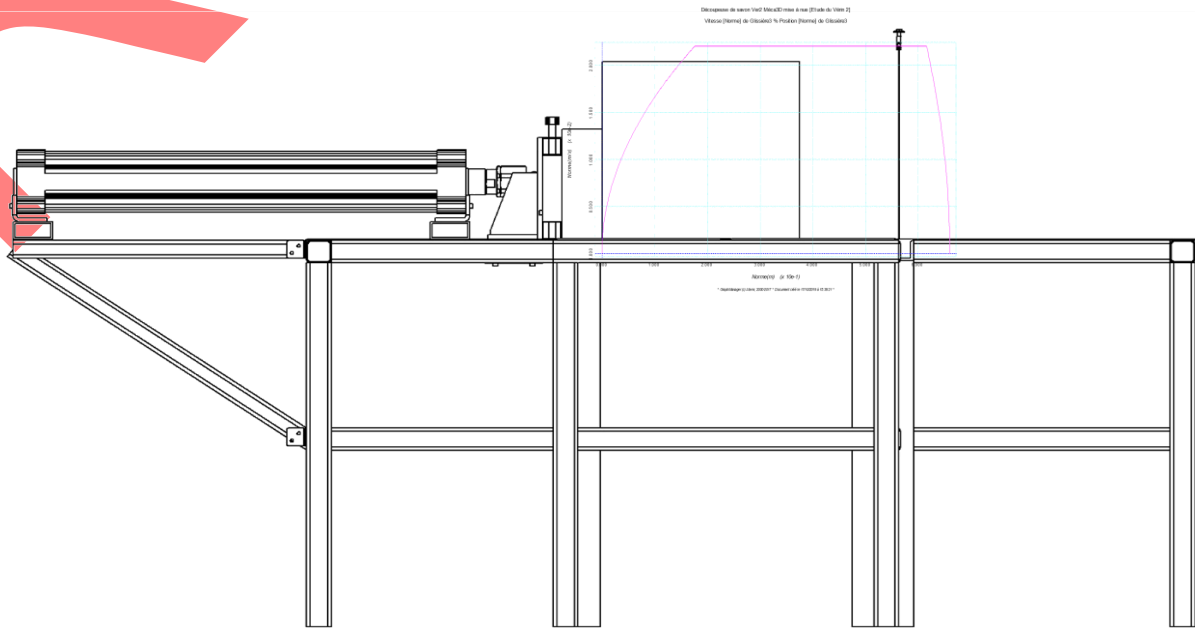
2.2 Étude de condition de coupe du vérin 2



Question n° 7 : Déterminer le type de mouvement de translation (constant, accéléré ou décéléré)

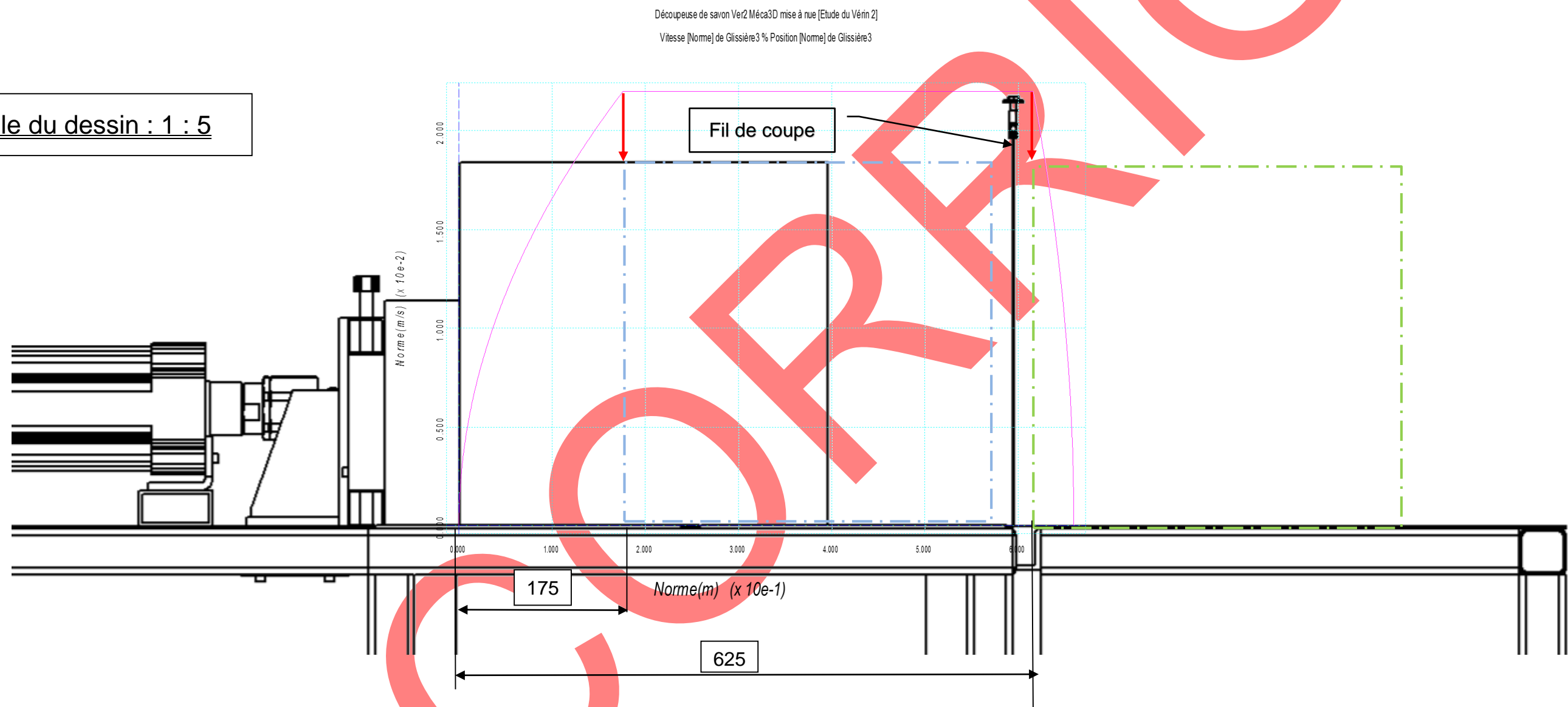
Zone de la courbe	Type de mouvement
Zone 1	M.T.R.U.V (Accéléré)
Zone 2	M.T.R.U (Uniforme)
Zone 3	M.T.R.U.V (Décéléré)

Sur la page 14/21, déterminer les positions avant et après la coupe du bloc de savon à l'aide de la courbe superposée sur la mise en plan de la machine à découper les savons côté arrière. Vérifier si la coupe s'effectue à vitesse constante au vu du cahier des charges. Un aperçu est donné ci-dessous.



Question n° 8 : **Tracer** en bleu la position du bloc de savon en fin de zone 1 et en vert en fin de la zone 2.

Échelle du dessin : 1 : 5



Question n°9 : **Conclure** et **justifier** au sujet de la vitesse du vérin 2 en regard du cahier des charges.

Oui, le bloc se présente avant le fil de coupe en vitesse constante et en fin de coupe, le bloc a passé complètement le fil de coupe.

Partie 3. ÉTUDE STATIQUE

Recherche de l'effort maximal de poussée des vérins pneumatiques réalisant la fonction technique FT 212 & FT 222 : Découper le bloc de savon.

Temps conseillé : 40 mn

- ✓ Cette étude a pour but de déterminer l'effort de poussée maximal des vérins pour découper le bloc de savon.
- ✓ On considère que l'effort de poussée est le même pour les deux vérins.

Données techniques : Le bloc de savon a une masse de 80 Kg et on tiendra compte d'un coefficient de frottement de 0,2 AU POINT R (soit $11,31^\circ$ au cône de frottement).

Détermination de l'effort de poussée avant d'atteindre la zone de coupe.

Question n° 10 : **Isoler** le cube et **faire** le bilan des actions mécaniques en complétant le tableau ci-dessous.

Le point **G** représente l'origine du vecteur Poids

Le point **F** représente l'origine du vecteur de Poussée du vérin

Le point **R** représente l'origine du vecteur Réaction du plateau. Le coefficient de frottement est mis en place à partir de ce point. (Mettre des points ? pour les inconnues)

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité en N
\vec{P}	G	verticale	↓	800 N
\vec{R}	R	Incliné à $11,31^\circ$?	?
\vec{F}	F	HORIZONTAL	?	?

Justifier votre bilan :

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0$$
$$\sum M_{tl}(\vec{F}_{ext}) = 0$$

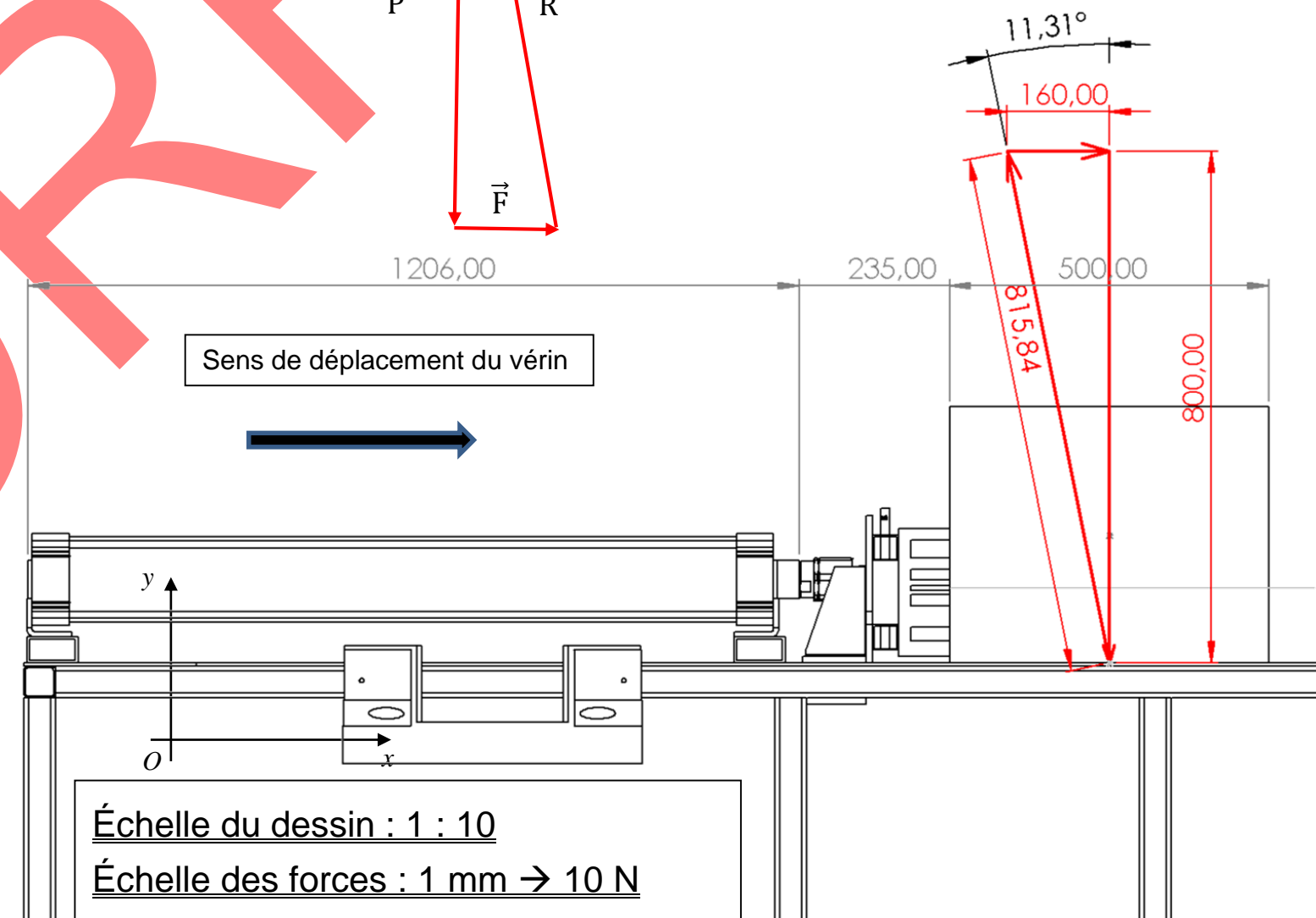
Question n° 11 : Résolution graphique : **Tracer** le dynamique sur la figure ci-dessous :

Départ du tracé du dynamique



$$\|\vec{P}\| = 800 \text{ N}$$

$$\|\vec{F}\| = 160 \text{ N}$$

$$\|\vec{R}\| = 816 \text{ N}$$



Question n° 12 : **Compléter** le tableau des actions mécaniques en remplaçant les points d'interrogation par les données résolues.

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité en N
\vec{P}	G	verticale	↓	800 N
\vec{R}	R	Incliné à 11,31°		815.84 N
\vec{F}	F	HORIZONTAL		160 N

La valeur est de :

$\|\vec{F}_{S2/Cube1}\| = 160\text{ N}$

À l'aide d'un capteur de pression, une mesure a été relevée lors du passage du bloc de savon sur la grille découpe. L'essai a été réalisé dans les conditions les plus défavorables pour obtenir la valeur maximale.

Question n° 13 : **Déterminer** l'effort de coupe sur le bloc de savon en fonction du relevé du capteur de pression.

Sachant que la surface concernée du bloc de savon est de 20 000 mm² (soit 10% de la surface totale du bloc de savon) et que la pression relevée est de 0,05 MPa.

Calculer l'effort de coupe engendré par la grille sur le bloc de savon.

$P\text{ MPa} = F_N / S\text{ mm}^2 \rightarrow F_N = P \times S = 0.05 \times 20\,000 = 1000\text{ N}$

Question n° 14 : **Calculer** l'effort total développé par le vérin sur le bloc de savon lors de sa coupe en tenant compte de l'effort de poussée + effort de coupe :

$F_{\text{Totale}} = F_N + F_{\text{Poussé vérin}} = 1000 + 160 = 1160\text{ N}$

Question n° 15 : **Calculer** la pression d'utilisation en MPa sur le piston du vérin en sortie, sachant que son diamètre est de 125 mm :

$S = \pi \times D^2 / 4 = 3,14 \times 125^2 / 4 = 12\,272\text{ mm}^2$

$P\text{ MPa} = F_N / S\text{ mm}^2 \rightarrow P = F / S = 1160 / 12\,272 = 0,095\text{ MPa}$ soit environ 0.1 MPa

Partie 4. CHOIX DES VÉRINS

Temps conseillé : 10 mn

Le bureau d'études s'est dirigé vers le fabricant de vérin SMC.

Le vérin retenu est un vérin pneumatique double effet simple tige de la série C96.



Des extraits du catalogue ci-contre nous permettront de remplir le tableau ci-dessous pour finaliser le choix.

Question n° 16 : **Compléter** le tableau récapitulatif des caractéristiques calculées en vue du choix des vérins pour un diamètre de piston de 125 mm. Les dimensions seront en mm, N et MPa.

	Alésage	Course calculée en mm Question 1 & 2	Course réelle en mm Tableau p18/21	Effort calculé en N Question 14	Effort théorique minimal en N Tableau p17/21	Pression d'utilisation en MPa Question 15	Pression d'utilisation maximale en MPa Tableau p17/21
Vérin 1	Ø125	930	1000	1160	2454	0.2	1
Vérin 2	Ø125	660	800	1160	2454	0.2	1

Question 17 : **Conclure** sur la pression d'utilisation du réseau pneumatique de l'entreprise :

La pression d'utilisation dans l'entreprise est suffisante, elle est de 6 bars soit 0,6 MPa pour une pression d'utilisation des vérins de 0,2 MPa donnant un effort théorique de 2454 N de poussée.

Question 18 : **Déterminer** les références du vérin 1 :

Référence du vérin 1 :

C96SD B 125-1000

Question n° 19 : **Déterminer** la référence du vérin 2 :

Référence du vérin 2 :

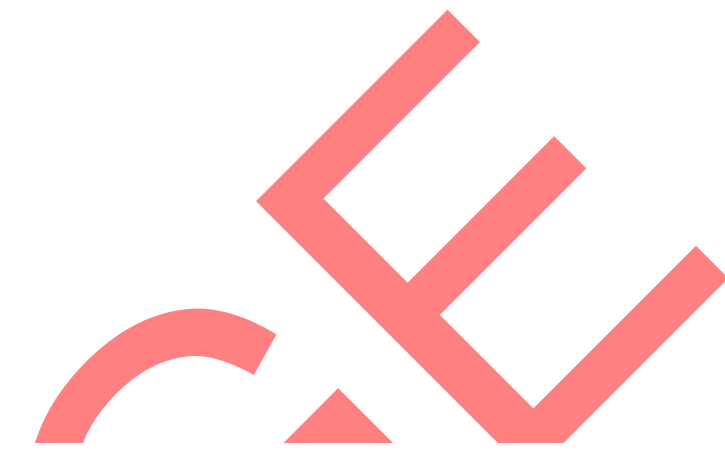
C96SD B 125-800

Caractéristiques

Alésage	ø32	ø40	ø50	ø63	ø80	ø100
Type	Double effet					
Fluide	Air					
Pression d'épreuve	1.5MPa					
Pression d'utilisation maxi	1.0MPa					
Pression d'utilisation mini	0.05MPa					
Température ambiante et du fluide	Sans aimant -10 à 70°C (sans eau)					
	Avec aimant -10 à 60°C (sans eau)					
Lubrification	Non requise (Sans lubrification)					
Vitesse de déplacement	50 à 1,000mm/s					
Tolérance sur la course	à 250: $^{+1.0}_0$, 251 à 1000: $^{+1.4}_0$, 1001 à 1500: $^{+1.8}_0$					
Amortissement	2 extrémités (Amortissement pneumatique)					

Effort théorique

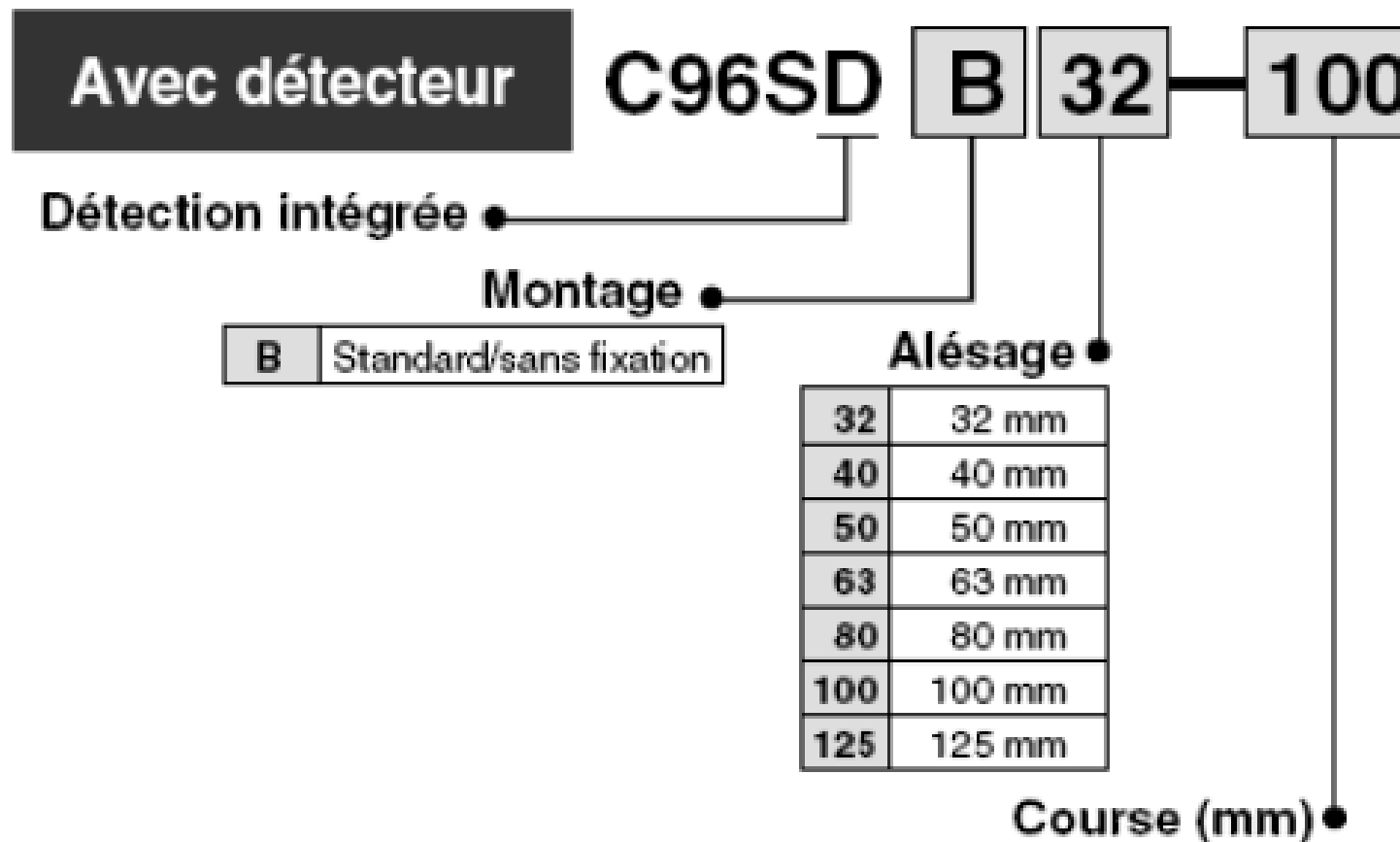
Alésage (mm)	Diamètre de la tige (mm)	Mouvement	Surface du piston (mm ²)	Pression d'utilisation (MPa)								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
32	12	Sortie	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		Rentrée	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	16	Sortie	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257
		Rentrée	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056
50	20	Sortie	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963
		Rentrée	1649	330	495	660	825	989	1154	1319	1484	1649
63	20	Sortie	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117
		Rentrée	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80	25	Sortie	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027
		Rentrée	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536
100	25	Sortie	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7068	7854
		Rentrée	7363	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125	32	Sortie	12272	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
		Rentrée	11468	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468



Vérin pneumatique à tirants normalisé selon ISO 15552.
Vérin double effet, simple tige

Série C96

ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100, ø125



Alésage Course	32	40	50	63	80	100	125	160	200
50	C96SDB32-50	C96SDB40-50	C96SDB50-50	C96SDB63-50					
80	C96SDB32-80	C96SDB40-80	C96SDB50-80	C96SDB63-80	C96SDB80-80	C96SDB100-80	C96SDB125-80		
100	C96SDB32-100	C96SDB40-100	C96SDB50-100	C96SDB63-100	C96SDB80-100	C96SDB100-100	C96SDB125-100	C95SDB160-100	
125	C96SDB32-125	C96SDB40-125	C96SDB50-125	C96SDB63-125	C96SDB80-125	C96SDB100-125	C96SDB125-125	C95SDB160-125	C95SDB200-125
160	C96SDB32-160	C96SDB40-160	C96SDB50-160	C96SDB63-160	C96SDB80-160	C96SDB100-160	C96SDB125-160	C95SDB160-160	C95SDB200-160
200	C96SDB32-200	C96SDB40-200	C96SDB50-200	C96SDB63-200	C96SDB80-200	C96SDB100-200	C96SDB125-200	C95SDB160-200	C95SDB200-200
250	C96SDB32-250	C96SDB40-250	C96SDB50-250	C96SDB63-250	C96SDB80-250	C96SDB100-250	C96SDB125-250	C95SDB160-250	C95SDB200-250
320	C96SDB32-320	C96SDB40-320	C96SDB50-320	C96SDB63-320	C96SDB80-320	C96SDB100-320	C96SDB125-320	C95SDB160-320	C95SDB200-320
400	C96SDB32-400	C96SDB40-400	C96SDB50-400	C96SDB63-400	C96SDB80-400	C96SDB100-400	C96SDB125-400	C95SDB160-400	C95SDB200-400
500	C96SDB32-500	C96SDB40-500	C96SDB50-500	C96SDB63-500	C96SDB80-500	C96SDB100-500	C96SDB125-500	C95SDB160-500	C95SDB200-500
630			C96SDB50-630	C96SDB63-630	C96SDB80-630	C96SDB100-630	C96SDB125-630	C95SDB160-630	C95SDB200-630
800						C96SDB100-800	C96SDB125-800	C95SDB160-800	C95SDB200-800
1000						C96SDB100-1000	C96SDB125-1000	C95SDB160-1000	C95SDB200-1000

Partie 5. ÉTUDE RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Vérification des diamètres des fils de coupe réalisant la fonction technique FT 212 & FT 222. Découper le bloc de savon.

Temps conseillé : 35 mn

✓ But de l'étude : Le diamètre de fil est 1,5 mm. Vérifier que le diamètre des fils de coupe soit suffisant.

La longueur des fils est de 490 mm, les essais ont démontré qu'une charge répartie maximale de 32 N par fil est acceptable.

Le choix de la composition des fils de coupe se porte sur 3 matériaux différents ayant chacune leur caractéristique.

Une simulation de condition de résistance a été effectuée pour aider le bureau d'études à choisir le matériau optimal pour ce fil de coupe.



	Désignation	Caractéristiques
Fil n°1	X33 Cr S16	Acier pour moulage de matières plastiques traité, résistant à la corrosion, magnétisable, bonne usinabilité. Résistant contre les plastiques agressifs et les conditions climatiques humides
Fil n°2	X42 Cr13	Acier au chrome martensitique inoxydable, <ul style="list-style-type: none">➤ Bonne résistance à la corrosion➤ Haute résistance à l'usure
Fil n°3	90 Mn Cr V8	Cet acier, pour travail à froid, est moyennement allié et utilisé pour outils de coupe et de poinçonnage : <ul style="list-style-type: none">➤ haute acceptation de trempe.➤ haute stabilité dimensionnelle.

Question n° 20 : Compléter le tableau de décision ci-dessous :

À l'aide des différentes simulations des aciers pressentis dans le cahier des charges, il faut compléter le tableau suivant : le coefficient de sécurité (s) est de 1 (s = 1).

On rappelle que $Rpe = Re/s$ et $\sigma \leq Rpe$ Condition à respecter pour un calcul dans le domaine élastique.

Attention aux unités des simulations par rapport à ceux du tableau.

	X33 CrS16	X42 Cr13	90 Mn Cr V8
Limite élastique (Re) en MPa	950	1200	1750
Résistance pratique élastique (Rpe) en MPa	950	1200	1750
Contrainte σ Max en MPa	1630	1630	1630
Moment Fléchissant Max (Mf maxi) en N.mm.	270	270	270

Question n° 21 : Expliquer votre choix, d'après la synthèse des résultats dans le tableau, quel sera le matériau choisi ?

Le seul matériau qui répond entièrement aux critères est l'acier 90 MnCrV8.
C'est le seul qui a une limite élastique.

Question n° 22 : Calculer le diamètre du fil et conclure par rapport au cahier des charges.

On rappelle que $\sigma = \frac{Mf\,maxi}{\frac{I_{gz}}{V}} \leq Rpe$ avec : $I_{gz} = \frac{\pi.D^4}{64}$ et $V = \frac{D}{2}$

$$\sigma = \frac{Mf\,maxi}{\frac{I_{gz}}{V}} \leq Rpe \quad \frac{Mf\,maxi}{\frac{\pi \times D^4}{64} \times \frac{D}{2}} \leq Rpe$$
$$\frac{Mf\,maxi}{\frac{\pi \times D^3}{32}} \leq Rpe \quad \frac{Mf\,maxi \times 32}{\pi \times D^3} \leq Rpe$$
$$D \geq \sqrt[3]{\frac{Mf\,maxi \times 32}{\pi \times \sigma}} \geq \sqrt[3]{\frac{270 \times 32}{\pi \times 1630}} = 1,2\,mm$$

Le diamètre trouvé est inférieur au diamètre choisi, il répond aux cahiers des charges.