

# 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**

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation pages : 2 / 21 et 3 / 21  
- Dossier technique pages : 4 / 21 à 7 / 21  
- Dossier travail pages : 8 / 21 à 21 / 21

Documents à rendre par le candidat :

- Pages : 8 / 21 à 21 / 21

Il est conseillé au candidat de prévoir 20 min pour la lecture du sujet.  
Le dossier travail comporte des indications de temps pour traiter chacune des parties.

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.  
Documents personnels autorisés.

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 2106-EDP ST 11 1</b>	<b>Session 2021</b>	<b>SUJET</b>
<b>Épreuve E1 U11 : Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 1/21</b>

# DOSSIER DE PRÉSENTATION

## 1. Mise en situation

Dans les années 1900, Marseille voit ses savonneries fermer les unes après les autres en raison de l'arrivée massive des lessives.

La Savonnerie le Sérail fut créé en 1949 afin de perpétuer le savoir-faire et la tradition du véritable savon de Marseille.

Elle installe l'équipement nécessaire à la fabrication du cube de savon traditionnel de Marseille, et notamment les chaudrons dans lesquels est fabriquée la pâte à savon. Aujourd'hui l'entreprise exporte beaucoup dans le monde.



Du cube classique à la savonnette en passant par le savon à la coupe, le Sérail propose un savon extra pur avec 72% d'huile et de nombreux parfums naturels.

Les savonnettes 250 gr à base de savon de Marseille.

La Savonnerie Le Sérail a sélectionné une cinquantaine de parfums différents afin de proposer une gamme étendue à l'ensemble de sa clientèle.

Ces savons de toilette contenant des éléments broyés tels que le pétale de rose ou bien la fleur de lavande, sont découpés en cube avec la même machine



Dans les cuves de la savonnerie du Sérail, le maître savonnier élabore deux types de savons : le blanc et le vert. Le premier est composé d'huile de coprah (noix de coco). La même huile entre dans la composition du second, mais en quantités réduites pour laisser la place à 50% d'huile d'olive.

La cuisson consiste à faire porter à ébullition la pâte pendant quatre heures à une température d'environ cent degrés tout en soutirant régulièrement un dépôt composé de soude extrait des plantes composant le savon provoqué par la chauffe nommé l'alcali.



## 2. Problématique



Étant une entreprise de savonnerie traditionnelle, l'entreprise le Sérail utilise des procédés de découpe et des machines qui ont su montrer une bonne rentabilité mais qui n'ont pas été modernisées. C'est le cas de la machine de découpe savon actuellement utilisée par en moyenne 2 opérateurs :

Par son ancienneté, cette machine présente des problèmes non négligeables :

- Problème de mise aux normes de sécurité (zone de découpe totalement à découvert pour les opérateurs).
- Utilisation d'un poussoir par type de savon (6 poussoirs, perte de temps).
- Rupture des fils de coupe présentant un défaut de résistance.

Le bloc de savon brut est poussé à travers un cadre grillagé équipé de fils de coupe (corde à piano) afin de découper le savon sur 2 formes avec 2 processus, la découpe partielle et la découpe en cube (accessoirement la mise en forme en rouleau grâce à une lame mise en hauteur sur le premier cadre).



L'objectif est de vérifier la conception d'une machine semi-automatisée présentant un système de découpe qui assure la fonction principale de la découpe de savon et qui répond aussi aux normes de sécurité (réduire au maximum les interventions humaines) :

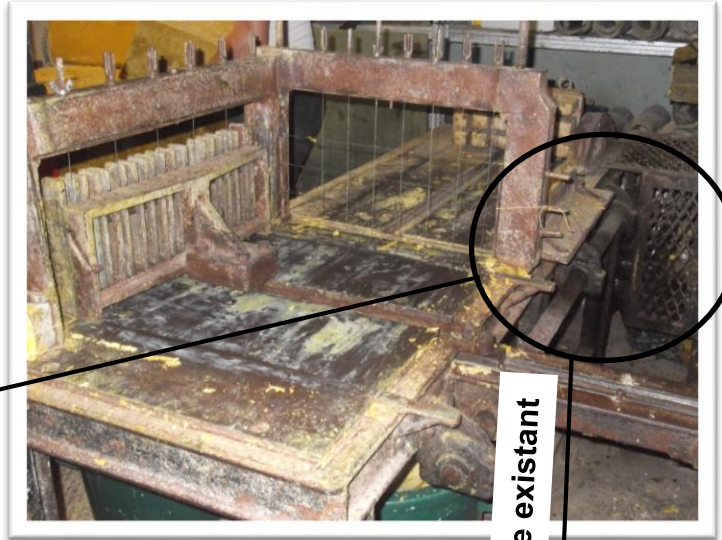
Fil de coupe

# DOSSIER TECHNIQUE



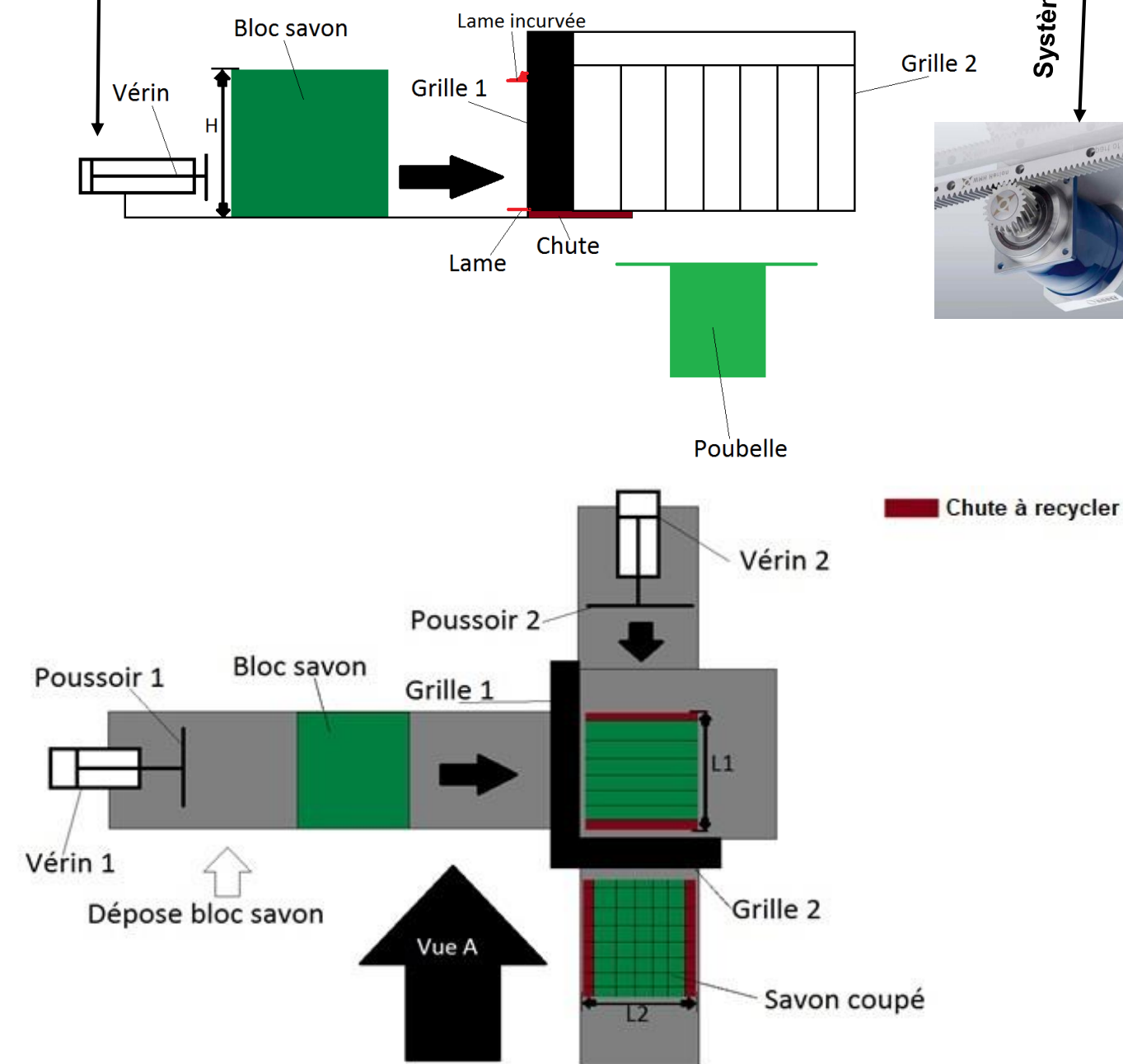
### Le produit :

La nouvelle machine se présentera sous cette forme : remplacement des deux systèmes crémaillère par deux vérins exerçant chacun à leur tour une poussée sur le bloc de savon.



Système existant

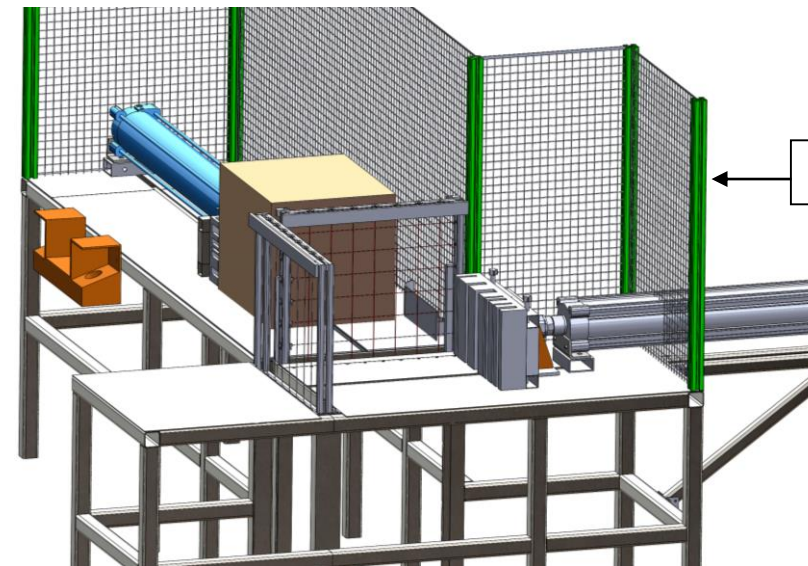
Modification du système de poussée du bloc de savon.



### Caractéristiques mécaniques :

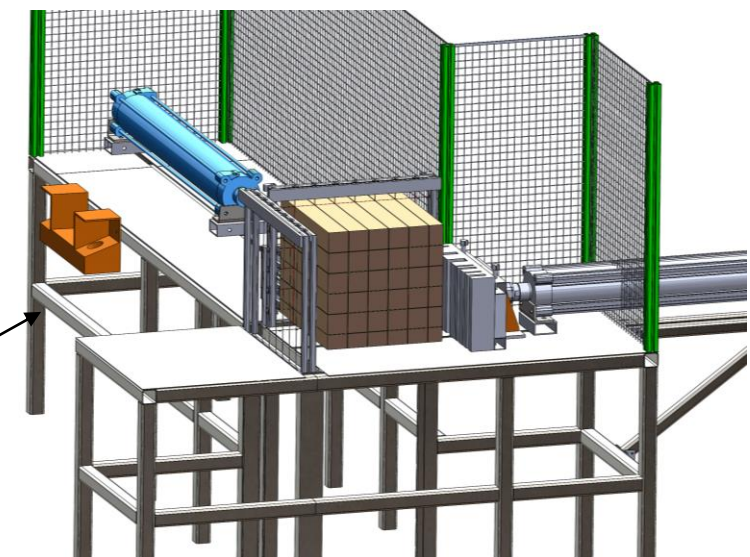
Le processus de découpage du bloc de savon se fera toujours en 2 étapes à la différence que :

- Le système de poussée n'est plus équipé d'un système pignon-crémaillère mais de vérins pneumatiques.
- Les poussoirs sont limités à 2 pour les 6 tailles de savon (**cette partie ne sera pas étudiée**).
- Le diamètre des fils est de 1,5 mm, on augmente sa résistance par un choix de matériau et on double les cadres de manière à ne pas arrêter la production en cas de casse d'un fil.
- L'énergie pneumatique sera utilisée par l'atelier de découpe.
- La nouvelle machine sera alimentée par une pression de 6 bars soit 0,6 MPa
- La masse des blocs de savon est de 80 kg. Les dimensions maximales sont 500 mm x 400 mm x 350 mm.
- La coupe du bloc de savon doit se faire dans une zone à **vitesse constante** pour éviter des irrégularités d'état de surface lors de l'accélération du vérin.

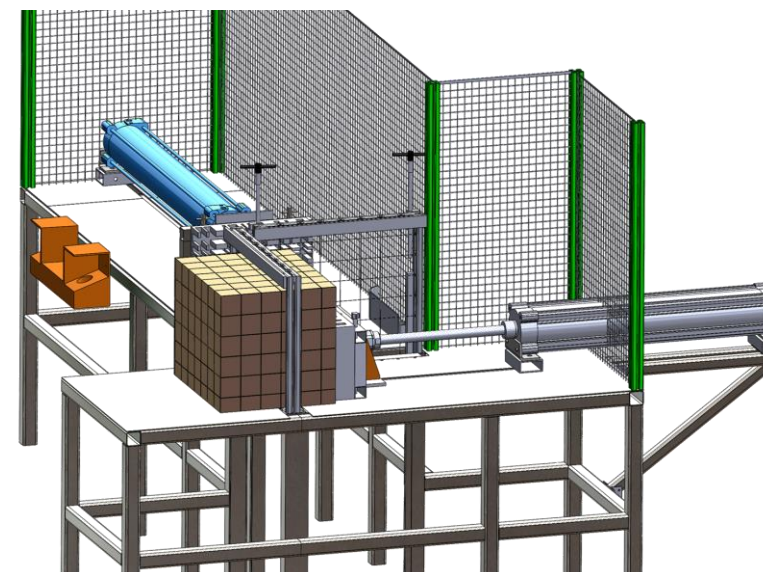


1er étape : Bloc de savon en position de départ

2ème étape : Découpe du Bloc de savon en barres rectangulaires.



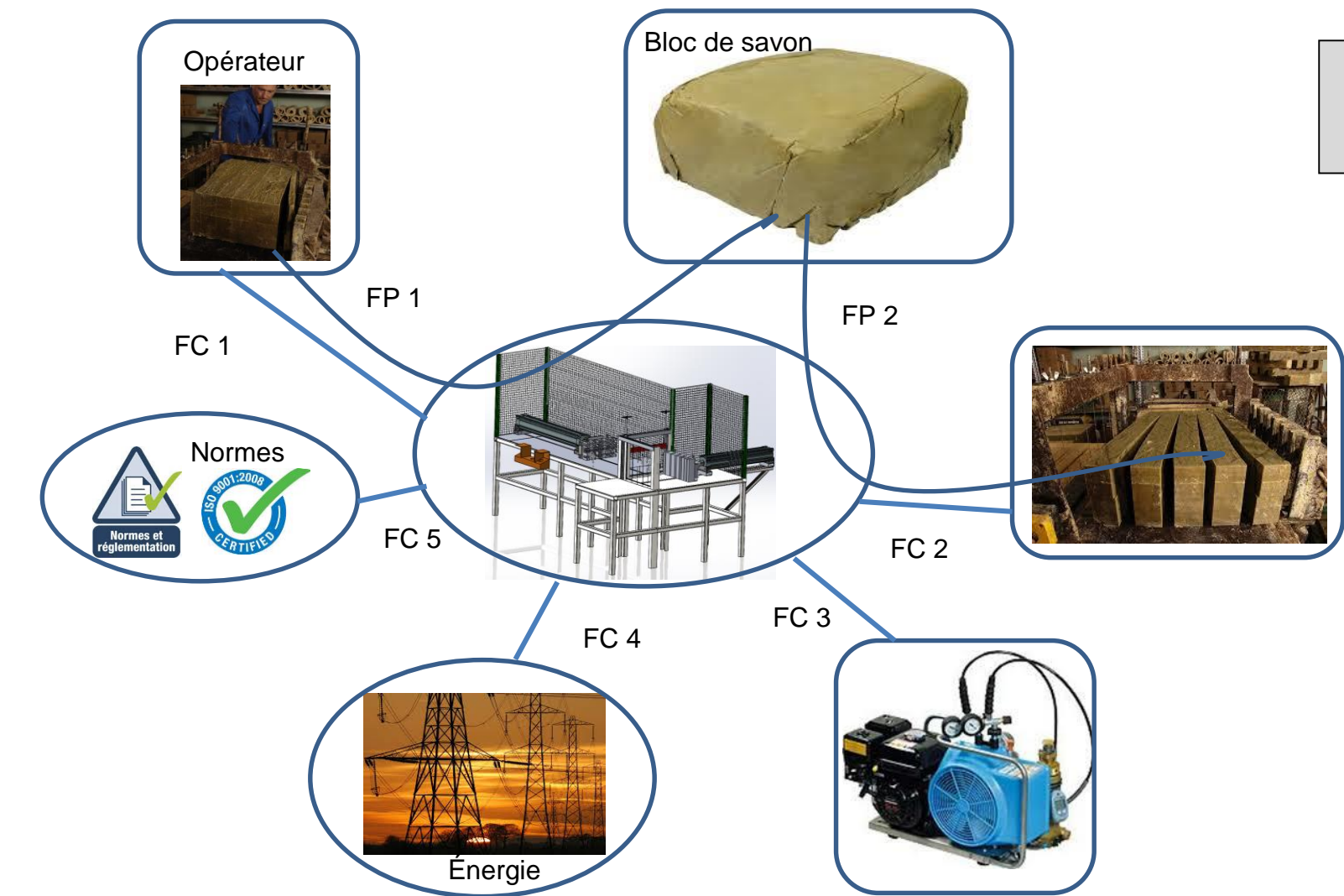
3ème étape : Découpe des barres rectangulaires en cubes.





Présentation fonctionnelle de la découpeuse de savon

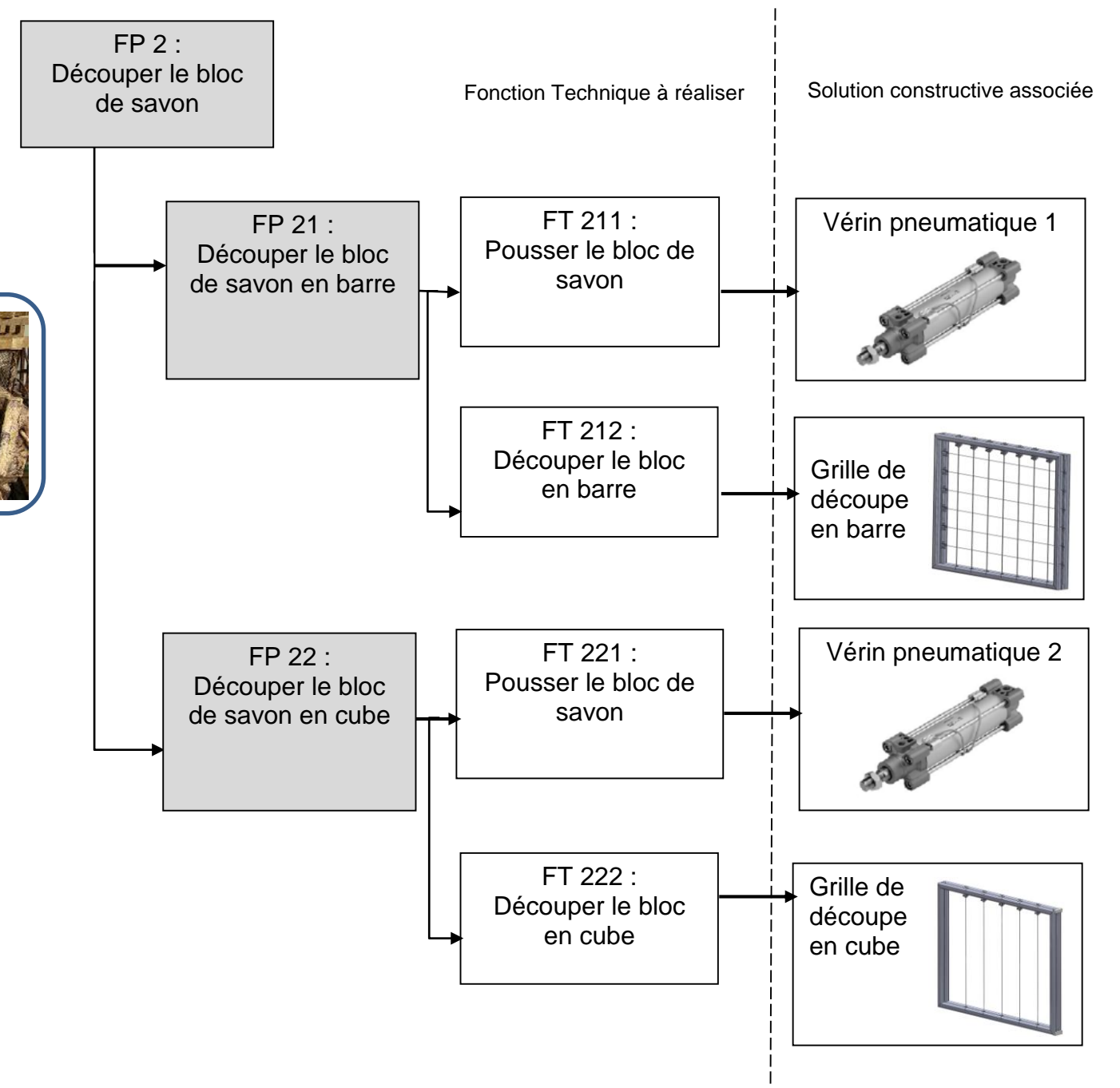
Diagramme des inter-acteurs :  
Le diagramme des inter-acteurs ci-dessous permet de cibler les fonctions principales ainsi que les fonctions contraintes associées.

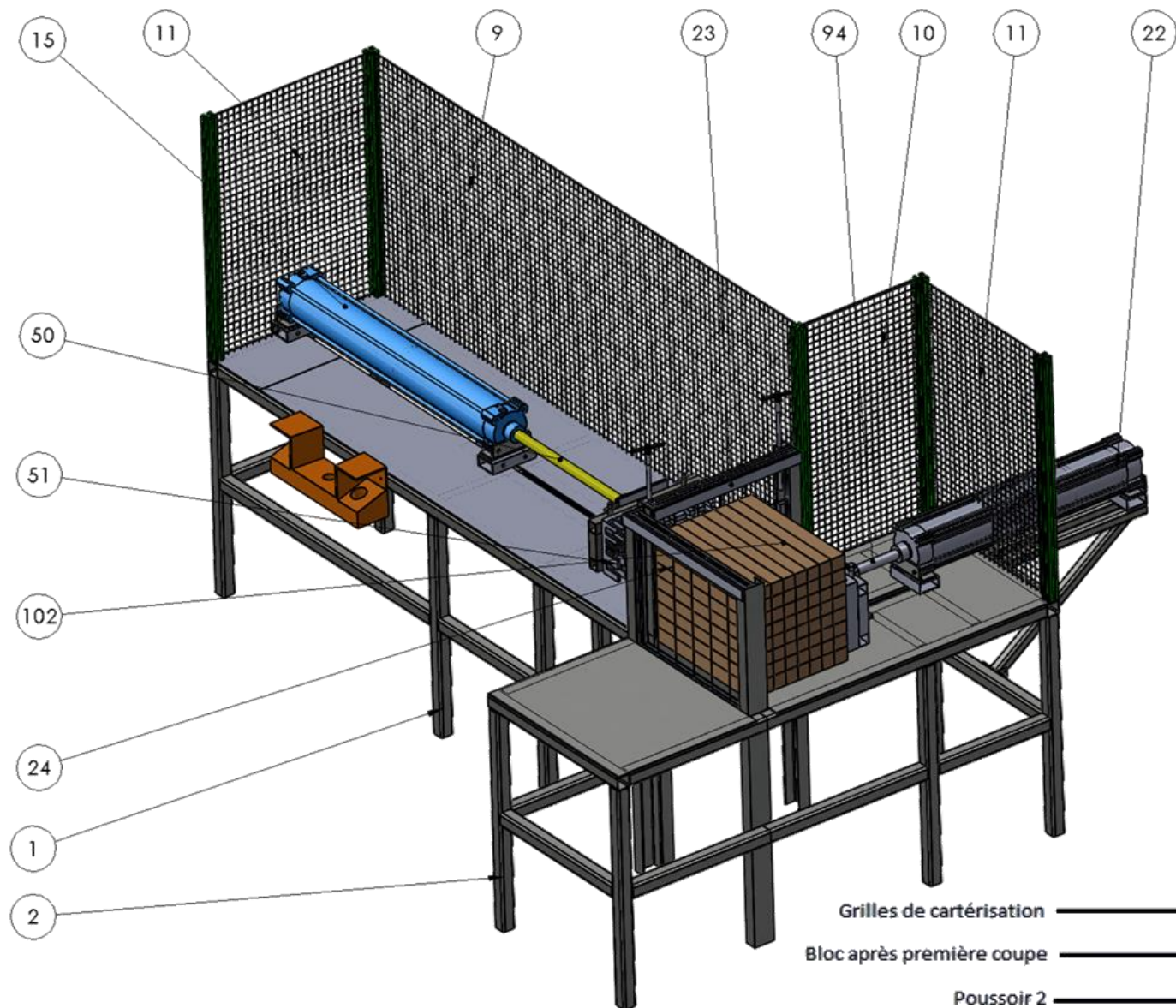


Nom de la fonction	Formulation de la fonction
FP 1	Positionner le bloc de savon sur la ligne de découpe
FP 2	Découper le bloc de savon en cube
FC 1	Ergonomie du poste de travail
FC 2	Positionner la découpeuse dans l'atelier
FC 3	Alimenter en énergie pneumatique
FC 4	Alimenter en énergie électrique
FC 5	Respecter les normes de sécurité en vigueur

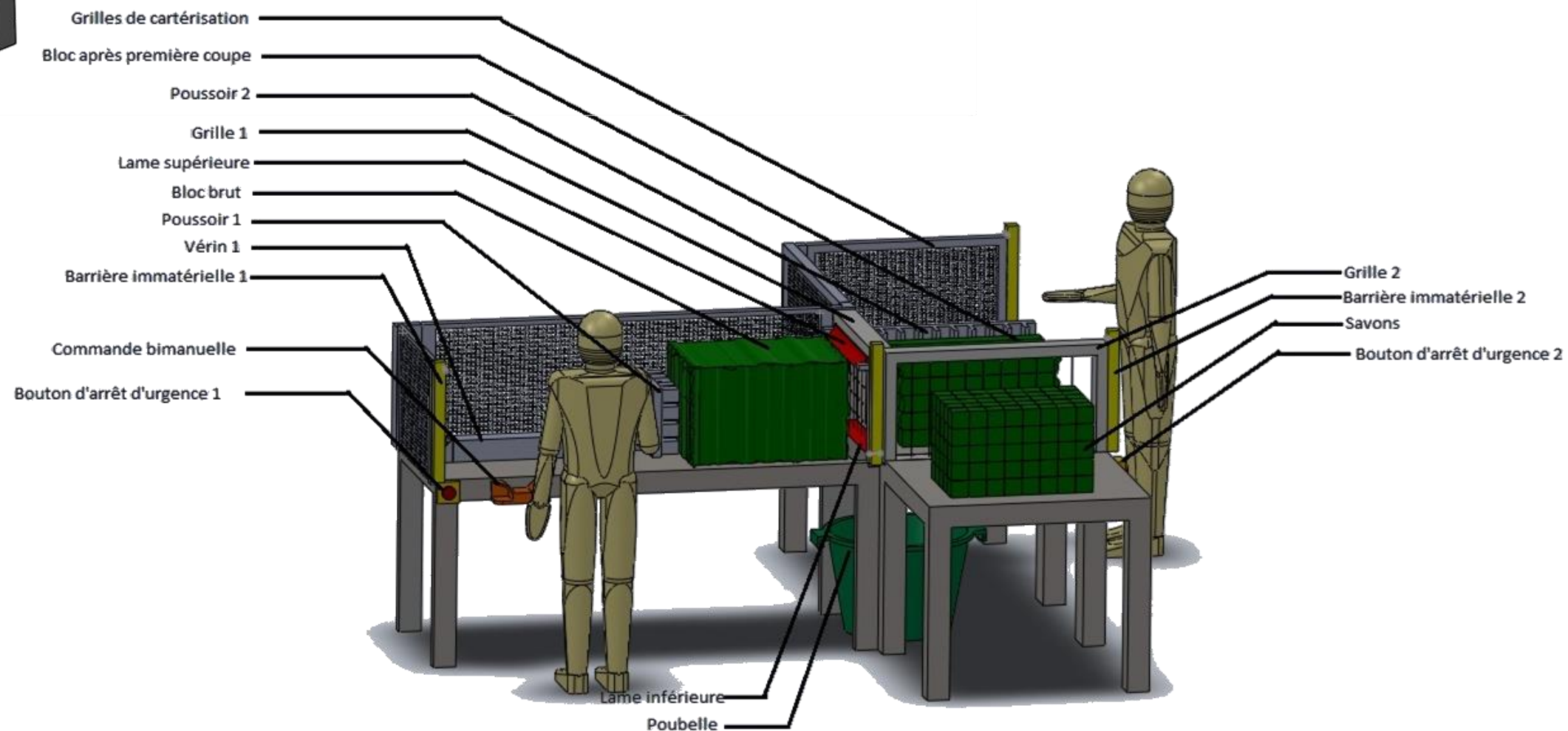
Diagramme FAST :

Le diagramme FAST ci-dessous permet d'identifier les solutions constructives associées aux fonctions techniques identifiées précédemment.





102	1	Bloc de savon	
94	1	Tige Vérin 02	
51	1	poussoir final 1	
50	1	Tige Vérin 01	
24	10	Fil de coupe	
23	1	cadre grille 2	
22	1	Corps vérin 2	
15	1	Corps Vérin 1	
11	2	grille arriere 3	
10	1	grille arriere 2	
9	1	grille arrière protection	
2	1	BATI arrivée savons	
1	1	BATI table découpe	
REP	NB	Désignation	Observation



DANS CE CADRE	Académie :	Session :	
	Examen :	Série :	
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :	
	Épreuve/sous épreuve :		
	NOM :		
	(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)		
	Prénoms :	N° du candidat	
NE RIEN ÉCRIRE	Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	
	Note :		

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

	Temps conseillé
<b>Lecture du sujet</b>	(20 minutes)
<b>Partie 1 : Étude géométrique</b>	(30 minutes)
1.1 Recherche de la course utile du vérin 1	
1.2 Recherche de la course utile du vérin 2	
<b>Partie 2 : Étude cinématique</b>	(45 minutes)
2.1 Étude de condition de coupe du vérin 1	
2.2 Étude de condition de coupe du vérin 2	
<b>Partie 3 : Étude statique</b>	(40 minutes)
<b>Partie 4 : Choix des vérins</b>	(10 minutes)
<b>Partie 5 : Étude résistance des matériaux</b>	(35 minutes)

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

# DOSSIER DE TRAVAIL

Le candidat répond directement sur ce dossier de travail. Celui-ci sera rendu dans son intégralité aux surveillants à la fin de l'épreuve.



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

### 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

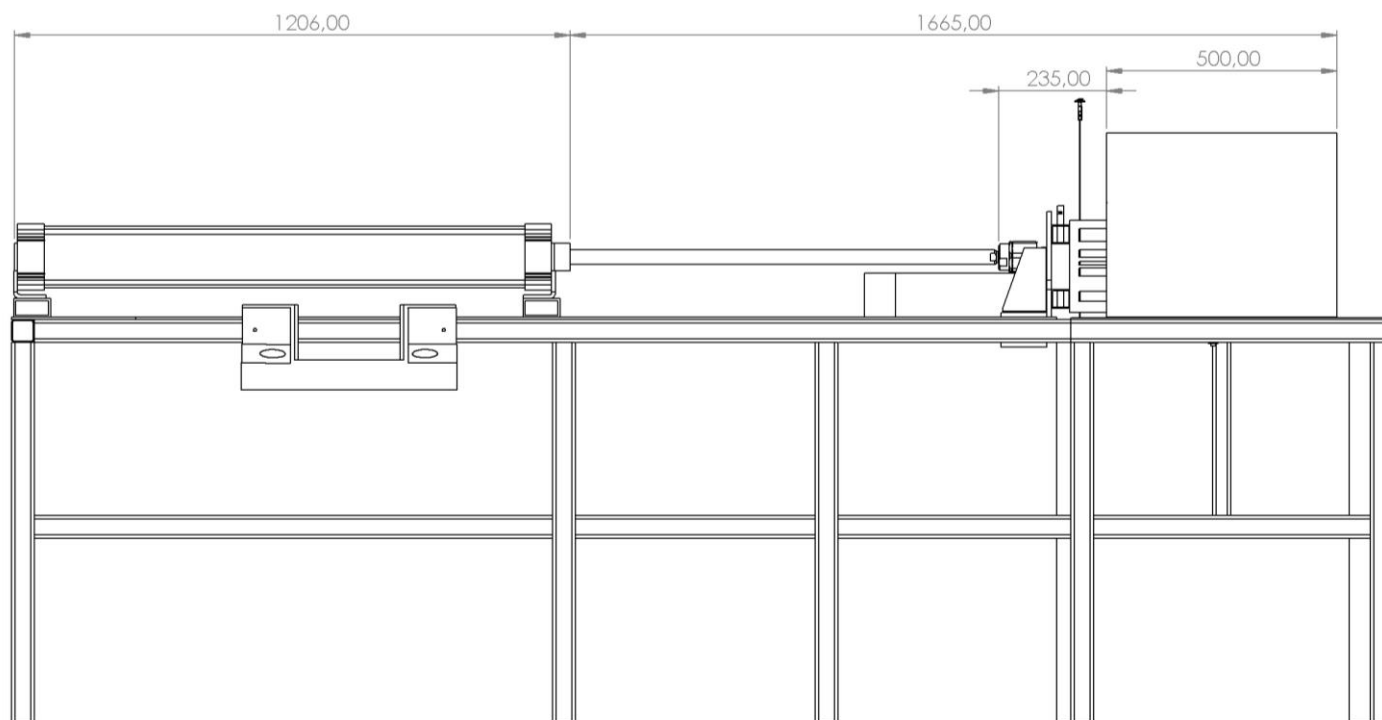
Temps conseillé : 30 mn

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

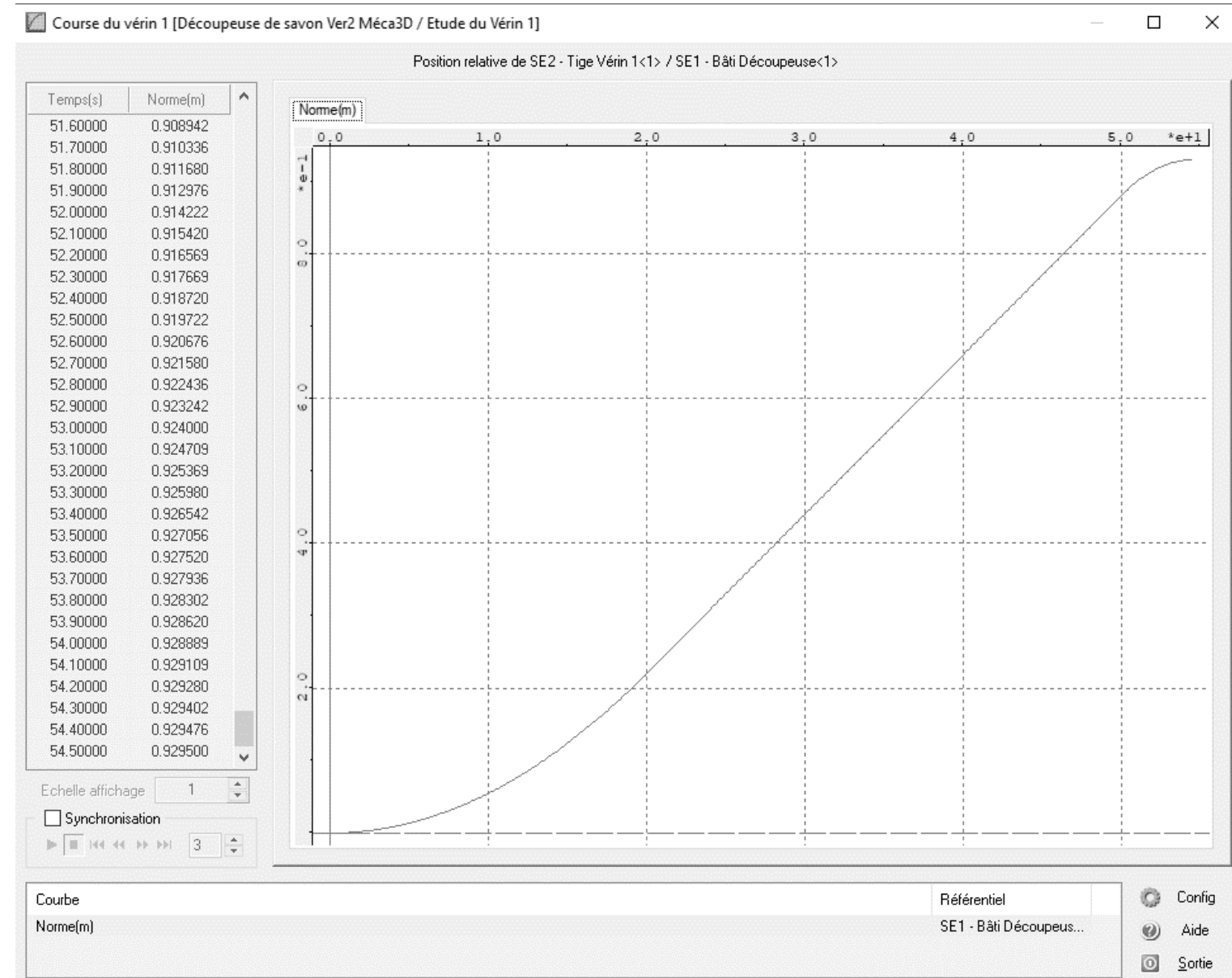
Le dessin ci-dessous montre le vérin 1 en position sortie.



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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 en mm.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

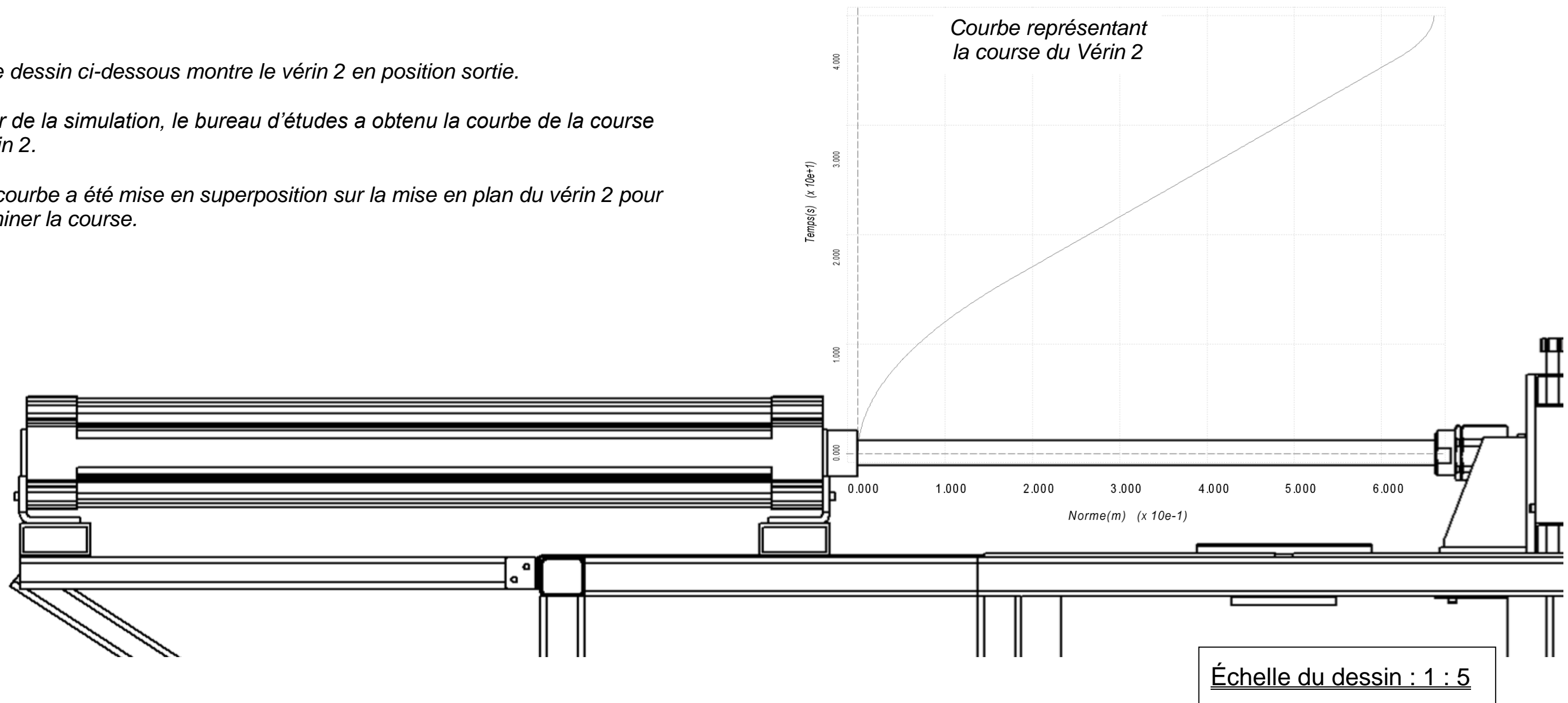
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

### 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 en mm à l'aide de la courbe.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie 2. ÉTUDE CINÉMATIQUE

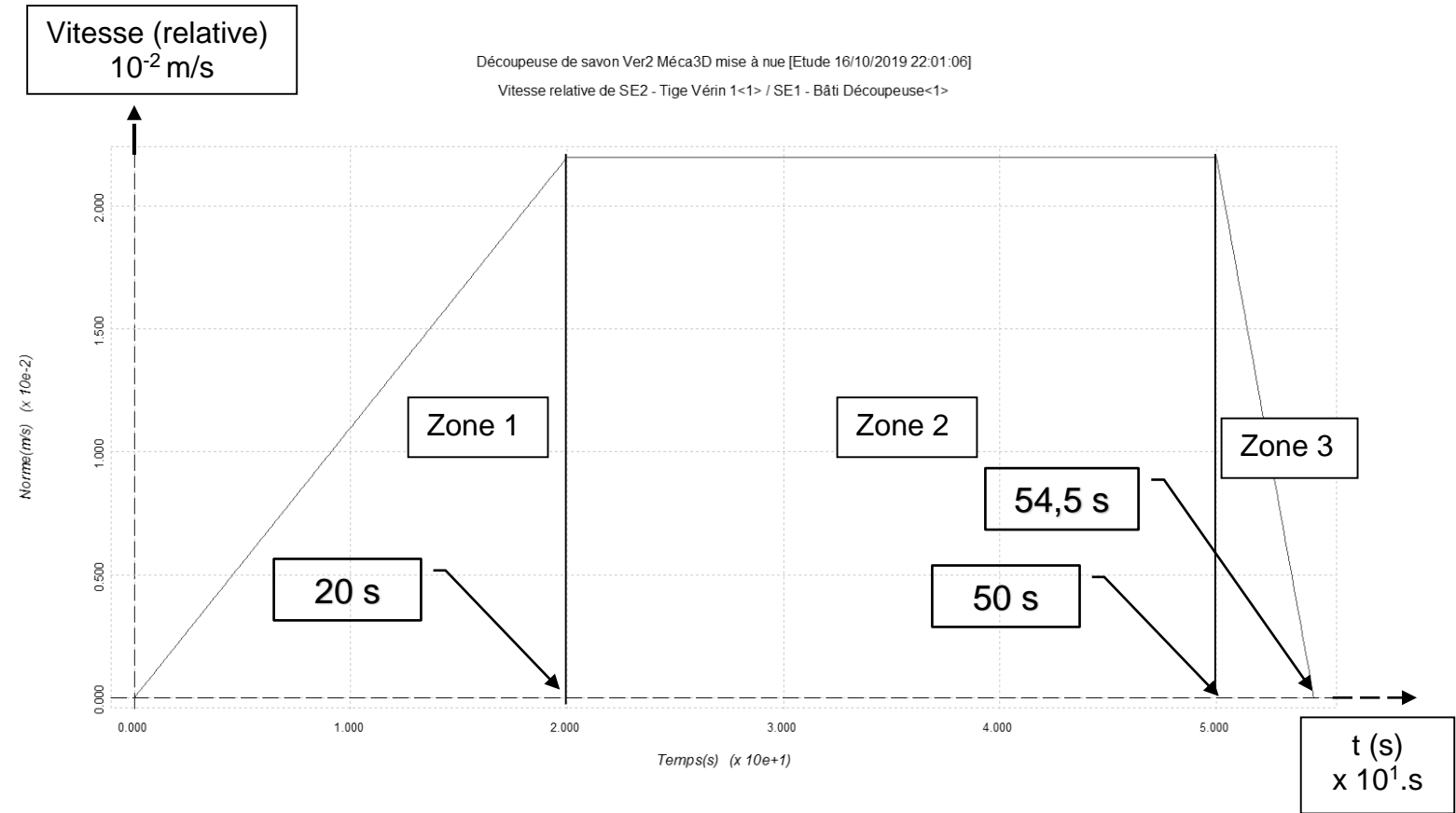
Recherche des vitesses des vérins pneumatiques 1 & 2 réalisant la fonction technique FT 211 & FT 221 : Pousser le bloc de savon.

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 que cette vitesse constante ne devait pas 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	
Zone 2	
Zone 3	

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.

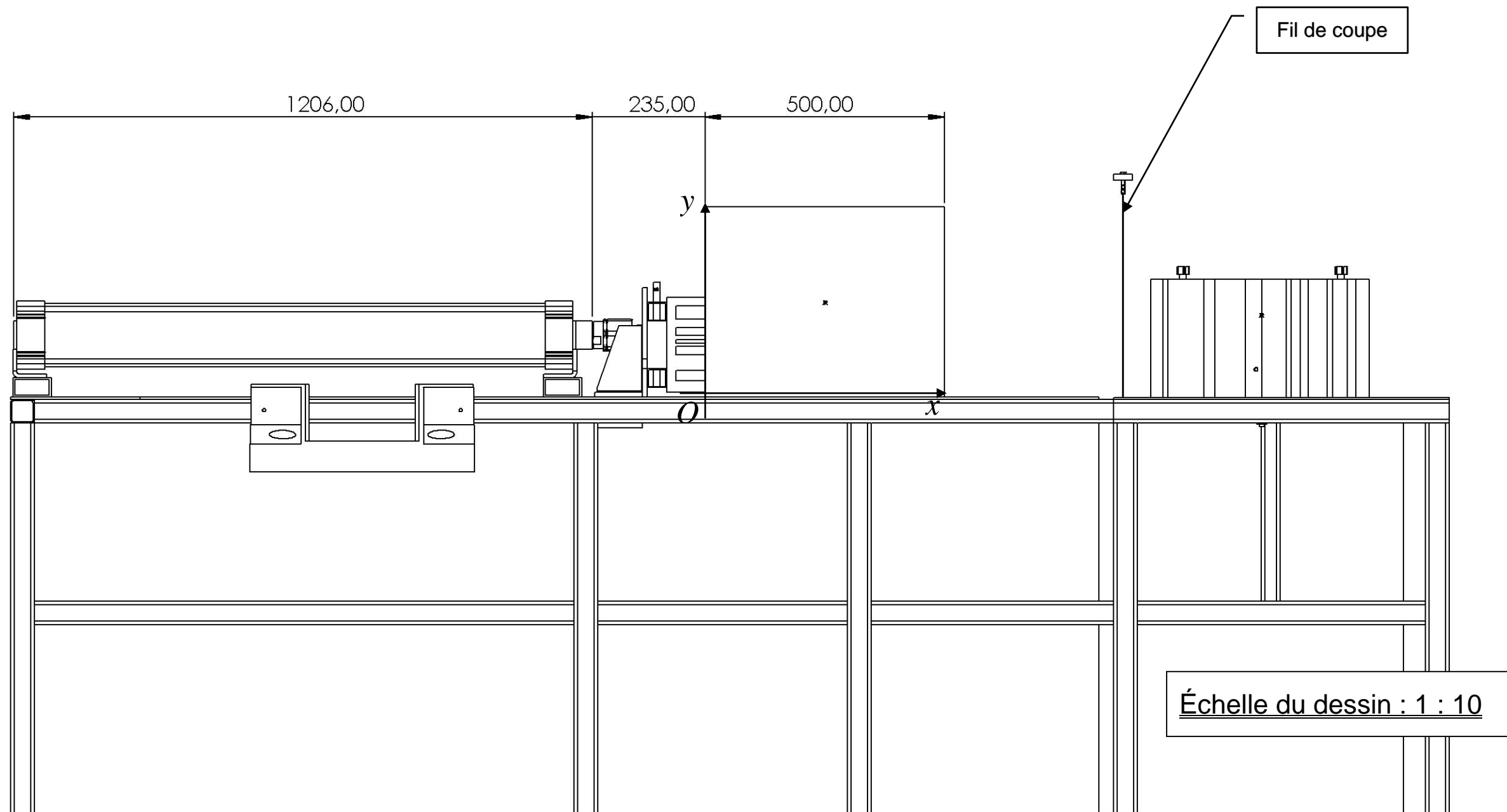
Zone 1	Zone 2
a(t) = Constante V(t) = a × t X(t) = ½ × a × t²	a(t) = 0 V(t) = constante X(t) = V × t + X <sub>0</sub>



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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.



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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

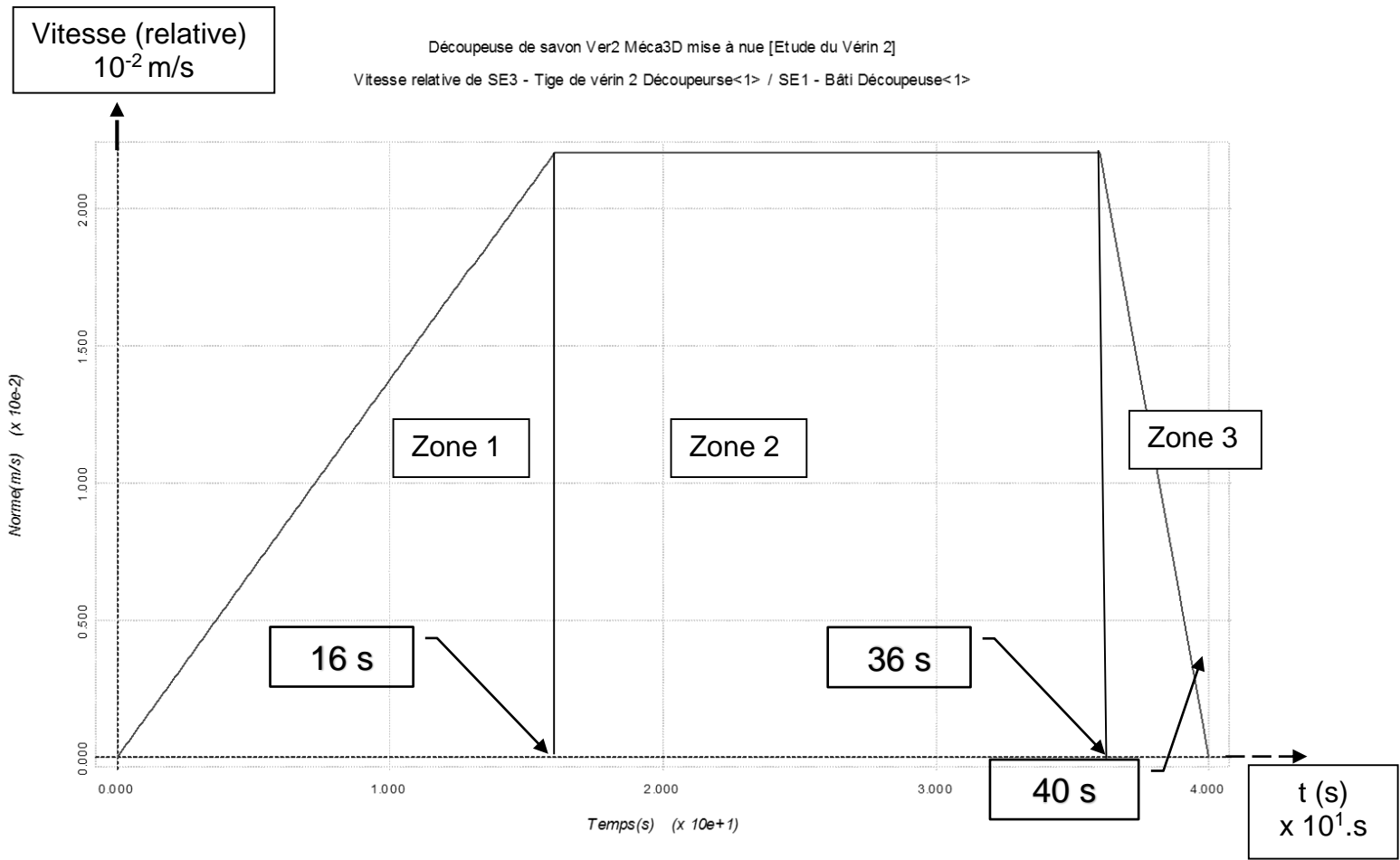
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

2.2 Étude de condition de coupe du vérin 2

✓ But de l'étude :

Déterminer si la coupe du bloc de savon s'effectue dans la zone 2 à vitesse constante en fonction de la position de départ, d'après le cahier des charges.

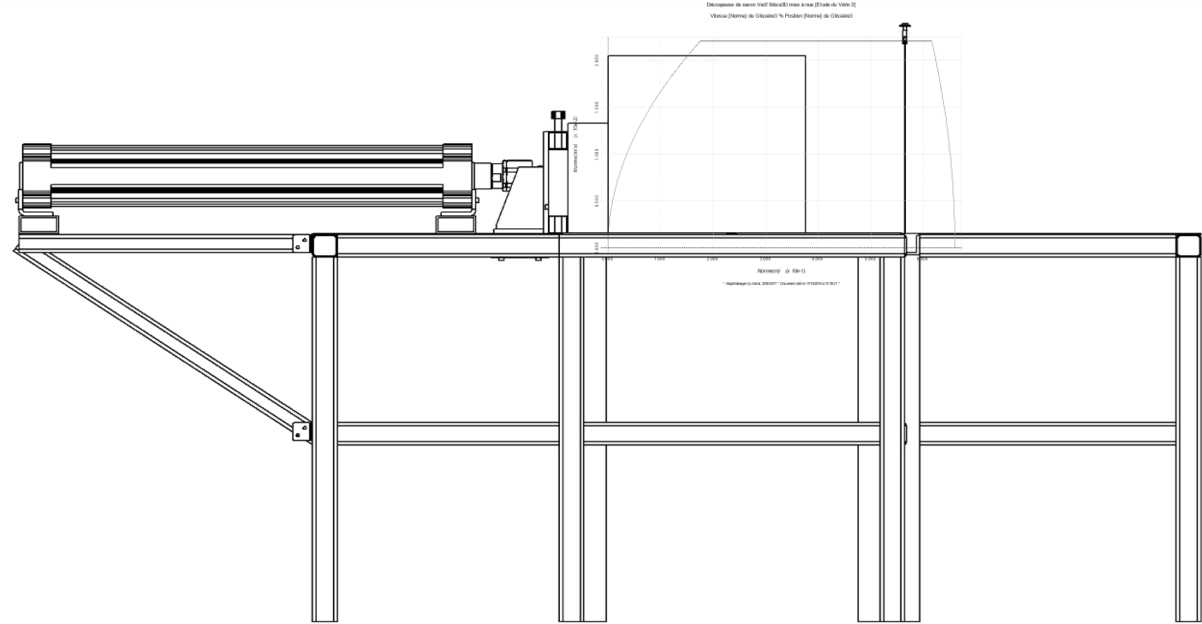
Graphe de vitesse de la tige de vérin 2/bâti



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

Zone de la courbe	Type de mouvement
Zone 1	
Zone 2	
Zone 3	

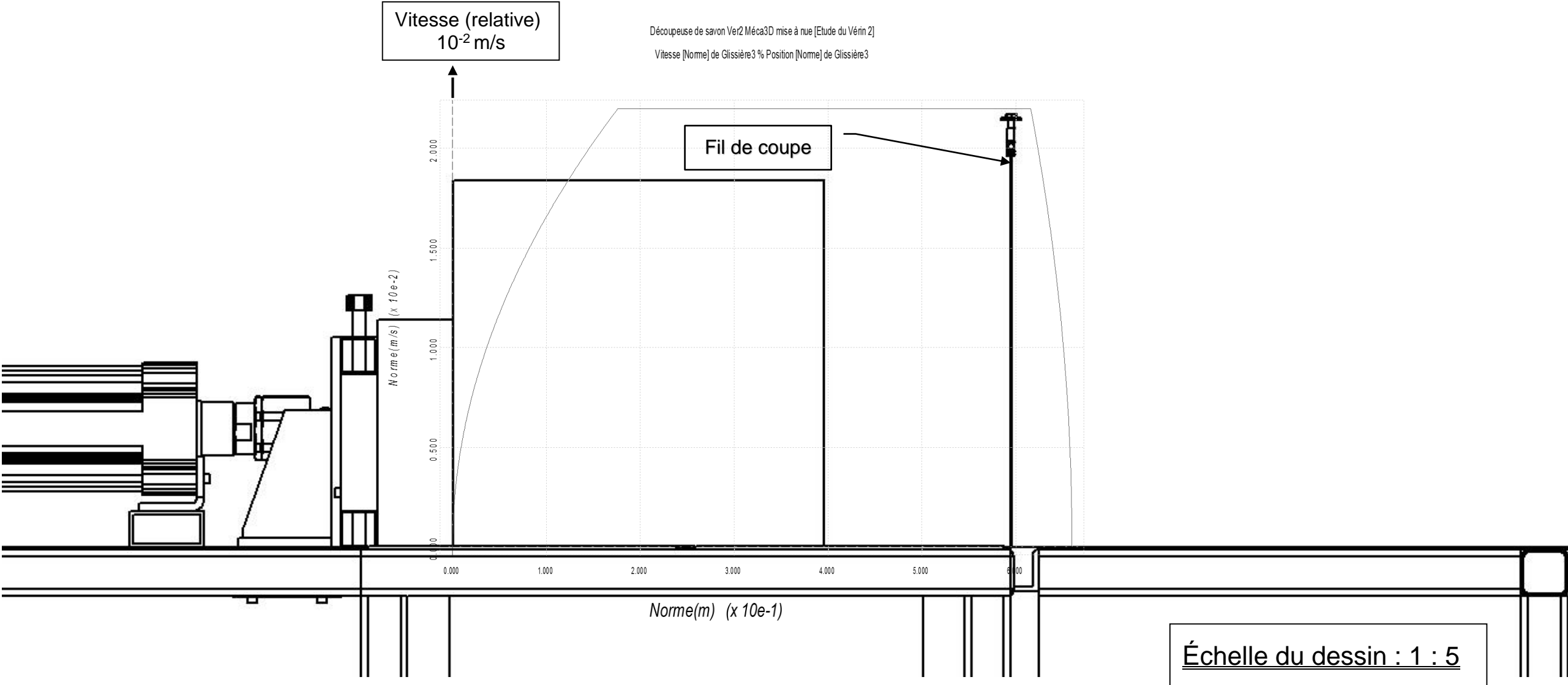
Sur la page 14/21, **déterminer** les positions avant et après la coupe du bloc de savon à l'aide de la courbe superposée sur la mise en plan de la machine à découper les savons côté arrière. Vérifier si la coupe s'effectue à vitesse constante au vu du cahier des charges. Un aperçu est donné ci-dessous.



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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.



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



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

### 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)

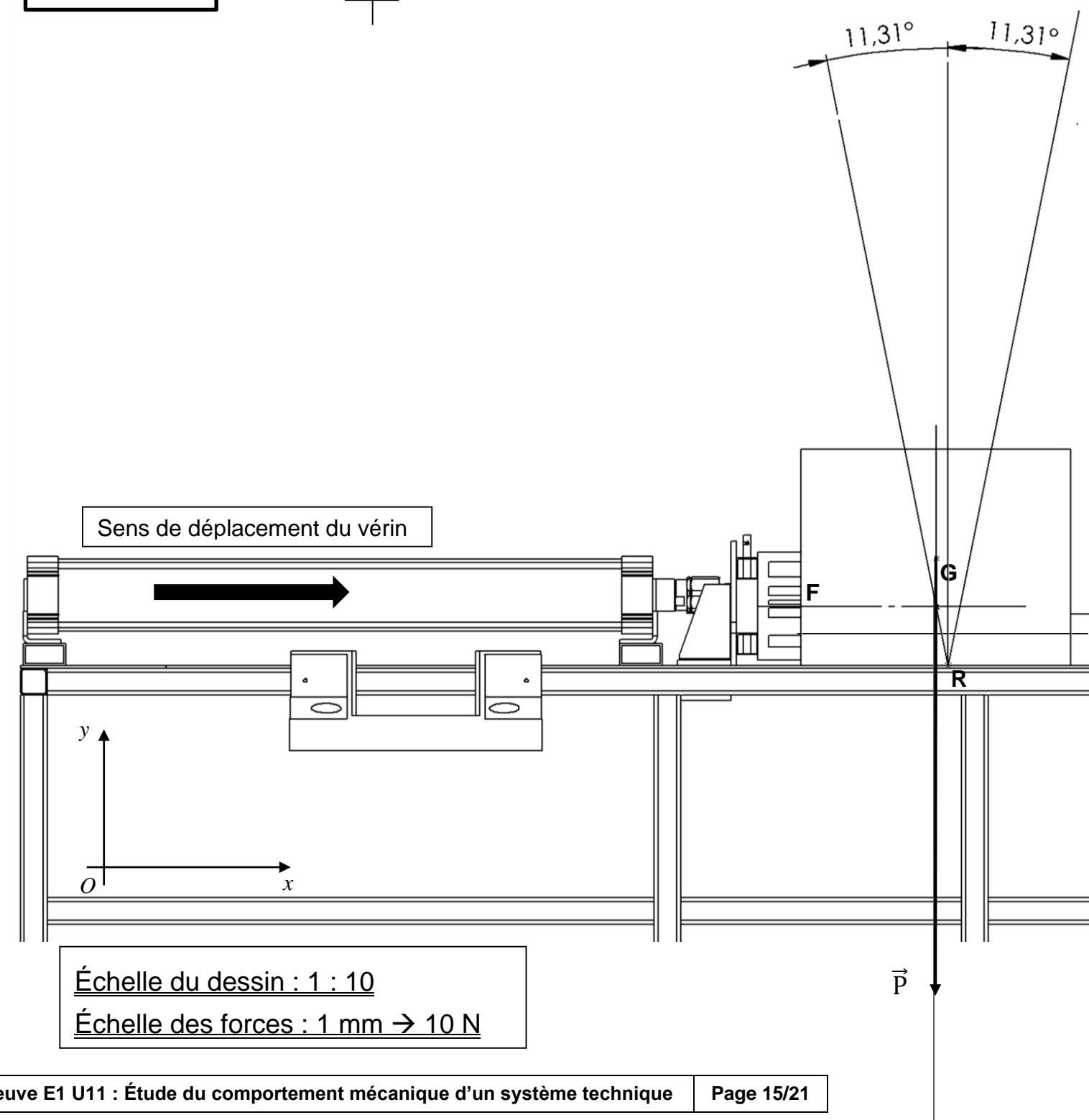
Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité en N
$\vec{P}$	G	verticale	↓	800 N

Justifier votre bilan :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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

Départ du tracé du dynamique



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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

La valeur est de :

$\parallel \overrightarrow{F_{S2/Cube1}} \parallel =$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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 :

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 :

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 :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

#### 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						
Vérin 2	Ø125						

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

Question n° 18 : **Déterminer** la référence du vérin 1

Référence du vérin 1 :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

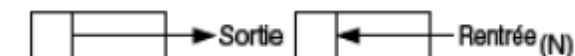
Question n° 19 : **Déterminer** la référence du vérin 2 :

Référence du vérin 2 :

#### 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 <sup>2</sup> )	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



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Avec détecteur

C96SD B 32 100

Détection intégrée

Montage

B

Standard/sans fixation

Alésage

32	32 mm
40	40 mm
50	50 mm
63	63 mm
80	80 mm
100	100 mm
125	125 mm

Course (mm)

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

Série C96

ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100, ø125



Alésage	32	40	50	63	80	100	125	160	200
Course									
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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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.

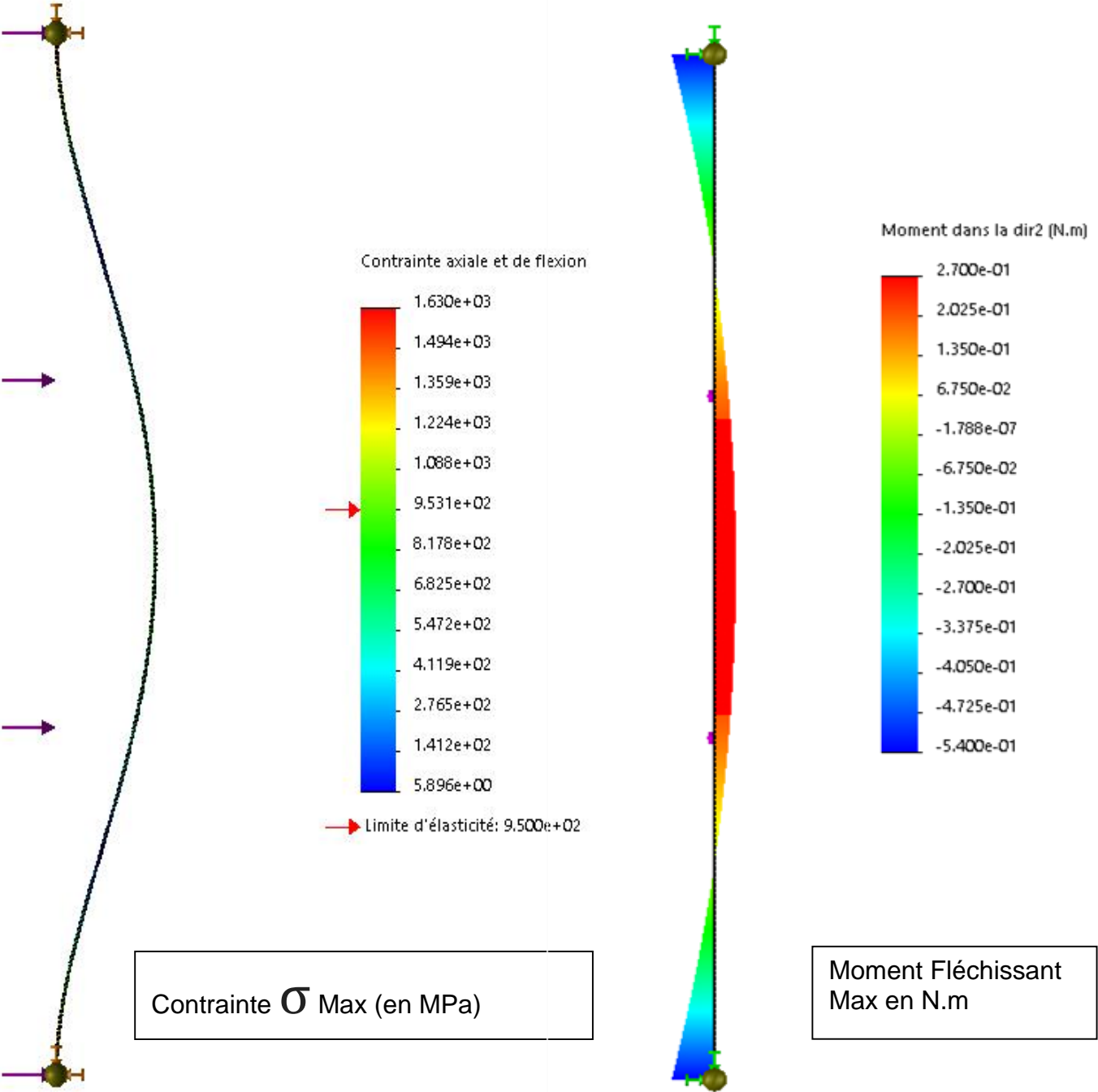
Une simulation de condition de résistance a été effectuée pour aider le bureau d'études à choisir le matériau optimal pour ce fil de coupe.



	Désignation	Caractéristiques
Fil n°1	X33 CrS16	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"><li>➤ Bonne résistance à la corrosion</li><li>➤ Haute résistance à l'usure</li></ul>
Fil n°3	90 Mn CrV8	Cet acier, pour travail à froid, est moyennement allié et utilisé pour outils de coupe et de poinçonnage : <ul style="list-style-type: none"><li>➤ haute acceptation de trempe.</li><li>➤ haute stabilité dimensionnelle.</li></ul>

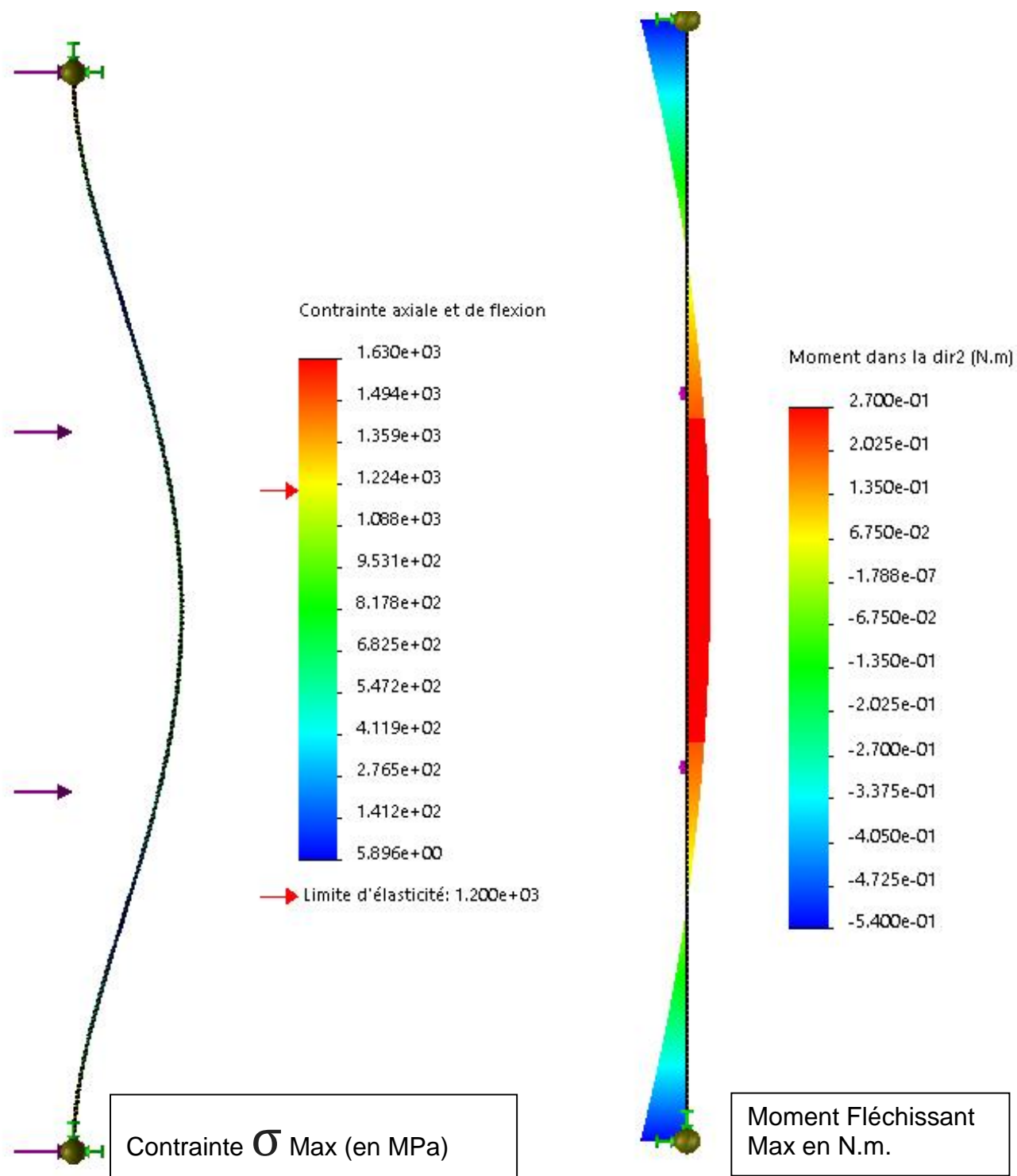
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Résultats de la simulation pour X33 Cr S 16



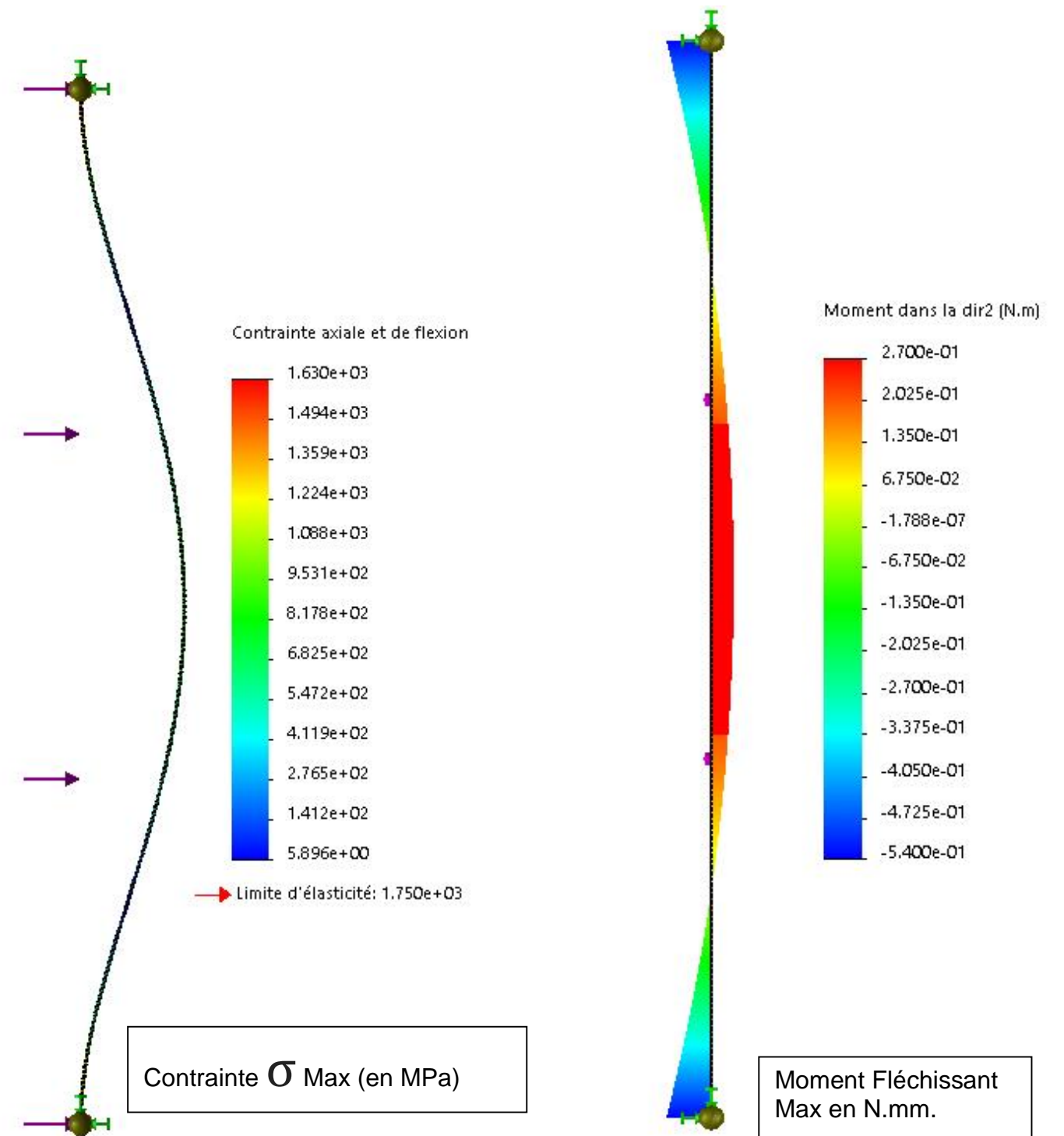
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Résultats de la simulation pour X42 Cr 13



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Résultats de la simulation pour 90 Mn Cr V 8





NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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 Cr S 16	X42 Cr 13	90 Mn Cr V 8
Limite élastique (Re) en MPa	950		
Résistance pratique élastique (Rpe) en MPa			
Contrainte $\sigma$ Max en MPa	1630		
Moment Fléchissant Max (Mf maxi) en N.mm.			

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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

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