

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
Génie Mécanique Option A et B

SESSION 2004

Epreuve : Etude des constructions
Durée : 6 Heures
Coefficient : 8

VÉLO TOUT TERRAIN “FREERIDE”
VARIO BOMBA

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice de poches y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT1 à DT12)jaune**
- **Dossier Travail demandé (pages 1/10 à 10/10)vert**
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR8)blanc**

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie et, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.

Tous les documents réponses, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier comporte 12 documents numérotés de DT1 à DT12 :

- **DT1 à DT3 : Présentation**
- **DT4 : Eclaté**
- **DT5 : Dessin d'ensemble**
- **DT6 : Nomenclature**
- **DT7 : Schématisation**
- **DT8 : Courbe d'évolution d'effort**
- **DT9 : Dossier ressource modelleur**
- **DT10 à DT12 : Documentations techniques**

Mise en situation.

La société Vario.

VARIO est une société française implantée dans la région Rhône Alpes spécialisée dans la conception et la fabrication de Vélo Tout Terrain.

Le modèle Bomba.

Conçu pour s'exprimer en « Freeride » et dans les descentes marathon, ce VTT est doté d'une suspension à triangle unifié assurant un fonctionnement optimal de la transmission et une grande robustesse.

Technique, stable et confortable, sa suspension arrière se veut progressive et performante (les positions des points de pivots et de l'amortisseur ont été calculées par ordinateur). Le bras oscillant et les biellettes de suspension sont montés sur des roulements étanches surdimensionnés.

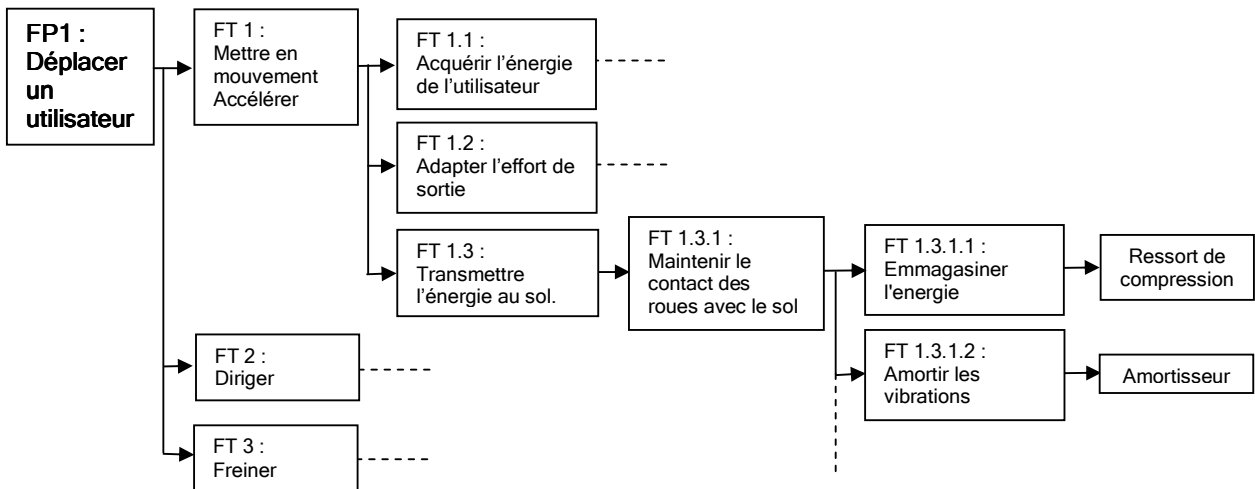
Les caractéristiques du VTT sont :

- Cadre poutre en aluminium 7005 T6
- Fourche Marzocchi EXR Pro air de 120 mm de débattement
- Amortisseur Fox Vanilla R de 120 mm de débattement
- Freins à disque hydrauliques HAYES HFX 9 XC, Ø 160 mm
- Poids total : 13,8 kg
- Prix tarif 2003 : environ 2800 €.



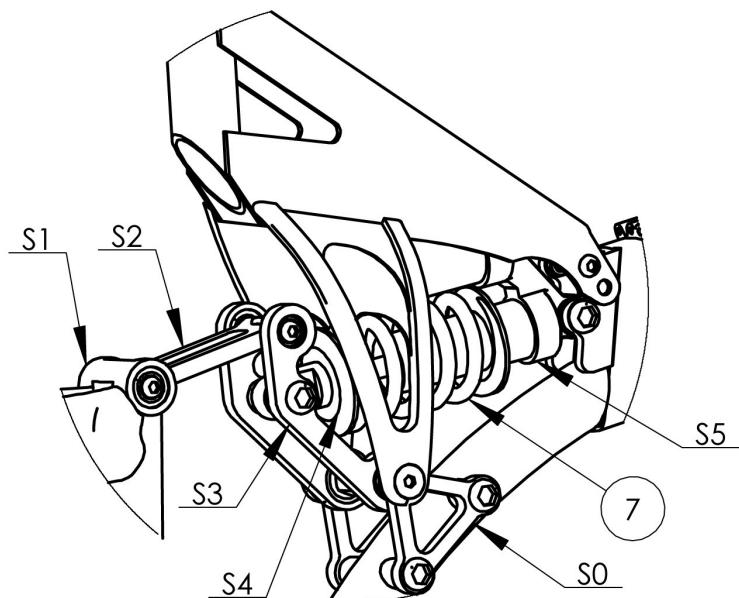
Cahier des Charges Fonctionnel

Extrait diagramme FAST.





Vue de détail du mécanisme de suspension.



Lors de la descente, le vélo doit avoir une bonne tenue de route. Le mécanisme de suspension doit absorber les irrégularités du terrain afin de maintenir au maximum le contact entre les roues et le sol.

Plusieurs critères sont prépondérants pour l'efficacité de la suspension :

- **Le débattement** : c'est la distance verticale que parcourt l'axe de la roue arrière lors de la "fermeture" complète de la suspension du vélo (lorsque l'amortisseur a une longueur minimale).
- **La réactivité** : c'est l'effort vertical minimum exercé sur la roue arrière par le sol, pour "vaincre" l'effort du ressort de suspension arrière et actionner l'amortisseur. Un effort de réactivité faible permettra de mettre en action l'amortisseur sur de petits obstacles. Au contraire, si l'effort de réactivité est important, le vélo se comportera comme un vélo à cadre rigide sur des petits défauts du sol, ce qui diminue la tenue de route du vélo.
- **L'effort de non talonnage** : c'est l'effort maximum, en fin de course de l'amortisseur, absorbé par le ressort. Si l'effort transmis à la roue arrière est plus important, l'amortisseur talonne, c'est-à-dire qu'il "tape" en bout de course, annulant l'effet de la suspension.
- **La vitesse maximum de rentrée de tige de l'amortisseur** : elle doit être limitée pour permettre un fonctionnement correct de l'amortisseur et est imposée par le fournisseur de l'amortisseur.

Extrait du cahier des charges.

Fonction technique	Critères	Niveaux
FT 1.3.1 : Maintenir le contact des roues avec le sol	Débattement	> 100 mm
	Effort minimal de réactivité	< 800 N
	Effort maximal de non talonnage	> 2200 N
	Vitesse maximale de rentrée de tige	< 15 m/s

Fonctionnement du système de suspension.

Le mécanisme de suspension est modélisé sur le document DT7, on peut distinguer 5 classes d'équivalence cinématique : le cadre S0, le levier S3, la biellette S2, le bras oscillant S1, la partie tige S4 de l'amortisseur et la partie corps S5 de l'amortisseur. Le ressort 7 étant un solide déformable, il n'est pas répertorié dans ce bilan.

Lorsqu'un obstacle percute la roue arrière, celle-ci est projetée vers le haut. Le bras oscillant S1 pivote autour de l'axe (H,z) de la liaison pivot, réalisée par 2 roulements à contact radial, avec le cadre S0.

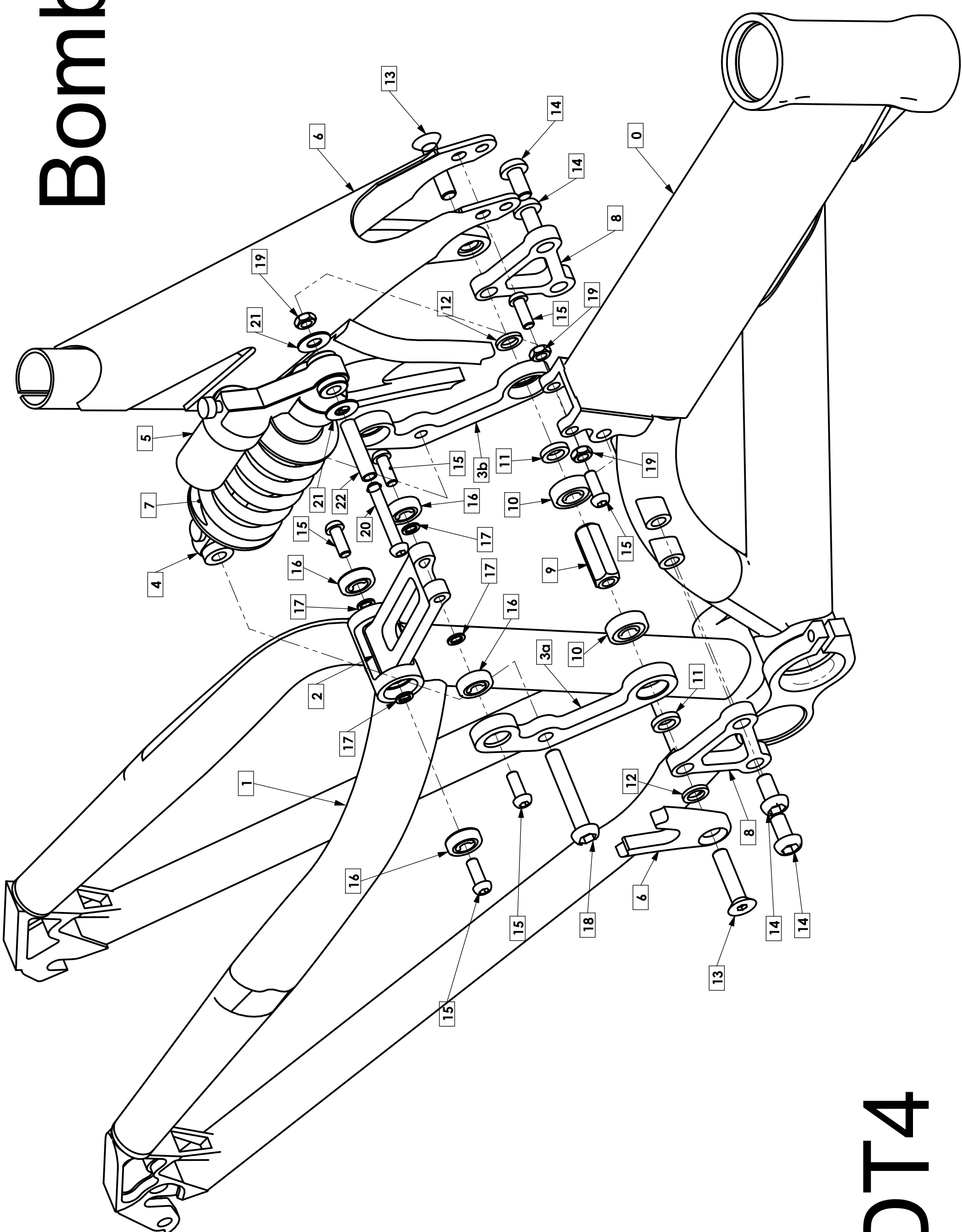
La biellette S2, en liaison pivot d'axe (F,z) avec le bras oscillant, est entraînée et pousse le levier S3 avec lequel elle a une liaison pivot d'axe (D,z).

Le levier S3 pivote alors autour de l'axe (B,z) de la liaison pivot avec le cadre S0.

La partie tige S4 de l'amortisseur, en liaison pivot d'axe (C,z) avec le levier S3, est poussée par celui-ci et rentre dans la partie corps S5 de l'amortisseur. S4 et S5 sont en liaison pivot glissant d'axe (E,x1).

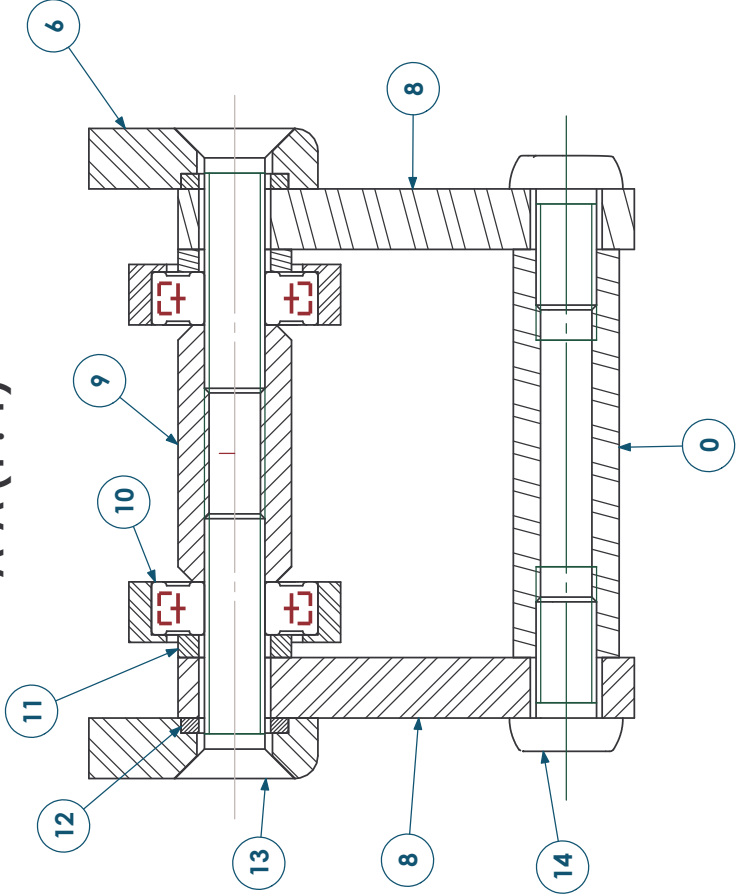
Le déplacement de la tige S4 de l'amortisseur par rapport au corps S5 de l'amortisseur, lors de sa rentrée, comprime le ressort 7, ce qui va permettre d'emmagasiner l'énergie mécanique et donc de freiner la montée de la roue pour assurer le contact roue/sol.

Bomba

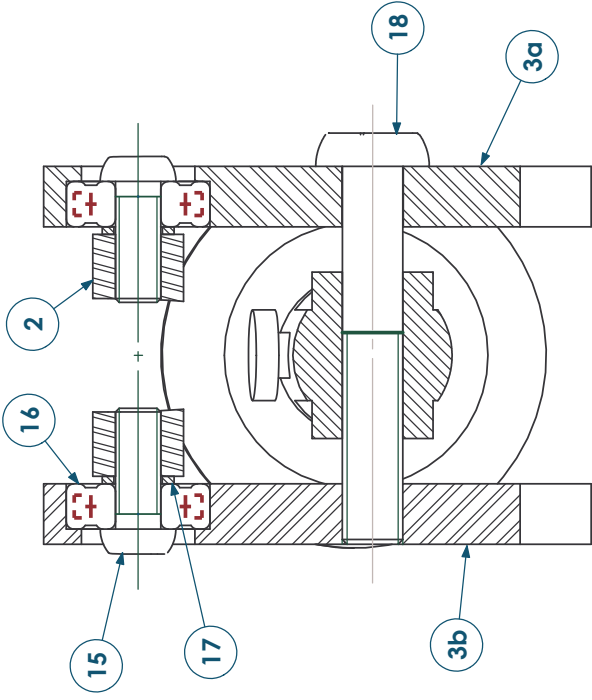


DT4

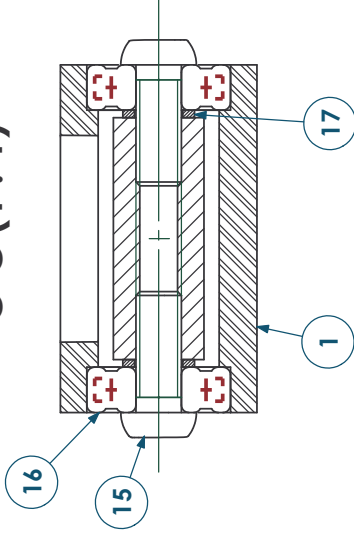
A-A (1 : 1)



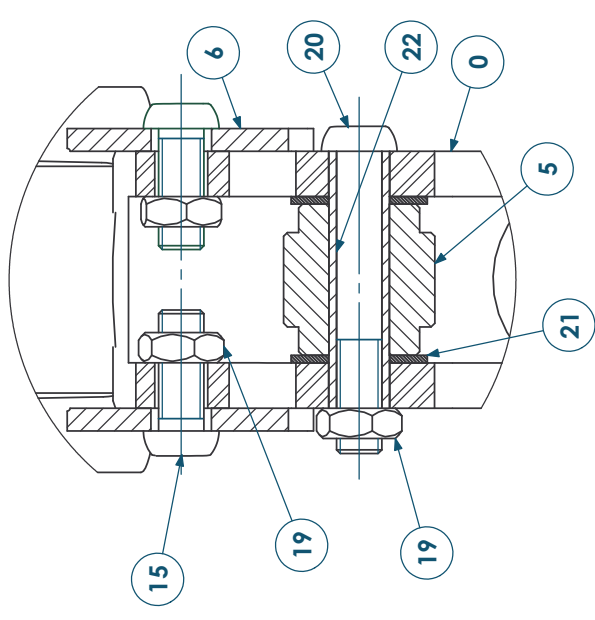
B-B (1 : 1)



C-C (1 : 1)



D-D (1 : 1)



Echelle :

1/3



Format :

A3

25/10/2003

Bomba
DT5

22	1	Axe creux pour amortisseur		
21	2	Rondelle d'appui diam 8 ép 1		
20	1	Vis Iso 7380 - M6x40		Tête cylindrique bombée à 6 pans creux
19	3	Ecrou ISO 4035 M6		Ecrou bas hexagonal H M6
18	1	Vis Iso 7380 - M8x50		Tête cylindrique bombée à 6 pans creux
17	2	Rondelle d'appui diam 6 ép 1		
16	4	Roulement diam 608 10 BC6 EE		Roulement à une rangée de billes à contact radial protégé par joints
15	6	Vis Iso 7380 - M6x16		Tête cylindrique bombée à 6 pans creux
14	2	Vis Iso 7380 - M8x16		Tête cylindrique bombée à 6 pans creux
13	2	Vis Iso 10462 - M8x35		Tête fraisée à 6 pans creux
12	2	Rondelle d'appui diam 8 ép 2		
11	2	Entretoise diam 8 ép 3		
10	2	Roulement 626 10 BC8 EE		Roulement à une rangée de billes à contact radial protégé par joints
9	1	Ecrou H M8x34mm		
8	2	Triangle support de levier	7075 T4	Alliage d'aluminium
7	1	Amortiseur Fox - ressort		
6	1	Support de selle	7005 T6	Alliage d'aluminium
5	1	Amortiseur Fox - piston		
4	1	Amortiseur Fox - corps		
3b	1	Levier basculeur gauche	7075 T4	Alliage d'aluminium
3a	1	Levier basculeur droit	7075 T4	Alliage d'aluminium
2	1	Biellette	7075 T4	Alliage d'aluminium
1	1	Bras oscillant	7005 T6	Alliage d'aluminium
0	1	Cadre	7005 T6	Alliage d'aluminium
Rep	Nbre	Désignation	Matière	Observation

DT 6 - Nomenclature

DT 7

Schématisation

Schéma du mécanisme de suspension arrière en position "ouverte".

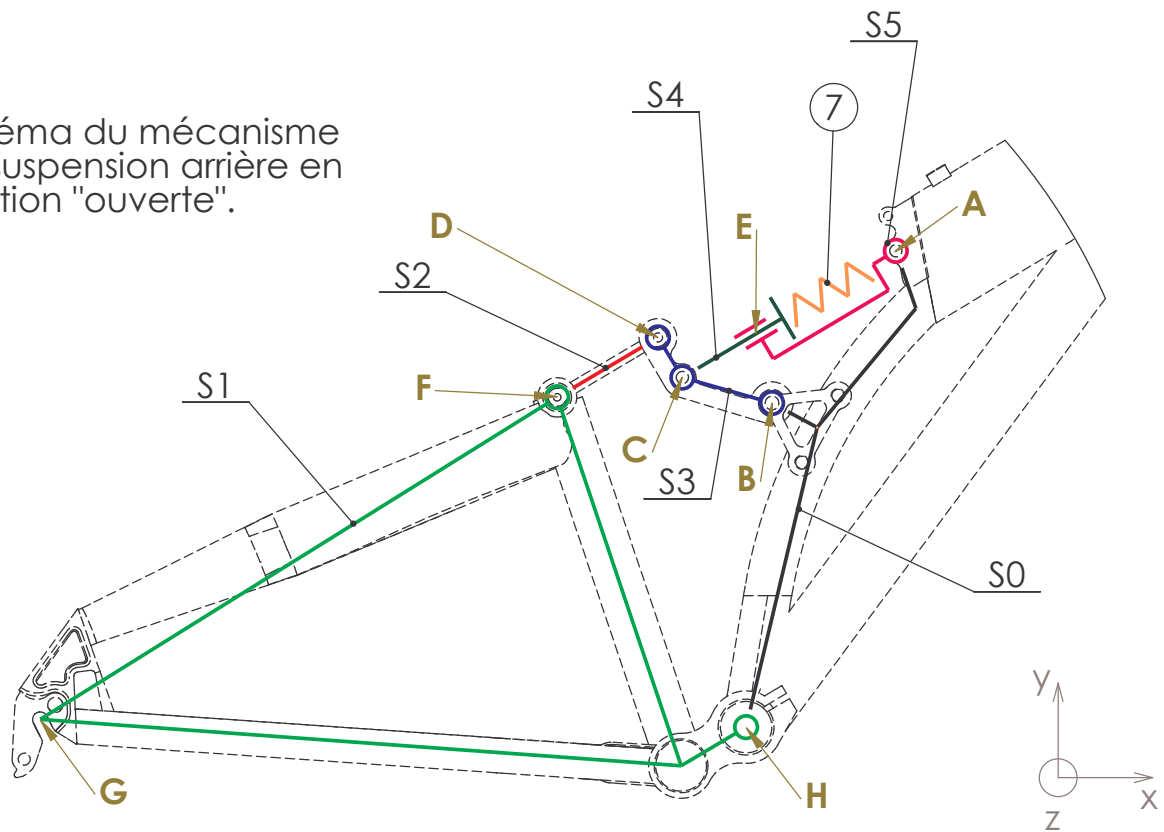
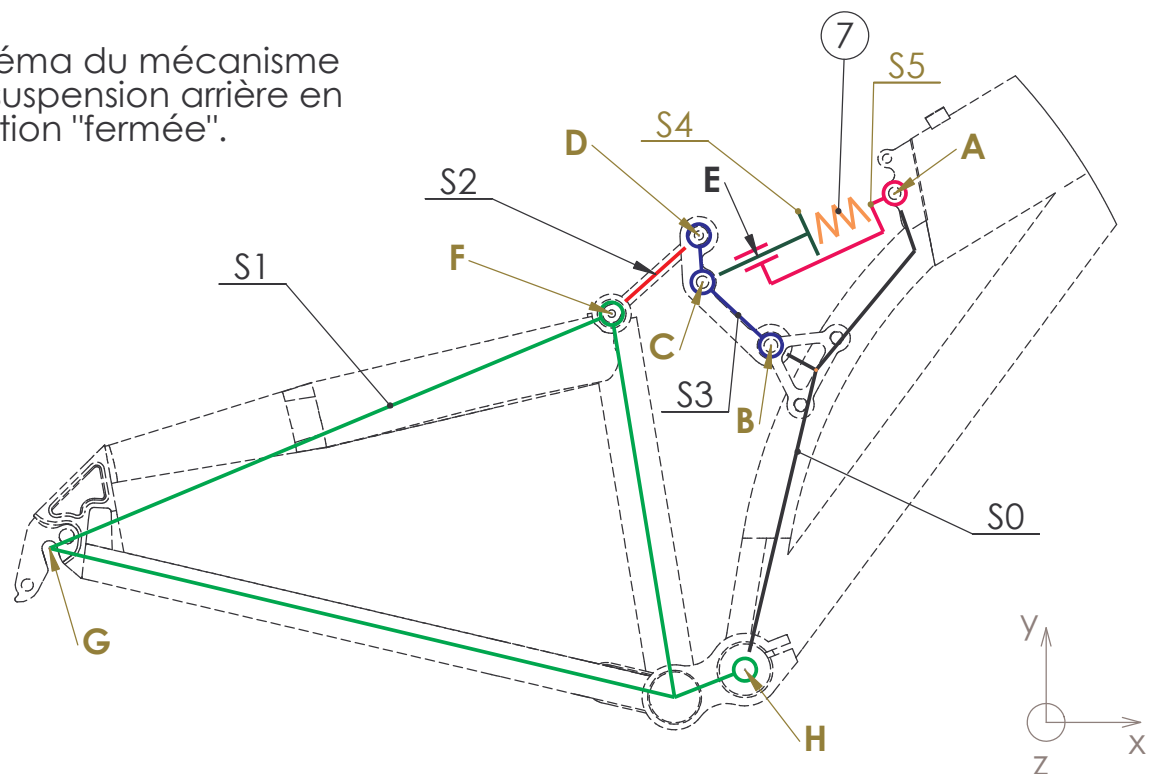
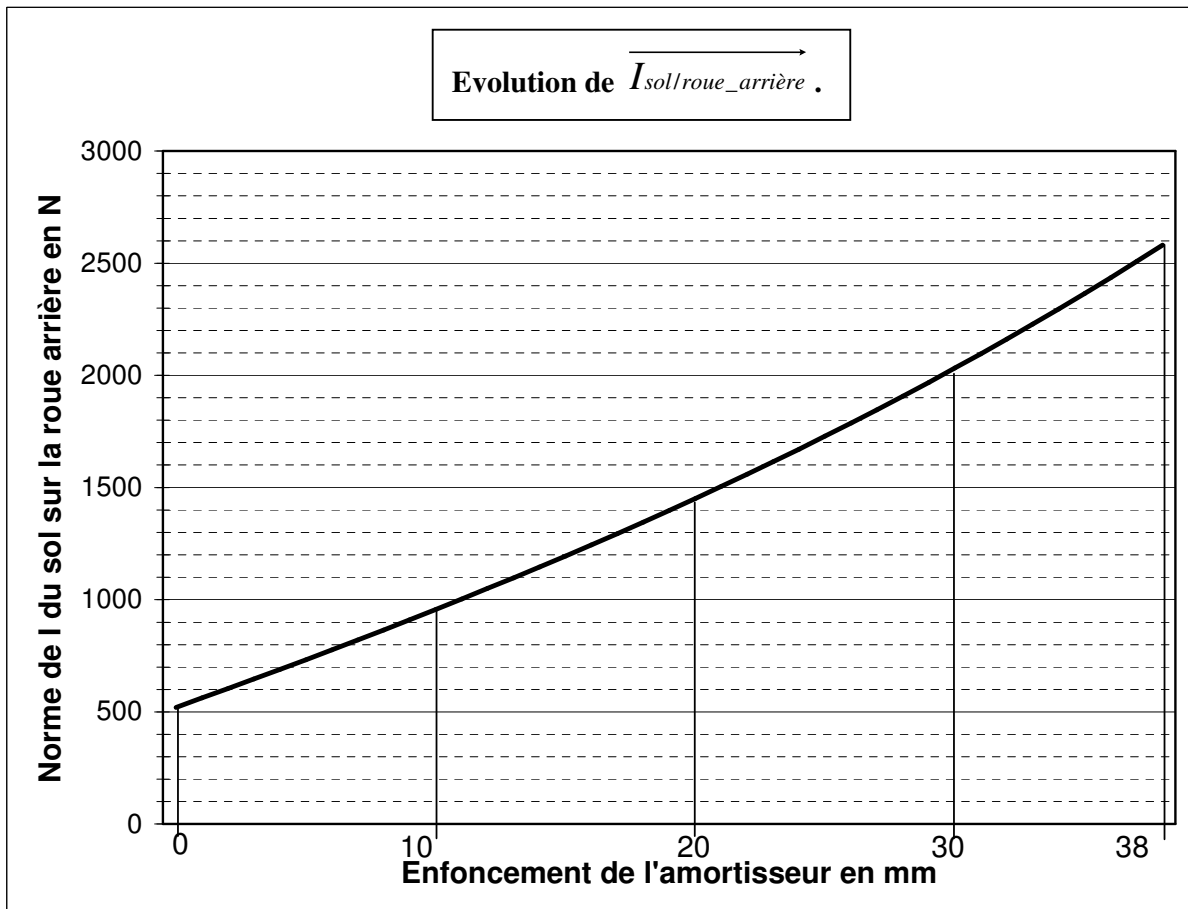
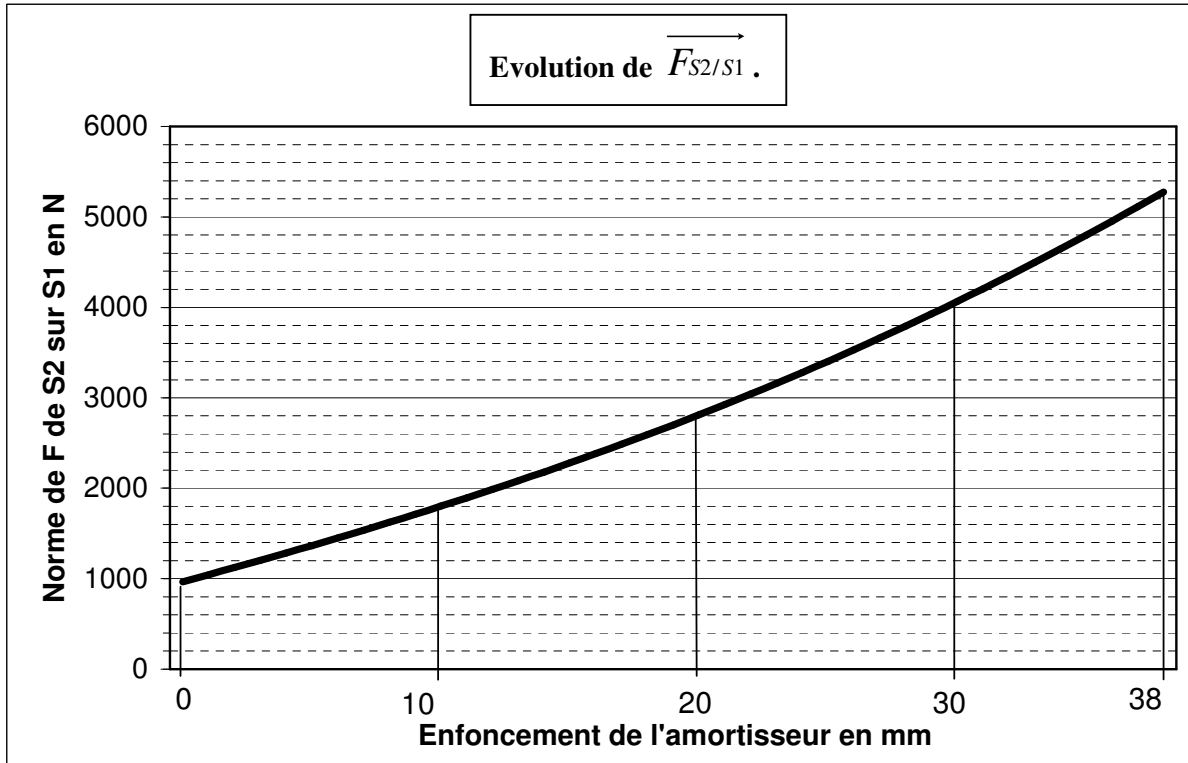


Schéma du mécanisme de suspension arrière en position "fermée".



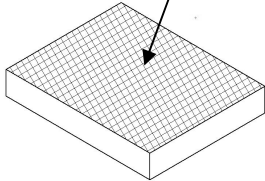
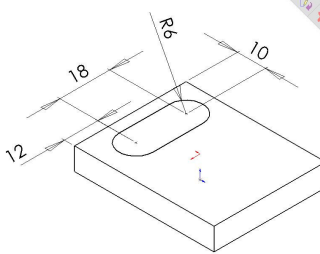
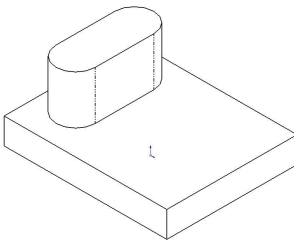
DT 8 - COURBES

Courbes obtenues par résolution du problème de statique à l'aide d'un logiciel

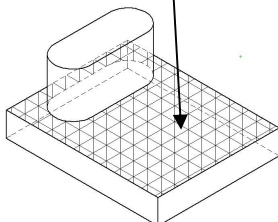
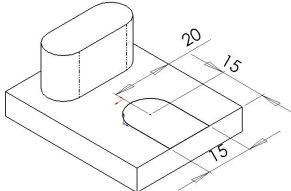
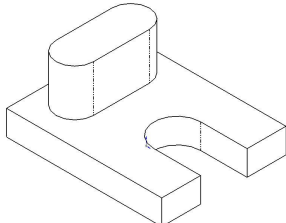


DT9 – DOSSIER RESSOURCE MODELEUR VOLUMIQUE

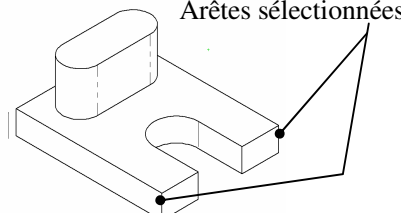
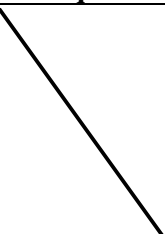
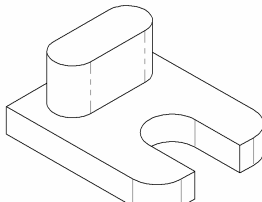
Fonction : Création de matière par extrusion.

Choix d'une surface plane support de l'esquisse	Création de l'esquisse	Fonction à appliquer	Résultat
<p>face sélectionnée</p> 		<p>Création de matière par extrusion.</p> <p>Hauteur : 15</p>	

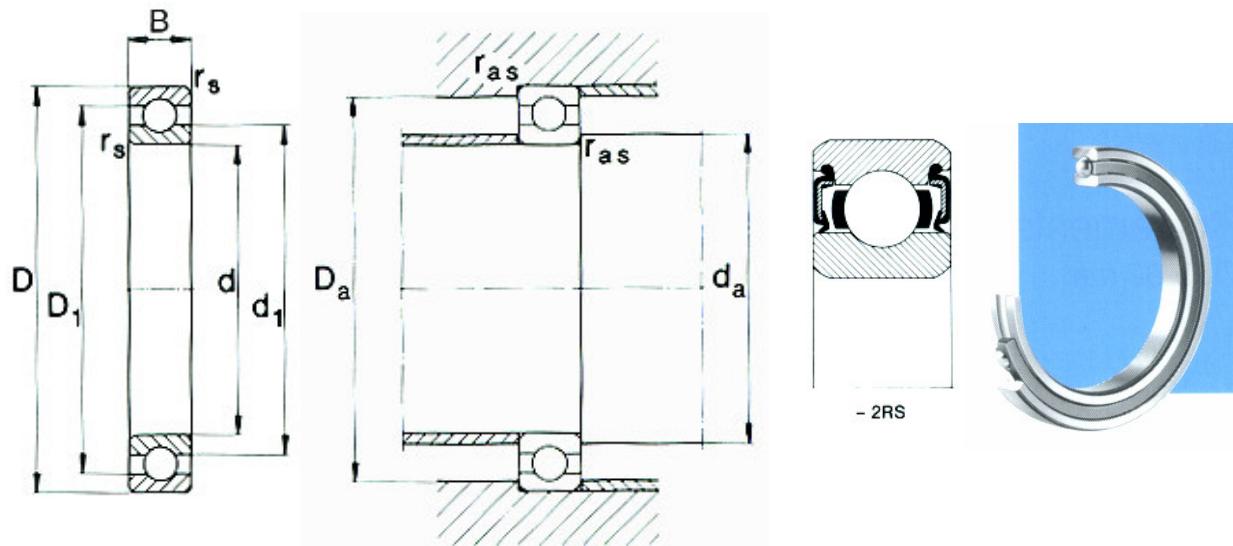
Fonction : Enlèvement de matière par extrusion.

Choix d'une surface plane support de l'esquisse	Création de l'esquisse	Fonction à appliquer	Résultat
<p>face sélectionnée</p> 		<p>Enlèvement de matière par extrusion.</p> <p>Hauteur : à travers toute la pièce</p>	

Fonction : Congé.

Choix d'une surface plane support de l'esquisse	Création de l'esquisse	Fonction à appliquer	Résultat
<p>Arêtes sélectionnées</p> 		<p>Congé</p> <p>Rayon : 8mm</p>	

Roulements à billes à section mince :



	Roulement								Logement			
Référence roulement SNR	Ø arbre	d	D	B	rs mini	d1	D1	Vitesse limite (roulement étanche)	da mini	Da mini	ras maxi	masse
unité	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	tr/min	mm	mm	mm	kg
61805-2RS-Y	25	25	37	7	0.3	29	33.1	9800	27.2	34.8	0.3	0.022

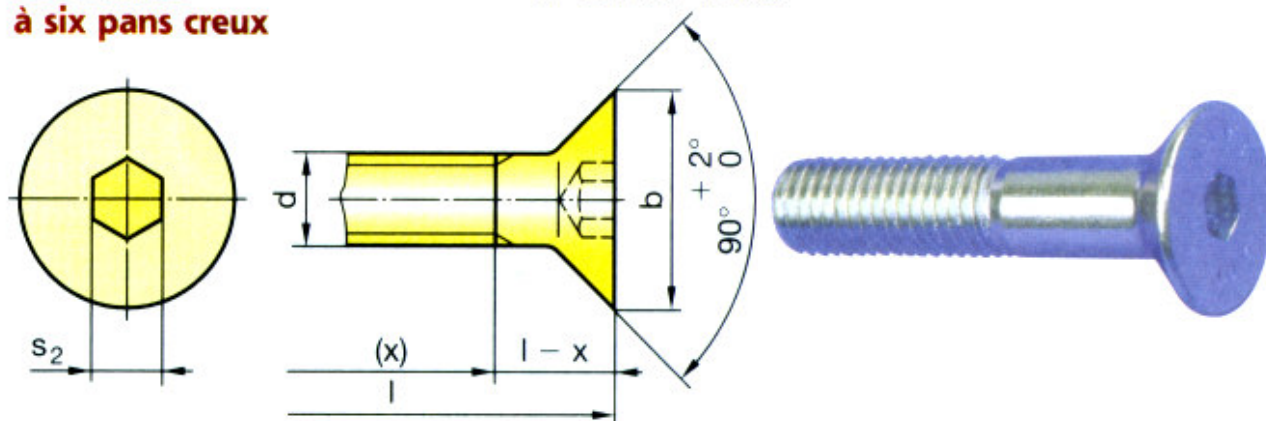
D'après documentation SNR

Tolérances dimensionnelles							
Arbre				Alésage			
Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations	Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Constante	g6	La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre.	Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	P 7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage.
	Variable	h6			Normale ou importante	N 7	
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge, ou direction de charge non définie	Faible et variable	j6	La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. À partir de m5, utiliser des roulements avec un jeu interne augmenté.		Faible et variable	M 7	
	Normale	k5-k6		Direction de charge non définie	Importante ou normale	K 7	
				Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	J 7	
	Importante avec chocs	n6 p6			Normale (mécanique ordinaire)	H 8	
Butée à billes	Axiale	j6		Butée à billes	Axiale	H 8	

Vis ISO 10642 FHc M6 – 12 :

**Tête fraisée
à six pans creux**

NF EN ISO 10642



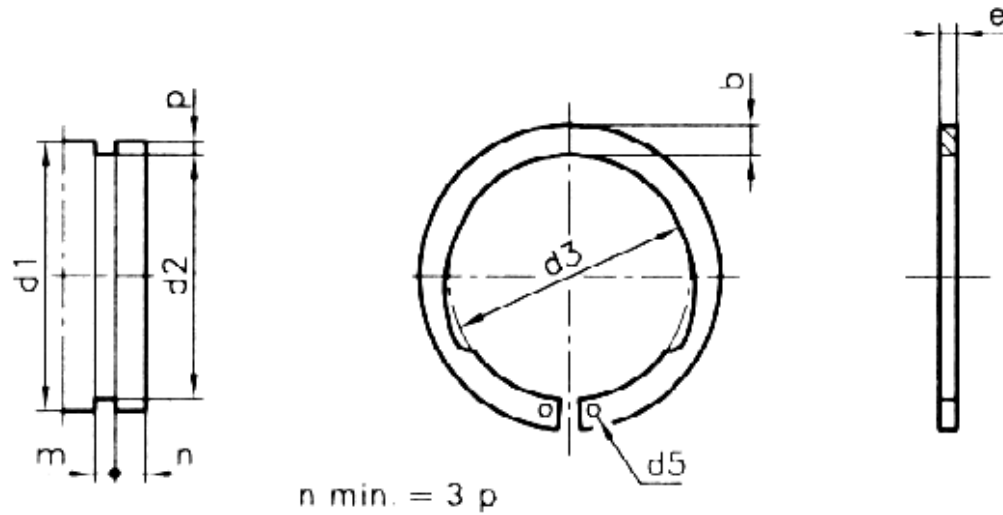
d	a	b	s ₁	s ₂	d	a	b	s ₁	s ₂
M1,6	3	3,52	1,5	0,9	M12	18	22,5	10	8
M2	3,8	4,4	1,5	1,3	M16	24	30	14	10
M2,5	4,5	5,5	2	1,5	M20	30	38	17	12
M3	5,5	5,5	2,5	2	M24	36	—	19	—
M4	7	8,4	3	2,5	M30	45	—	22	—
M5	8,5	9,3	4	3	M36	54	—	27	—
M6	10	11,3	5	4	M42	63	—	32	—
M8	13	15,8	6	5	M48	72	—	36	—
M10	16	18,3	8	6	—	—	—	—	—

Longueurs l et longueurs filetées x																												
d	Longueurs l																											
	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	130	140	
1,6																												
2										16																		
2,5											17																	
3											18	18																
4											20	20	20															
5											22	22	22	22	22													
6											24	24	24	24	24	24												
8											28	28	28	28	28	28	28	28	28	28								
10											32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32						
12											36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36			
(14)																												
16																												
20																												

* Toutes les valeurs de l à l'intérieur du cadre rouge correspondent à des vis à tige entièrement filetée.

** Les valeurs numériques indiquent les longueurs filetées x des vis à tige partiellement filetée.

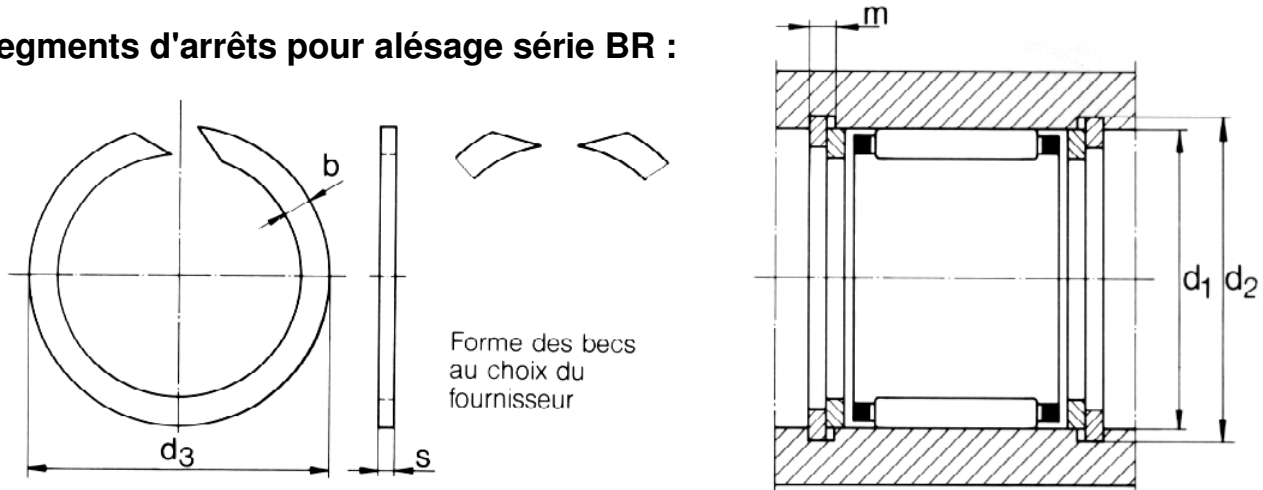
Anneaux élastiques inversés pour arbres :



	Arbre	Anneau					Gorge				
Référence NOMEL	\varnothing arbre d1	d3	Tolérance d3	e h11	b	d5	d2	Tolérance d2	m mini	p	Vitesse maximum
unité	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	tr/min
858.025	25	23.15	$+0.21$ -0.42	1.2	3.6	1.6	23.9	0 -0.21	1.3	0.55	25200

D'après documentation Nomel

Segments d'arrêts pour alésage série BR :



$$m = s + 0,1 \text{ mm}$$

(cote mini)

	Alésage	Segment			Rainure	
Référence INA	\varnothing alésage d1	d3 mini	b	s	d2 H11	Masse de 1000 pièces
unité	mm	mm	mm	mm	mm	kg
BR 37	37	23.15	$+0.21$ -0.42	1.2	3.6	2.53

D'après documentation INA

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

Ce dossier comporte 10 feuilles numérotés de 1/10 à 10/10.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture du dossier et des documents techniques	30 min
1 Vérification du critère de débattement	30 min
1.1 Détermination des mouvements et trajectoires	
1.2 Vérification du critère de débattement	
2 Vérification du critère de réactivité du VTT	1 h
2.1 Etude de l'équilibre de la biellette S2	
2.2 Etude de l'équilibre de l'ensemble levier S3	
2.3 Etude de l'équilibre de l'ensemble bras oscillant S1 et roue arrière	
3 Vérification du critère de non talonnage du VTT	15 min
4 Vérification de la vitesse de rentrée de l'amortisseur	1 h 30
4.1 Détermination de $\overline{V(D \in S2/S0)}$	
4.2 Détermination de $\overline{V(C \in S3/S0)}$	
4.3 Détermination de $\overline{V(C \in S4/S5)}$, vitesse de rentrée de tige	
5 Amélioration d'une solution constructive	1 h 30
5.1 Analyse de la liaison biellette S2 / triangle arrière S1	
5.2 Vérification du critère de résistance de la nouvelle biellette prototype	
5.3 Optimisation des formes de la biellette industrialisée	
5.4 Elaboration du modèle volumique de la biellette industrialisée	
6 Conception de la liaison pivot cadre S0 / triangle arrière S1	45 min

Validation de la solution technique FT 1.3.1.

Cette partie a pour objectif de vérifier si les niveaux d'appréciation des critères de la fonction technique FT 1.3.1 "Maintenir le contact des roues avec le sol" sont respectés :

- *Débattement de la roue arrière.*
- *Effort minimal de réactivité.*
- *Effort maximal évitant le talonnage.*
- *Vitesse maximale de rentrée de tige de l'amortisseur.*

1 Vérification du critère de débattement de la roue arrière.

1.1 Détermination des mouvements et trajectoires.

L'objectif de cette partie est de faciliter la compréhension du mécanisme en recherchant la nature des mouvements des différentes pièces intervenant dans la suspension du vélo.

Le dessin du document DR1 représente le VTT avec l'amortisseur arrière dans sa position complètement sortie.

Tous les points demandés doivent apparaître clairement sur le document DR1. L'échelle de représentation est 0,35, c'est à dire : 10 mm réel \rightarrow 3,5 mm sur le dessin. Sur le document réponse DR1 :

Question 1-1 : Définir la nature du mouvement de $S1/S0$, tracer les trajectoires $T(F \in S1/S0)$ et $T(G \in S1/S0)$.

Question 1-2 : Définir la nature du mouvement de $S3/S0$, tracer $T(C \in S3/S0)$, $T(D \in S3/S0)$.

Question 1-3 : Définir la nature du mouvement de $S4/S5$, tracer $T(C \in S4/S5)$.

Question 1-4 : Définir la nature du mouvement de $S5/S0$, tracer $T(C \in S5/S0)$.

1.2 Vérification du critère de débattement.

L'objectif de cette partie est de vérifier l'amplitude du débattement de la roue arrière, compte tenu de la course de l'amortisseur.

Course de l'amortisseur : 38 mm. Sur le document réponse DR1 :

Question 1-5 : Connaissant la course de l'amortisseur, en s'appuyant sur la trajectoire $T(C \in S3/S0)$, trouver la nouvelle position du point C, appelé C', lorsque l'amortisseur est complètement rentré.

Question 1-6 : Trouver alors la nouvelle position du point D, nommé D'.

Question 1-7 : Réaliser les tracés nécessaires afin de mesurer alors le débattement vertical du point G. Conclure quant à la validation du critère de débattement imposé par le cahier des charges fonctionnel (voir document DT3).

2 Vérification du critère de réactivité du vélo.

On souhaite déterminer, au moyen d'une étude statique, la valeur de l'effort de réactivité.

Ce dernier est l'effort minimum qu'il faut donner à la roue arrière pour activer la rentrée de la tige du combiné ressort/amortisseur en comprimant le ressort et en commençant à « fermer » le vélo.

Pour cette étude statique trois solides seront isolés successivement : la biellette S2, le levier S3 et enfin l'ensemble {bras oscillant S1+roue arrière}.

Nota : il peut être utile de se référer au schéma du document DT7 pour visualiser le cadre en position ouverte ou fermée.

• Conditions de l'étude :

- ⇒ Les liaisons sont considérées parfaites (sans frottement).
- ⇒ Le poids propre des pièces est négligeable devant les autres actions mécaniques mises en jeu dans le mécanisme.
- ⇒ Les solides sont considérés comme indéformables.
- ⇒ Le problème est considéré comme un problème admettant pour plan de symétrie le plan (O,x,y).
- ⇒ Au niveau de la suspension, seule l'action du ressort est prise en compte.

2.1 Etude de l'équilibre de la biellette S2 (Réponse sur copie)

Question 2-1 : Isoler la biellette S2 et justifier le fait que le support des actions mécaniques

$\vec{F}_{S1/S2}$ et $\vec{D}_{S3/S2}$ soit la droite (FD).

2.2 Etude de l'équilibre de l'ensemble levier S3.

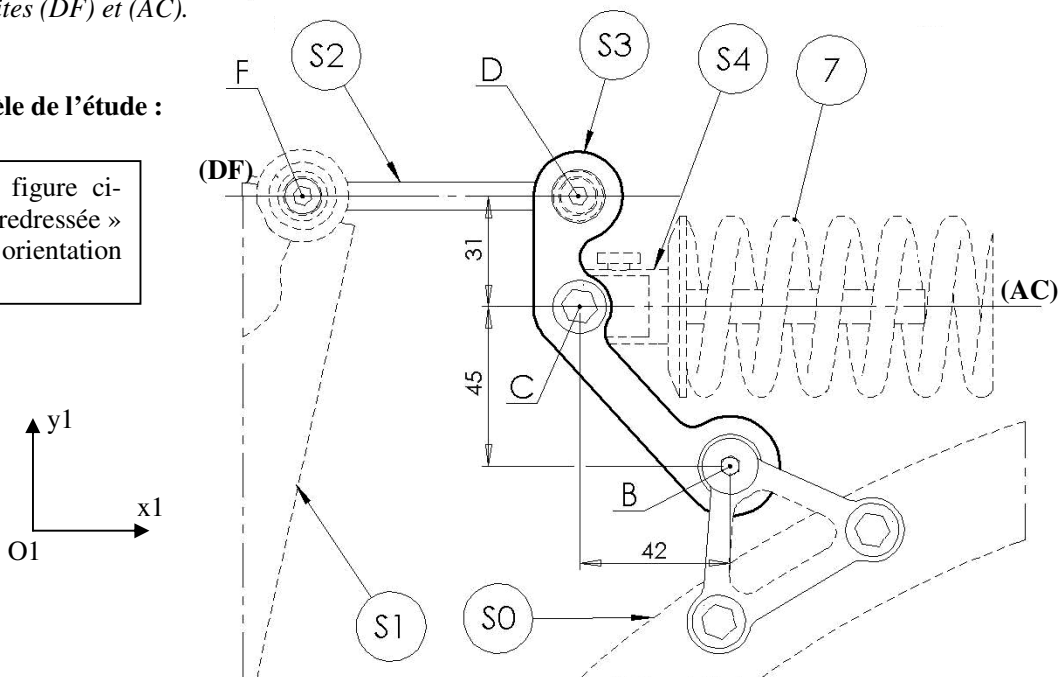
L'objectif de cette étude est de déterminer l'action mécanique appliquée sur le bras oscillant par l'intermédiaire de la biellette 2.

Dans la position « ouverte » étudiée, les droites (AC) et (DF) sont parallèles et le ressort 7 exerce au point C, par l'intermédiaire de S4, une action mécanique $\|\vec{C}_{S4/S3}\| = 1636\text{N}$ dont le support est la droite AC.

Afin de simplifier l'étude les données seront exprimées dans un repère (O1,x1,y1) dont l'axe (O1,x1) est parallèle aux droites (DF) et (AC).

• Modèle de l'étude :

Attention : La figure ci-contre est « redressée » par rapport à l'orientation réelle.

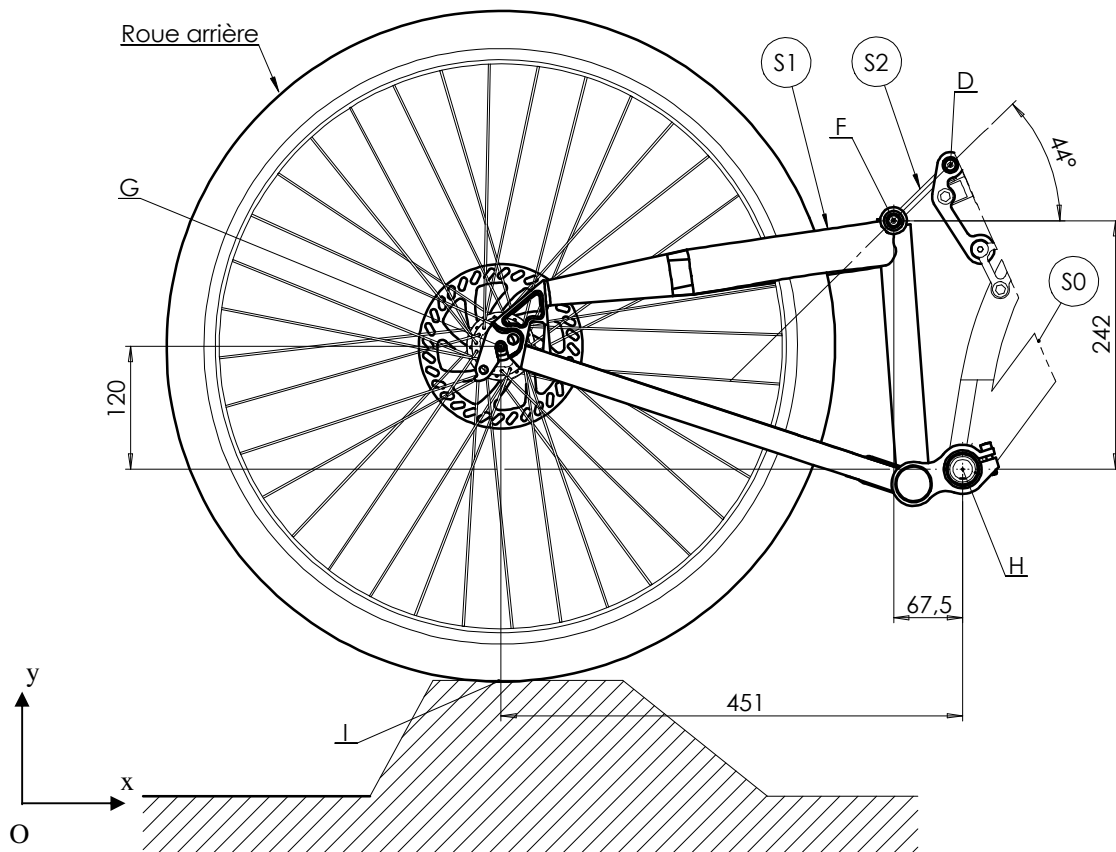


3 Vérification du critère de non-talonnage du vélo.

Le vélo étant en position « fermée » (voir DT7), on souhaite déterminer l'effort maximal permettant d'éviter le talonnage lorsque l'amortisseur arrive en butée en fin de course.

Il suffit donc de reprendre l'étude de l'équilibre du bras oscillant S1, en tenant compte de la nouvelle géométrie du mécanisme résultant du changement de position.

- **Modèle de l'étude.**



Hypothèse : l'action de contact du pneu avec le sol au point I est considérée verticale.

Question 3-1 : Sur le document DT8, retrouver sur la courbe d'évolution de l'effort du sol sur la roue arrière au point I, la valeur de l'effort $\overrightarrow{I_{sol/roue_arrière}}$ pour la position vélo « fermé ». Compléter le document réponse DR2 et conclure sur copie quand à la validité du critère de non talonnage imposé par le CdCF (document DT3).

4 Vérification de la vitesse de rentrée de l'amortisseur.

L'objectif de cette partie est de calculer la vitesse de rentrée de la tige de l'amortisseur du combiné ressort / amortisseur $\{S4 + S5\}$, connaissant la vitesse de déplacement de l'axe G de la roue $S1$ par rapport au cadre $S0$ $\overrightarrow{V(G \in S1 / S0)}$.

La détermination de la vitesse de rentrée de la tige de l'amortisseur sera réalisée en trois étapes :

- détermination de $\overrightarrow{V(D \in S2 / S0)}$.
- détermination de $\overrightarrow{V(C \in S3 / S0)}$.
- détermination de $\overrightarrow{V(C \in S4 / S5)}$, vitesse de rentrée de tige.

• **Données :**

$$\left\| \overrightarrow{V(G \in S1 / S0)} \right\| = 30 \text{ m/s}$$

4.1 Détermination de $\overrightarrow{V(D \in S2 / S0)}$.

Echelle de tracé conseillée : $1 \text{ cm} \rightarrow 6 \text{ m/s}$

Question 4-1 : Sur le document DR3, déterminer et tracer $\overrightarrow{V(D \in S2 / S0)}$, par la méthode de votre choix.

4.2 Détermination de $\overrightarrow{V(C \in S3 / S0)}$.

Attention : pour cette question, quelque soit le résultat trouvé précédemment pour $\overrightarrow{V(D \in S2 / S0)}$, on prendra une nouvelle valeur de V_D :

$$\left\| \overrightarrow{V(D \in S2 / S0)} \right\| = 25 \text{ m/s}$$

Echelle de tracé conseillée : $1 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ m/s}$

Question 4-2 : Sur le document DR4, déterminer et tracer $\overrightarrow{V(C \in S3 / S0)}$.

4.3 Détermination de $\overrightarrow{V(C \in S4 / S5)}$.

Attention : quelque soit le résultat trouvé précédemment pour $\overrightarrow{V(C \in S3 / S0)}$, on prendra :

$$\left\| \overrightarrow{V(C \in S3 / S0)} \right\| = 18 \text{ m/s}$$

Echelle de tracé conseillée : $1 \text{ cm} \rightarrow 3 \text{ m/s}$.

Tous les tracés doivent figurer sur le document DR5.

Question 4-3 : Comparer $\overrightarrow{V(C \in S3 / S0)}$ et $\overrightarrow{V(C \in S4 / S0)}$.

Question 4-4 : Tracer les directions de $\overrightarrow{V(C \in S4 / S5)}$ et de $\overrightarrow{V(C \in S5 / S0)}$.

Question 4-5 : Ecrire la relation de composition des vitesses au point C liant $\overrightarrow{V(C \in S4 / S0)}$, $\overrightarrow{V(C \in S5 / S4)}$ et $\overrightarrow{V(C \in S5 / S0)}$.

Question 4-6 : En déduire de manière graphique la vitesse de rentrée de l'amortisseur $\overrightarrow{V(C \in S4 / S5)}$.

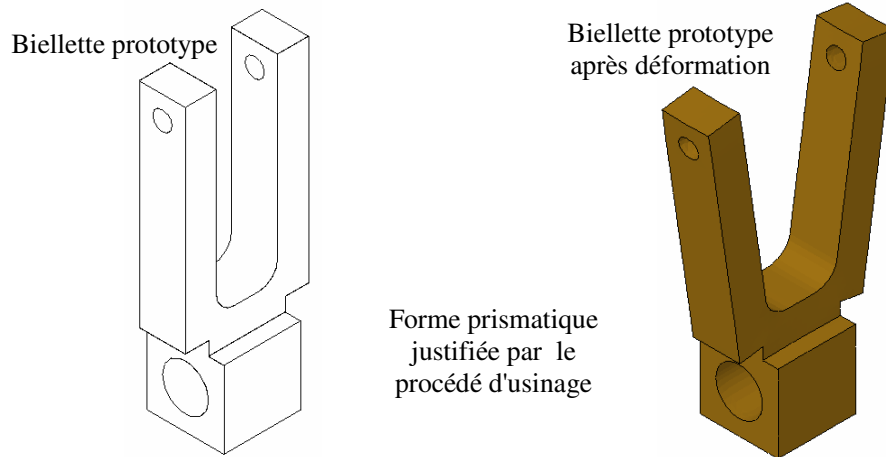
Question 4-7 : Conclure quand à la validité du critère imposé par le cahier des charges.

5 Amélioration d'une solution constructive.

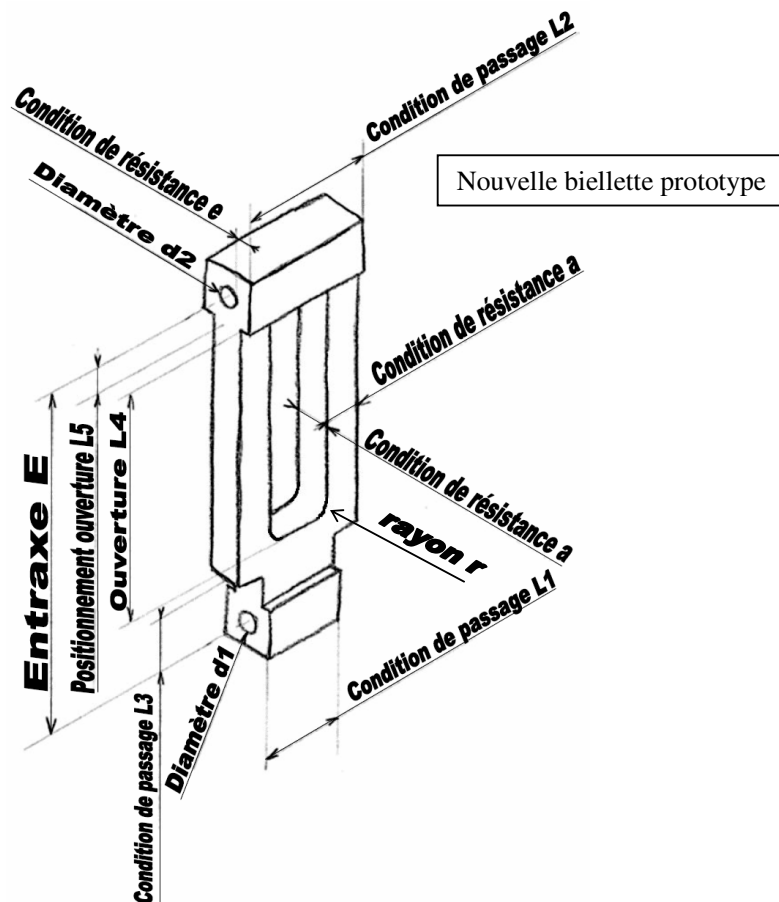
Sur le prototype, un problème de déboîtement des roulements de la liaison levier S3 – biellette S2 est apparu lors des premiers essais réels, menant à un dysfonctionnement majeur de la suspension arrière.

L'objectif de cette partie est d'analyser et de re-concevoir la biellette S2, afin de remédier à ce problème technique.

La première biellette prototype a été conçue de manière « ouverte » et usinée. Suite aux efforts élevés supportés, sa déformation trop importante engendre la sortie des roulements de leurs logements dans le levier.



Une esquisse à main levée d'une nouvelle biellette prototype de type « fermée » est donnée ci-dessous :



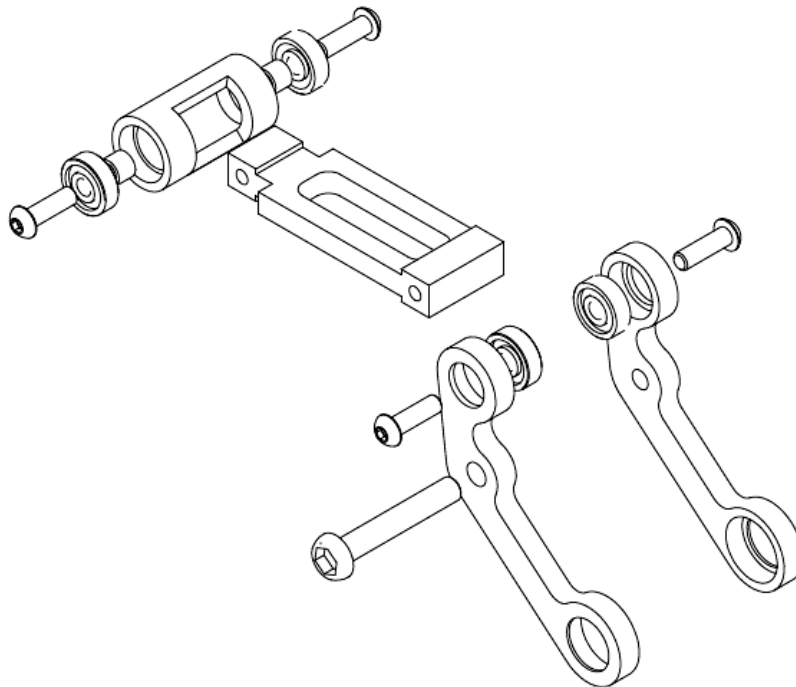
Les fonctions à remplir par la biellette sont les suivantes :

- Fonction s'adapter aux chapes existantes :
 - Longueur L1
 - Longueur L2
 - Longueur L3
- Fonction relier les deux axes selon une distance donnée :
 - Entraxe E
- Fonction résister aux contraintes :
 - Dimension a
 - Forme visant à diminuer les concentrations de contraintes
- Fonction résister aux efforts dans les paliers :
 - Diamètre d1
 - Diamètre d2
 - Epaisseur minimale de palier e
- Fonction réduction de masse :
 - Evidement central (paramètres L4 et L5)
- Fonction de non-agressivité :
 - Formes non agressives, aucun angle vif
- Fonction réalisation :
 - Fabrication par usinage dans un profilé prismatique en alliage d'aluminium
 - Rayon de la fraise r

5.1 Analyse de la liaison biellette S2 / triangle arrière S1.

Voir documents DT4 et DT5.

Question 5-1 : Sur feuille de copie, en vous appuyant sur l'éclaté ci-dessous et avec un vocabulaire technique, décrire la liaison entre la biellette S2 et le triangle arrière S1, en explicitant notamment, en quelques phrases, les avantages et inconvénients du choix de vis en tant qu'axes.



5.2 Vérification du critère de résistance de la nouvelle bielle prototype.

L'objectif de cette partie est de vérifier la résistance de la nouvelle bielle prototype en calculant la contrainte subie par la section AA de la pièce.

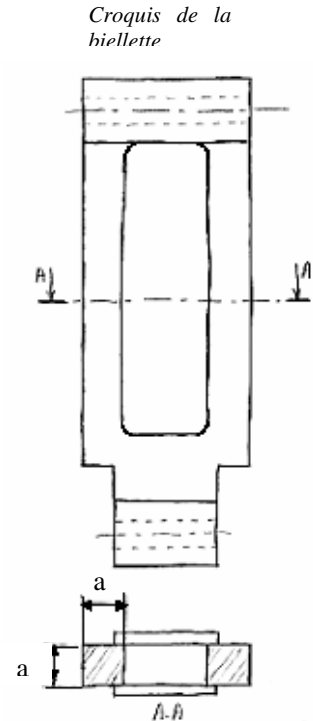
Le matériau choisi est un alliage d'aluminium 7075 [Al Zn 5.5 Mg Cu] de limite élastique 440 MPa.

Une étude dynamique complémentaire de l'étude statique précédente a permis de calculer que l'effort de compression sur la bielle est très élevé et peut atteindre une valeur de 10000 N.

Question 5-2 : Sur feuille de copie, exprimer littéralement la contrainte normale dans la section AA, en considérant le paramètre de condition de résistance a .

Question 5-3 : En supposant $a = 8$ mm, calculer la valeur de la contrainte de compression dans la section A-A.

Question 5-4 : Conclure quant à la résistance de cette partie de la pièce.



5.3 Optimisation des formes de la bielle industrialisée.

L'entreprise a procédé à une simulation informatique du comportement en charge du modèle prototype de la bielle à l'aide d'un logiciel de calculs par éléments finis : le résultat de cette simulation est fourni sur le document réponse DR6.

Question 5-5 : Sur le document DR6, identifier et entourez en rouge les zones de plus fortes contraintes (concentrations de contraintes).

Question 5-6 : Sur le document DR6, indiquer la valeur de la contrainte maximum (σ_{\max}) subie par la pièce. Conclure quant à la résistance de la pièce (rappel : $R_e = 440$ MPa)

Question 5-7 : Sur feuille de copie, à partir d'un croquis à main levée commenté, proposer des modifications de forme permettant de limiter les concentrations de contraintes dans la bielle industrialisée.

5.4 Elaboration du modèle volumique de la bielle industrialisée.

L'objectif est ici de réaliser sur un modèleur volumique la version définitive de la bielle validée précédemment, en vue de sa fabrication assistée par ordinateur.

Question 5-8 : Compléter le tableau du document réponse DR7 :

- La première colonne illustre les différentes étapes de construction volumique de la pièce.
- La deuxième colonne présente les esquisses correspondant à chaque étape de la construction. Pour les étapes 2 à 6, en vous aidant de la figure de la page 6 du dossier Travail Demandé, indiquer pour chaque cote de construction et d'esquisse sa valeur littérale (voir exemple de l'étape 1).
- La troisième colonne permet d'identifier le type de fonction technologique utilisé dans chaque étape de la construction volumique. Pour les étapes 2 à 6, en vous aidant du document ressource DT9, compléter par la fonction utilisée.

- La quatrième colonne indique simplement le résultat volumique obtenu à chaque étape. Colorier le volume obtenu à chaque étape.

Note : Les trous taraudés de la biellette seront représentés simplement par un trou lisse débouchant de diamètre $d1$ et $d2$.

6 Conception de la liaison pivot cadre S0 / Triangle arrière S1

L'objectif de cette partie est de concevoir la liaison pivot d'axe \vec{z} situé au point H (voir DT7), assurant l'articulation entre le triangle arrière S1 et le cadre S0, par l'intermédiaire de roulements à billes.

Question 6-1 : En s'inspirant du schéma technologique page 10/10 et en respectant les critères de conception décrit ci-dessous, définir à main levée et en complétant le document réponse DR8, la liaison pivot par roulement à billes assurant l'articulation entre le cadre S0 et le triangle arrière S1.

Question 6-2 : Préciser les ajustements et jeux fonctionnels nécessaires à l'assemblage et au fonctionnement correct de la liaison pivot.

Critères de conception :

Le montage de roulements à réaliser n'est pas standard. Les charges appliquées aux roulements sont tournantes par rapport aux deux bagues (intérieures et extérieures). Il faudrait donc monter les deux bagues serrées. La solution choisie est la suivante :

- La bague intérieure des roulements est montée serrée par ajustement sur l'arbre creux, conformément aux règles standard de montage de roulements à billes à contact radial.
- La bague extérieure des roulements est montée libre dans l'alésage, et c'est le pincement par vis des oreilles de la pièce liée au triangle arrière S1 qui assure le maintien en position des bagues extérieures. Cette solution est choisie dans un souci de rapidité et de facilité de démontage. Il subsiste un arrêt axial de la bague extérieure du roulement, d'un côté par appui sur un épaulement, de l'autre côté par appui sur un segment d'arrêt.

Les critères de conception suivant sont à respecter :

- Guidage en rotation par roulements à billes à contact radial
- Montage et démontage facile : liaison complète par pincement de la bague extérieure du roulement
- Etanchéité : intégrée aux roulements
- Réduction des masses : arbre creux
- Liaison complète démontable entre l'arbre creux et le tube du cadre par vis FHc M6 – 12 + colle « freinfillet ».
- Critère de montage du boîtier de pédalier :
 - Longueur imposée de l'arbre creux : 68 mm
 - Réalisation de 2 portées de diamètre 19 mm x longueur 15 mm à l'intérieur

Note : La documentation relative aux éléments standard utilisables pour cette conception est regroupée sur les documents techniques DT10, DT11 et DT12.

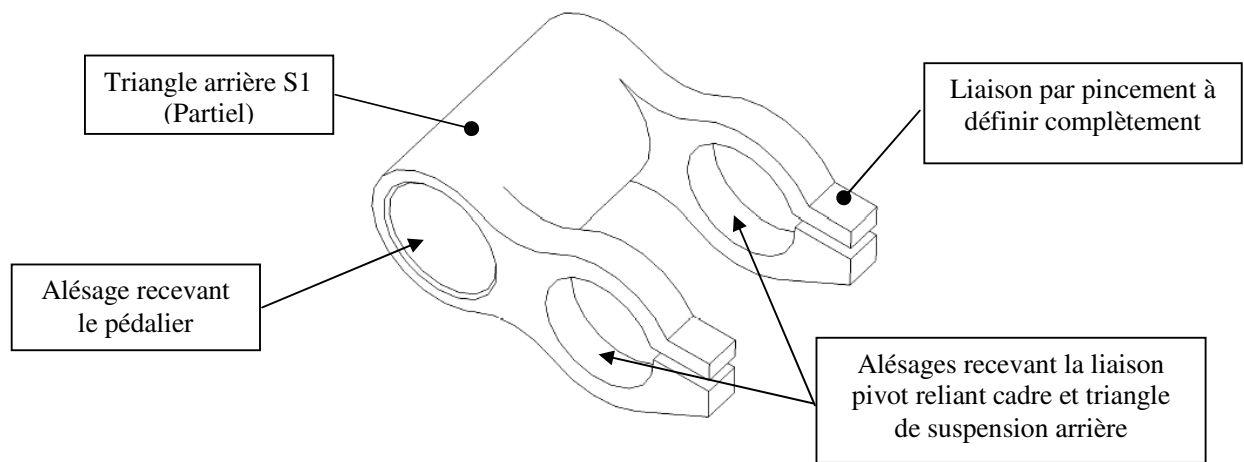
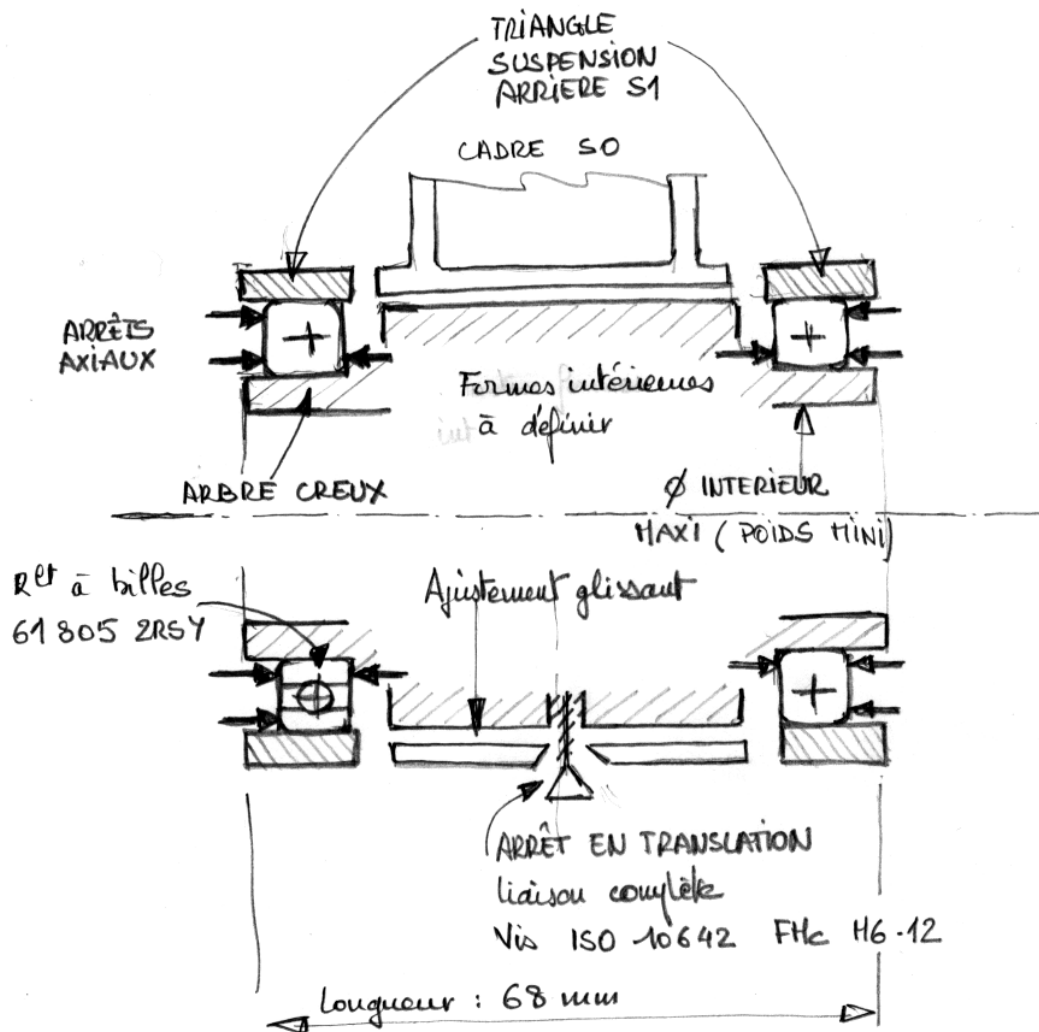


Schéma technologique : Croquis à main levée exprimant le principe de la solution technologique à définir.



DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

Ce dossier comporte 8 documents numérotés de DR1 à DR8 :

- **DR1 : Recherche du débattement**
- **DR2 : Equilibre du bras oscillant position "ouvert"**
- **DR3 : Recherche de la vitesse de rentrée de tige : phase 1**
- **DR4 : Recherche de la vitesse de rentrée de tige : phase 2**
- **DR5 : Recherche de la vitesse de rentrée de tige : phase 3**
- **DR6 : Analyse du résultat d'une étude de RDM**
- **DR7 : CAO**
- **DR8 : Conception d'une liaison pivot**

**Tous ces documents, même non remplis,
sont à joindre à la copie en fin d'épreuve**

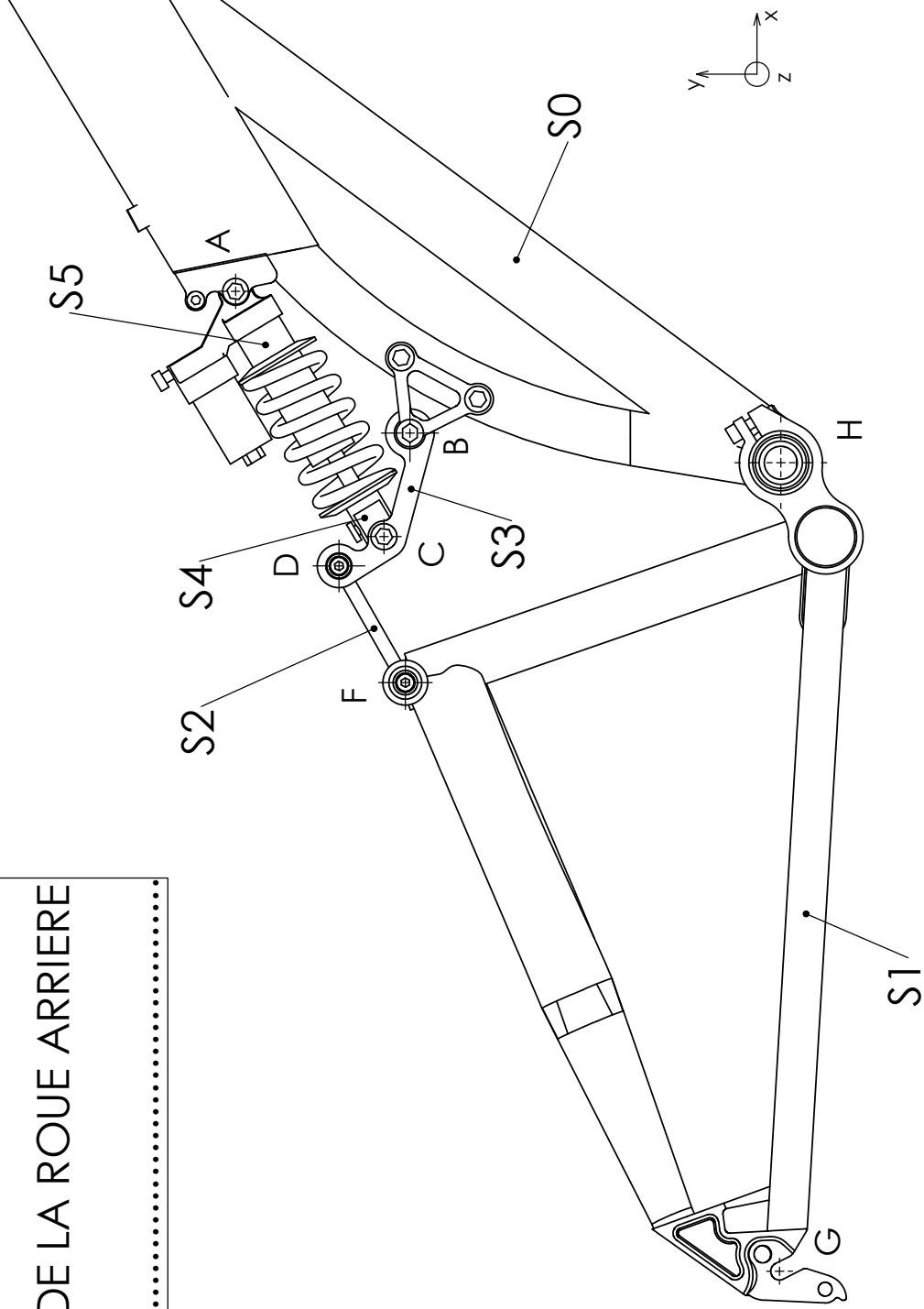
DEBATTEMENT DE LA ROUE ARRIERE
COURSE DE L'AMORTISSEUR : 38 mm

Echelle dimensionnelle :

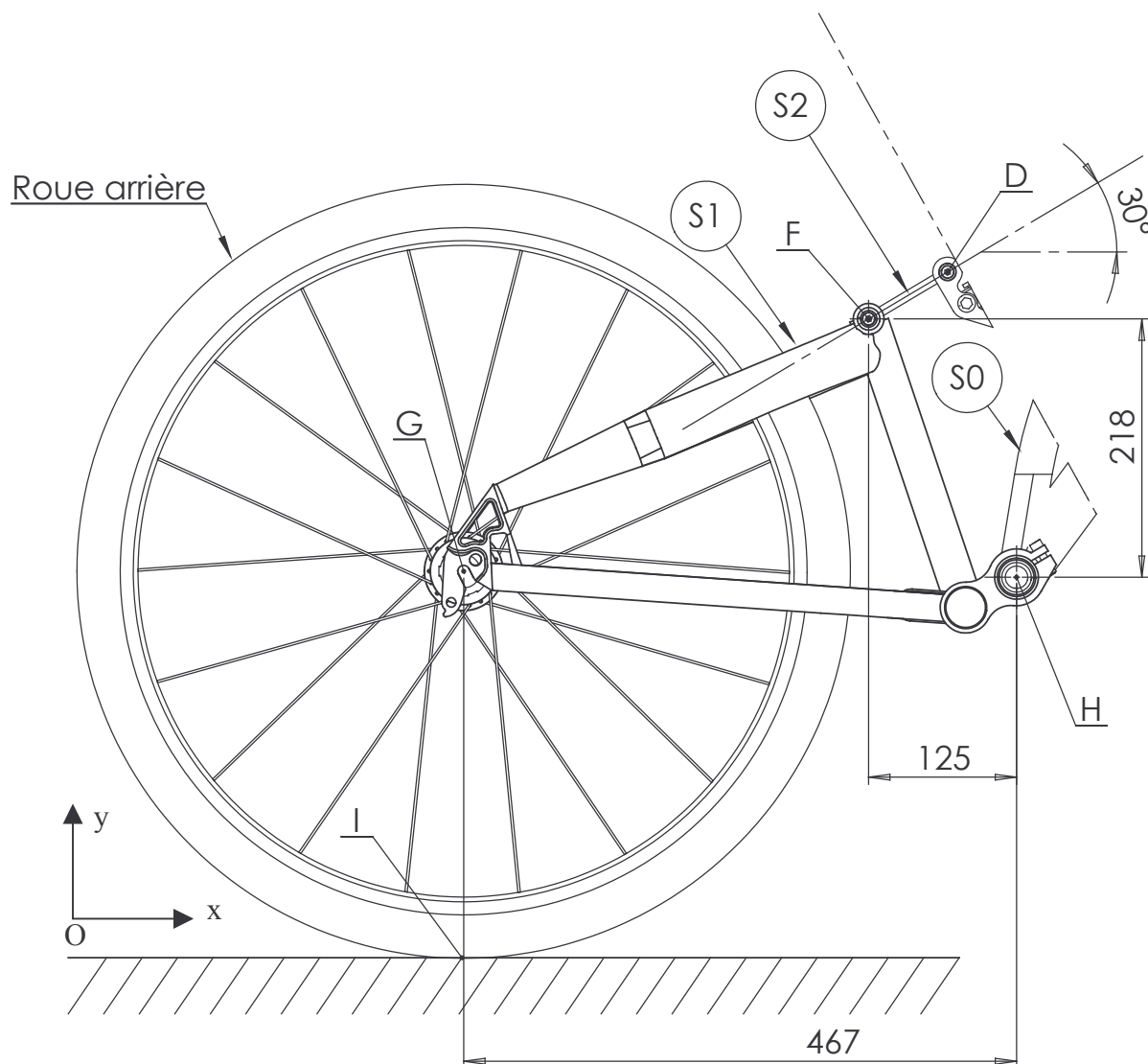


DEBATTEMENT DE LA ROUE ARRIERE

RESULTAT :



Document réponse DR2



Position vélo « ouvert »

Echelle : 1cm -> 100N

$\|\vec{F}_{S2/S1}\| = \dots\dots\dots$

$\|\vec{I}_{\text{sol/roue arrière}}\| = \dots\dots\dots$

Position vélo « fermé »

$\|\vec{I}_{\text{sol/roue arrière}}\| = \dots\dots\dots$

Document réponse DR2

VITESSE DE RENTREE DE TIGE DE L'AMORTISSEUR



ETAPE 1 : DETERMINATION DE $\vec{V}_{(D \in S2/S0)}$



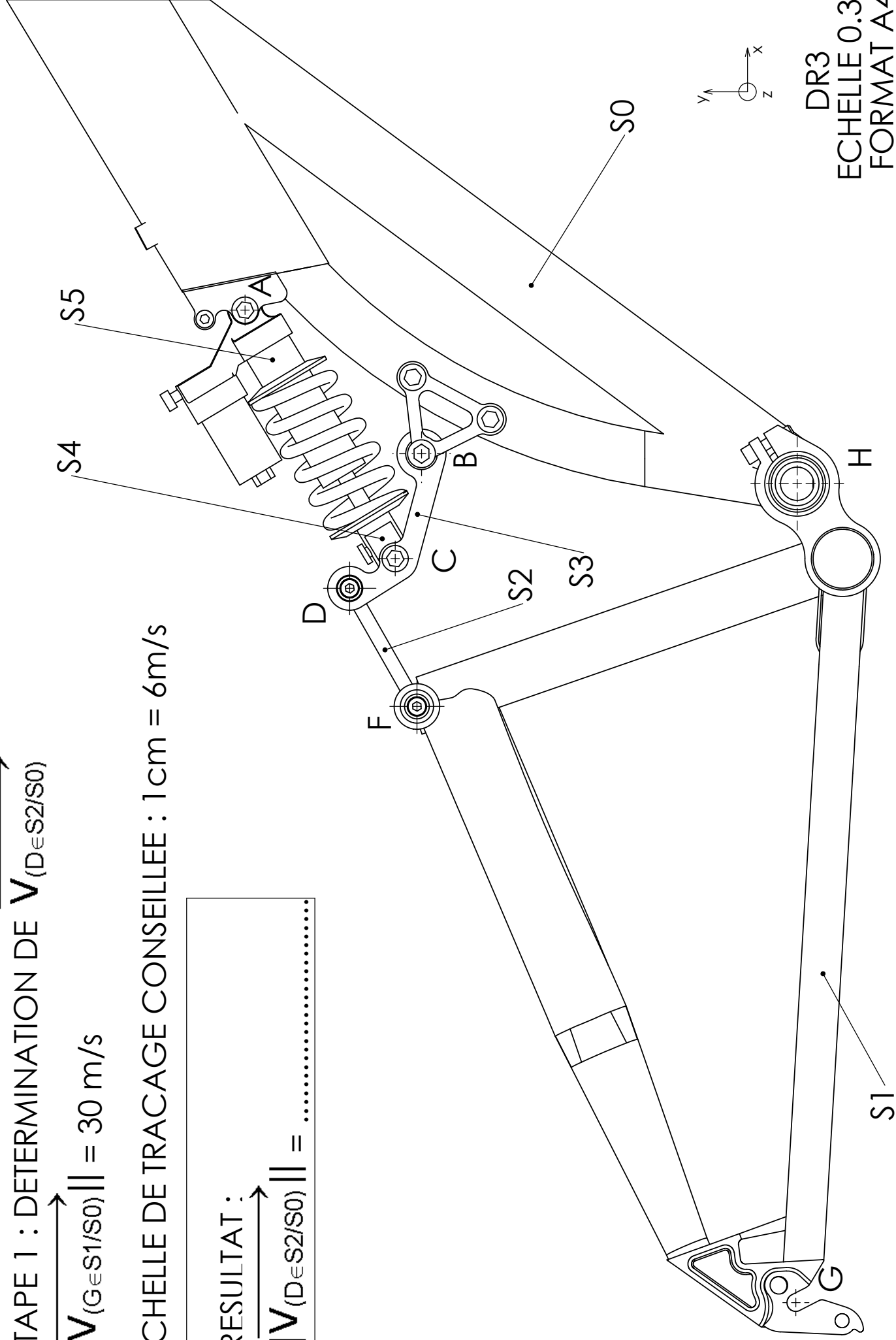
$\|\vec{V}_{(G \in S1/S0)}\| = 30 \text{ m/s}$

ECHELLE DE TRACAGE CONSEILLEE : 1 cm = 6 m/s

RESULTAT :



$\|\vec{V}_{(D \in S2/S0)}\| = \dots\dots\dots$



VITESSE DE RENTREE DE TIGE DE L'AMORTISSEUR

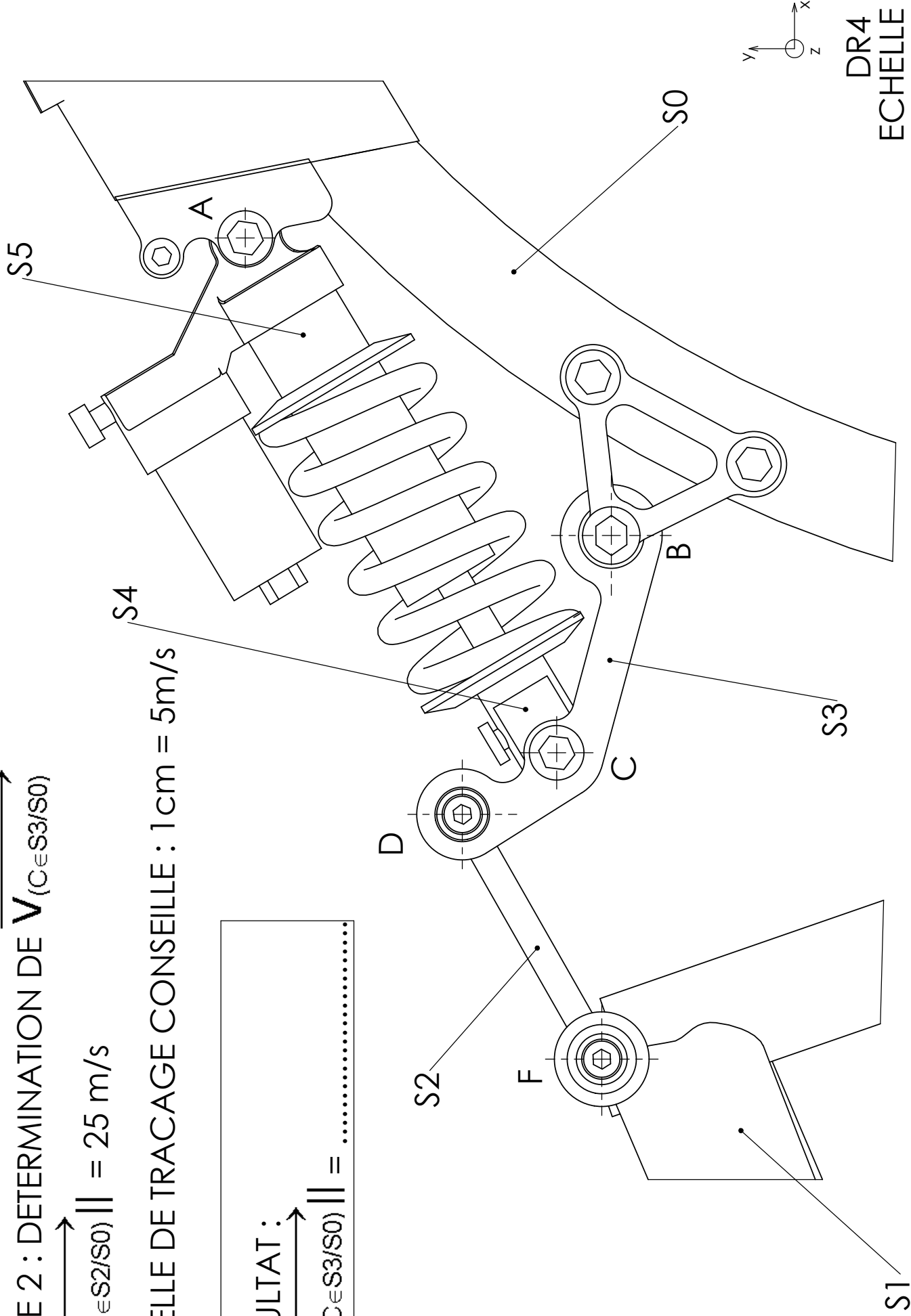
ETAPE 2 : DETERMINATION DE $\overrightarrow{V_{(C \in S3/S0)}}$

$$||\overrightarrow{V_{(D \in S2/S0)}}|| = 25 \text{ m/s}$$

ECHELLE DE TRACAGE CONSEILLE : 1 cm = 5m/s

RESULTAT :

$$||\overrightarrow{V_{(C \in S3/S0)}}|| = \dots\dots\dots$$



VITESSE DE RENTREE DE TIGE DE L'AMORTISSEUR

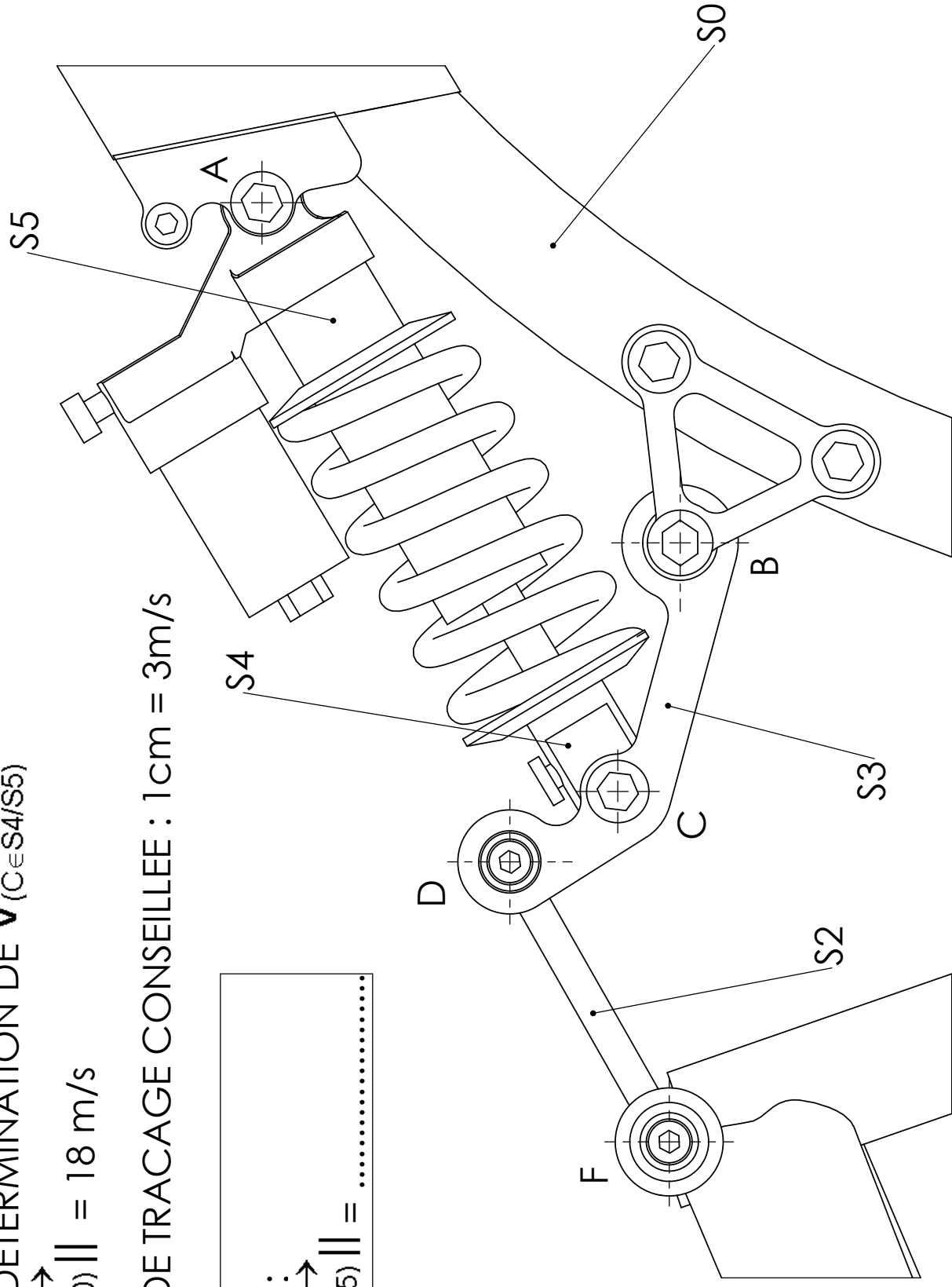
ETAPE 3 : DETERMINATION DE $\vec{V}_{(C \in S4/S5)}$

$\|\vec{V}_{(C \in S3/S0)}\| = 18 \text{ m/s}$

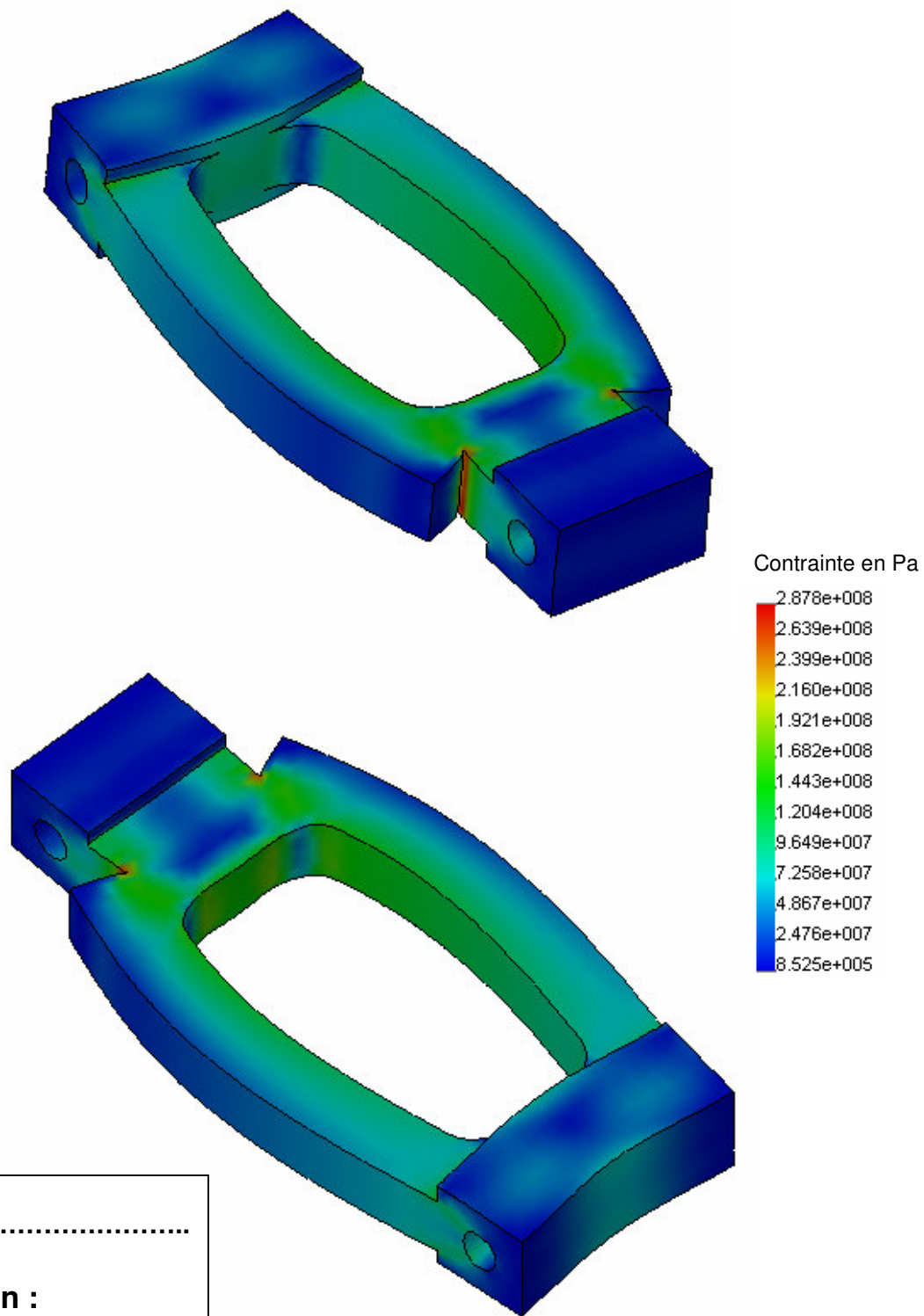
ECHELLE DE TRACAGE CONSEILLEE : 1cm = 3m/s

RESULTAT :

$\|\vec{V}_{(C \in S4/S5)}\| = \dots\dots\dots$



DR6 - RDM

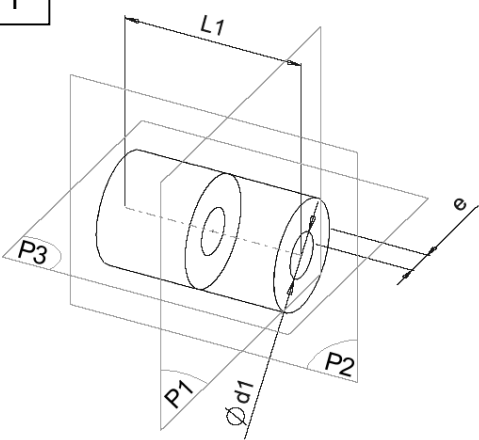
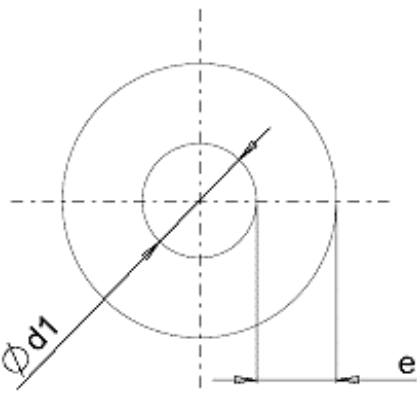
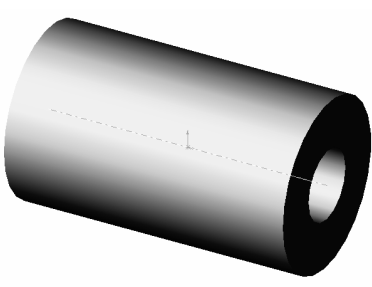
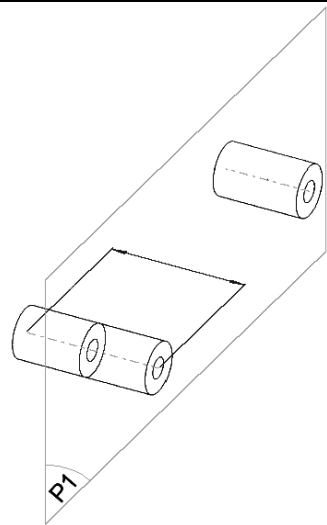

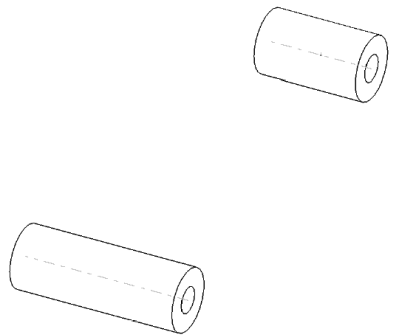
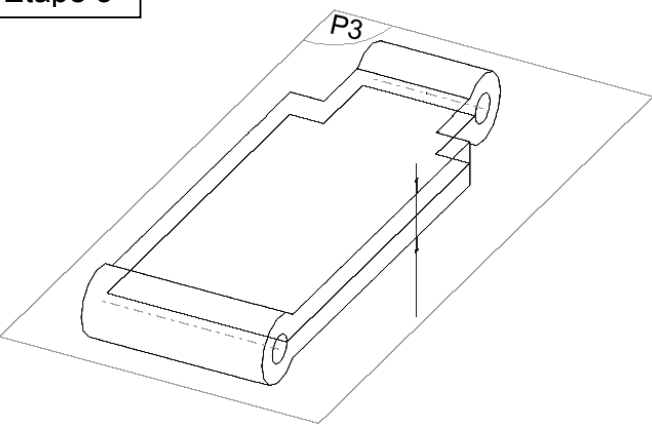
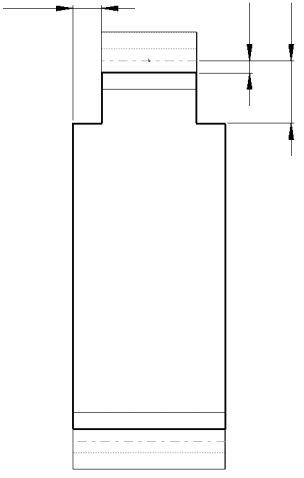
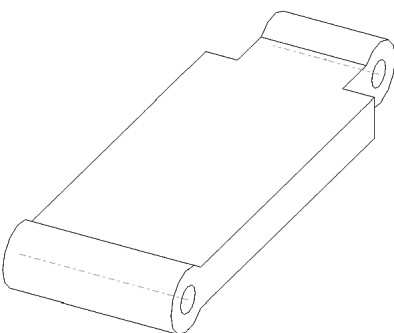
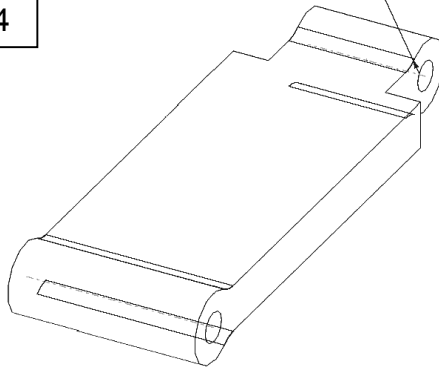
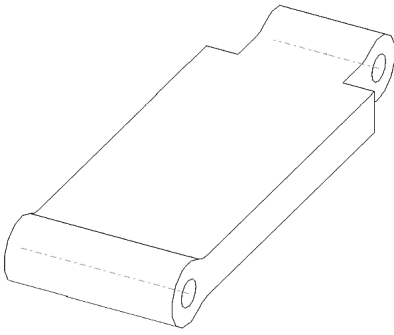
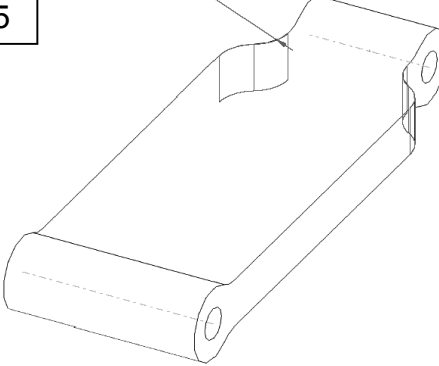
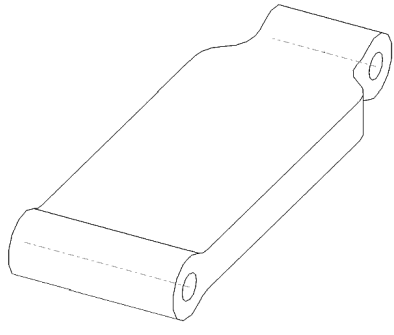
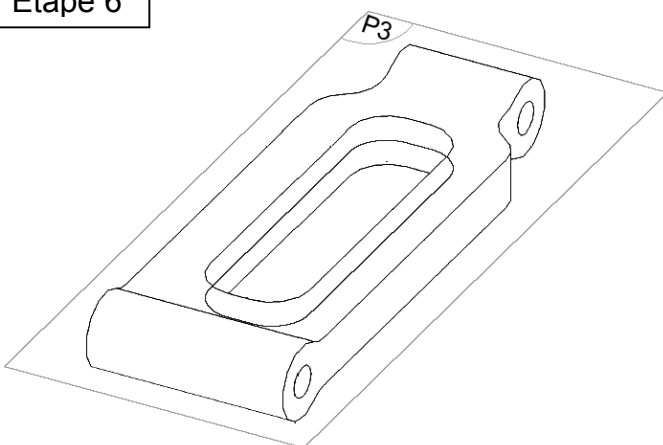
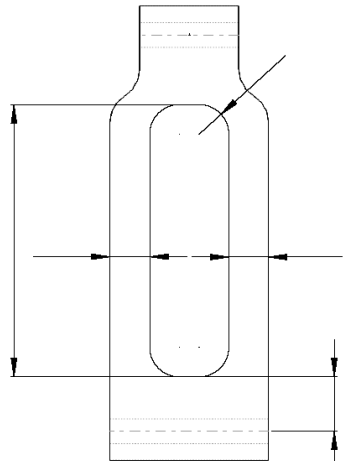
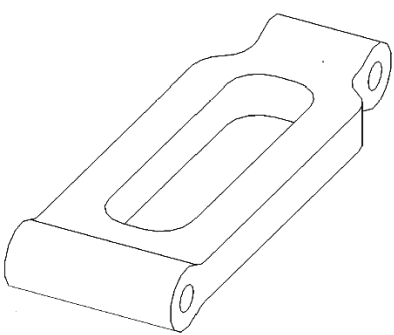


$\sigma_{\max} = \dots\dots\dots$

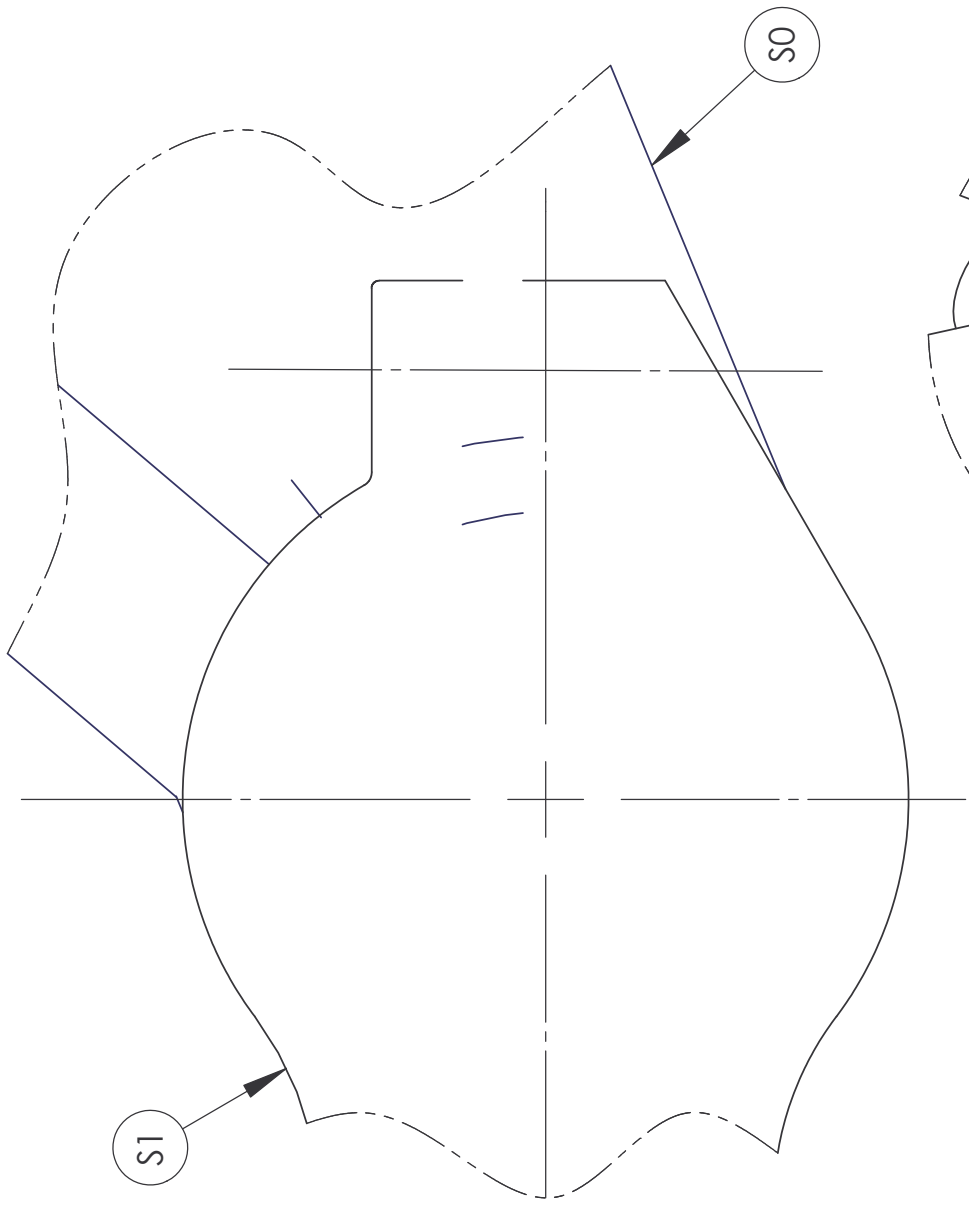
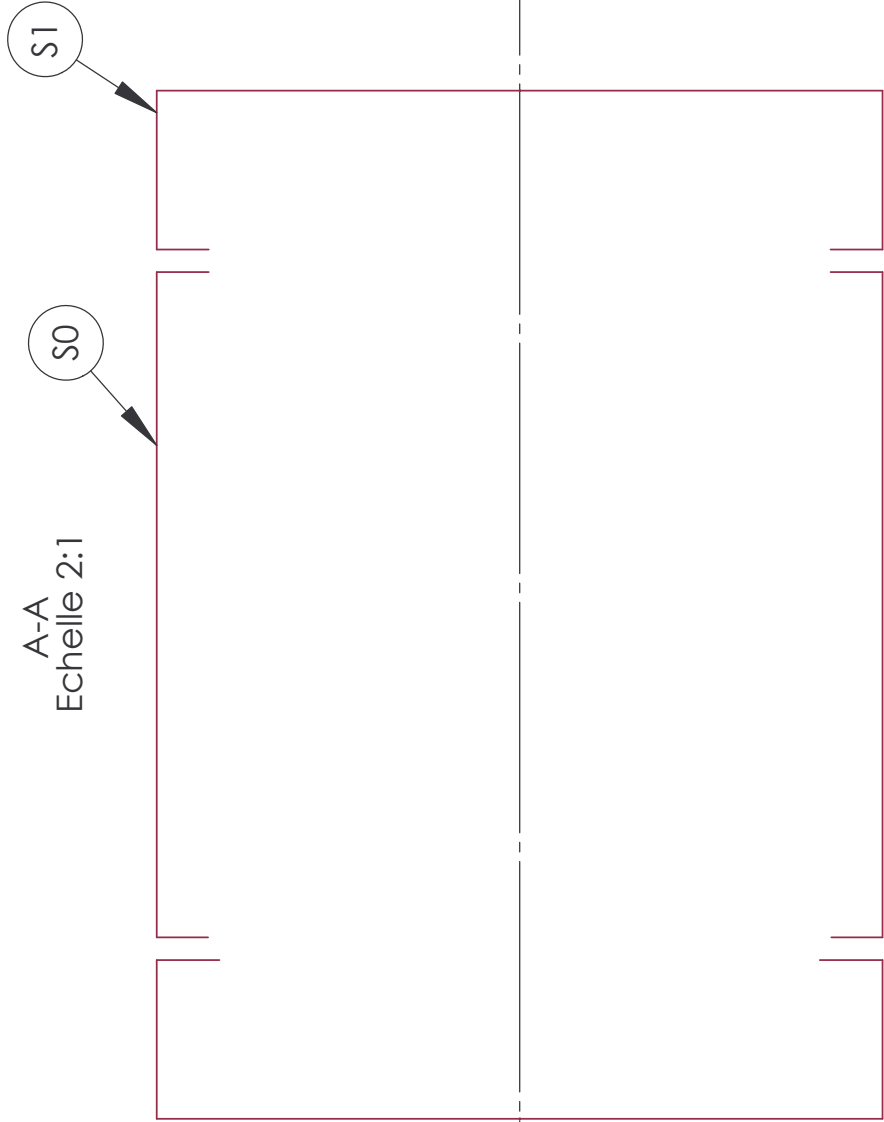
Conclusion :

.....
.....
.....

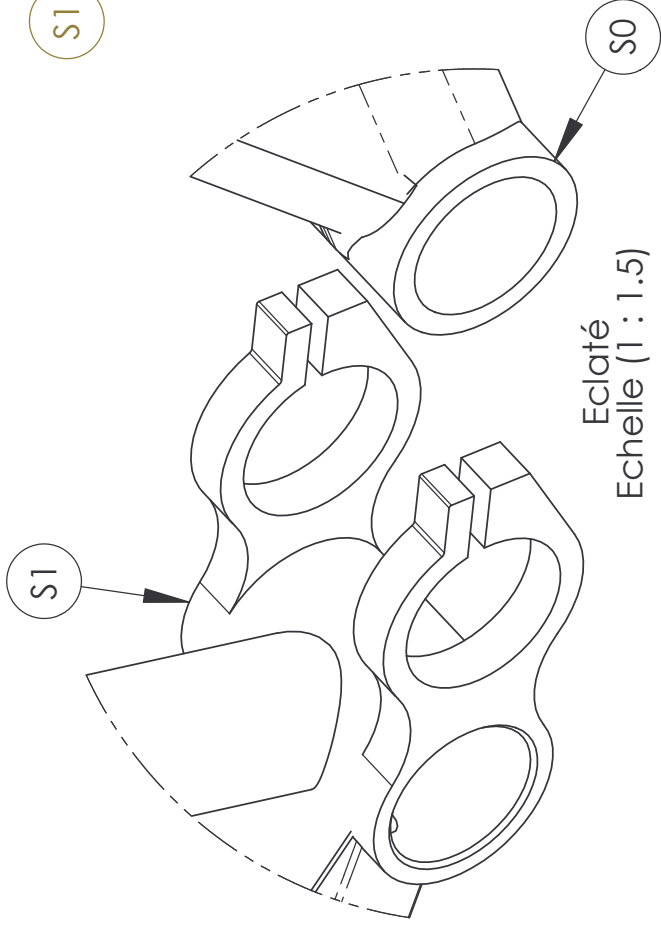
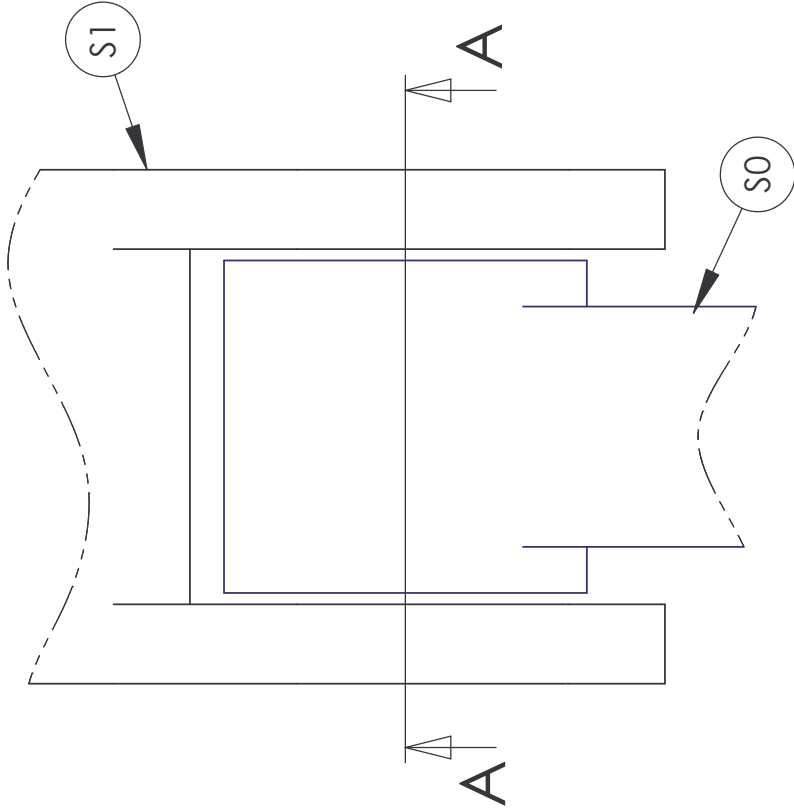
DR 7 – CAO

Plan de construction	Esquisse cotée	Fonction	Résultat
Représentation de chaque étape de construction	Dessin de l'esquisse utile à l'étape	Identification de la fonction utilisée	Résultat volumique de l'étape
<div>Etape 1</div> 		Extrusion à partir du plan milieu P1 Longueur L1	
<div>Etape 2</div> 			
<div>Etape 3</div> 			
<div>Etape 4</div> 	<div>Pas d'esquisse dans cette étape</div>		
<div>Etape 5</div> 	<div>Pas d'esquisse dans cette étape</div>		
<div>Etape 6</div> 			

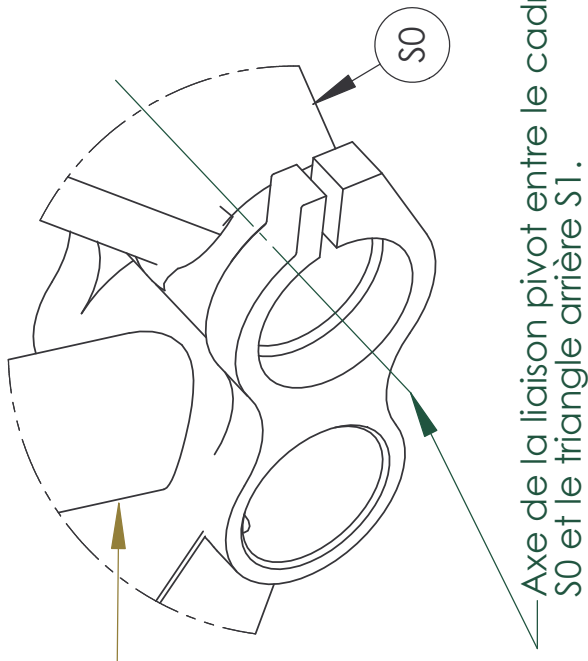
A-A
Echelle 2:1



Vue de dessus
Echelle 1:1



Eclaté
Echelle (1 : 1.5)



Vue assemblé
Echelle (1 : 1.5)

Echelle :

2/1



Format :

A3

Liaison pivot
cadre - triangle arrière

DR 8