

DISPOSITIF D'ELAGAGE GALAX 4000

1- PRESENTATION DU SYSTEME

La société **Coup'éco**, située en Charente maritime, s'est spécialisée dans la conception la réalisation et la commercialisation d'outils de coupe de taille et d'élagage de précision destinés à être montés sur un porteur (tracteur) de masse minimum 800kg.

Ces différents outils de coupe sont utilisés dans des sites prestigieux tels que le château de Versailles, les jardins du Luxembourg, les jardins du sénat.

La société Coup'éco, propose trois gammes de produits répondant aux besoins de taille et de coupe de précision identiques à une taille manuelle.

- La taille de haie en parcs et jardins (lamier à couteaux ventilés) fig 1
- L'élagage (lamier à lames de scie) fig 2
- La taille arboricole et fruitière (lamier à lames de scie)



Fig 1



Fig 2



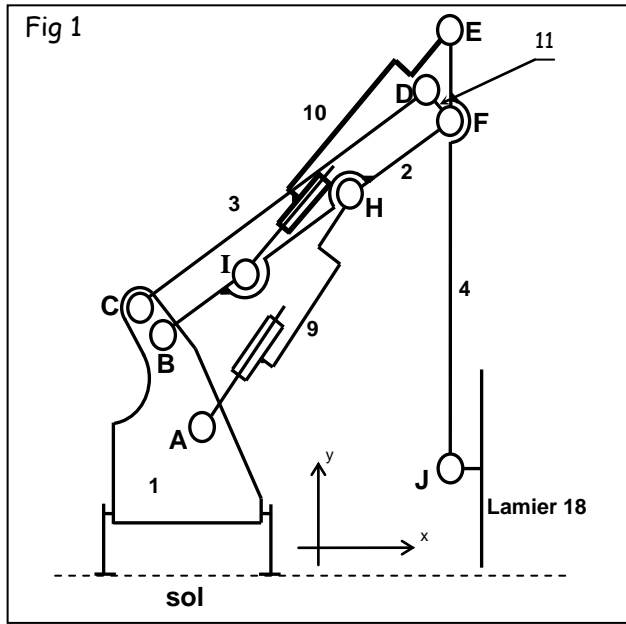
Lamier équipé de couteaux ventilés



Le **système GALAX 4000**, peut également être équipé d'un dispositif à guidage laser et correction d'angle automatique pour la taille de rideaux d'arbustes.

Dispositif de guidage laser

2- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MECANISME, PAR PHASES (VOIR REPERES SUR DT4/10)

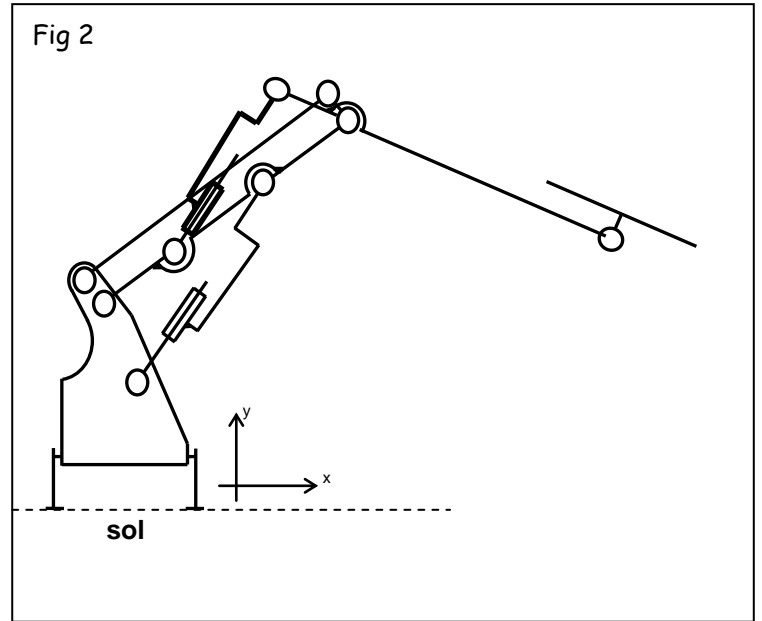


← Position de départ (ensemble replié)

- Le lamier 18 et le bras 4 sont en position verticale
- Le vérin 9 est rentré
- Le vérin 10 est sorti

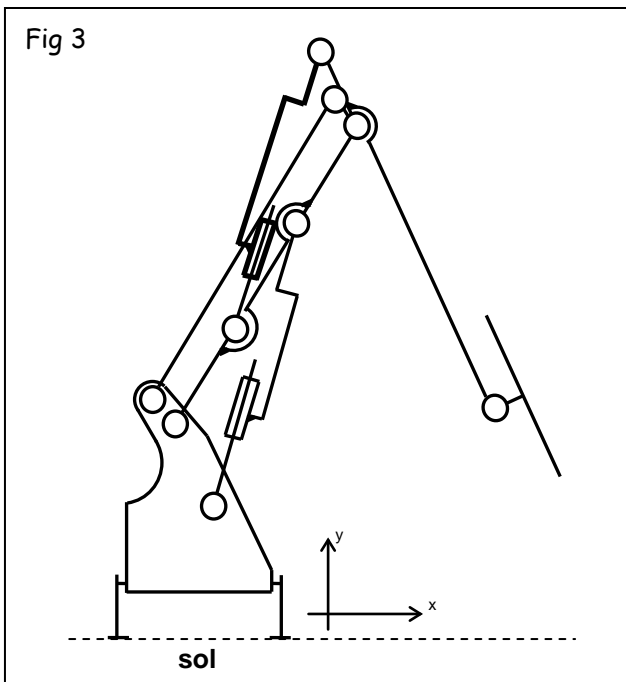
⇒ Positionnement du bras 4 (vérin 10 rentré)

La rentrée du vérin 10, en liaison pivot en E avec le bras 4 provoque sa rotation autour de F par rapport au bras 2. On réalise ainsi le déploiement de l'ensemble bras 4 plus lamier 18.



← Orientation du bras 2 (vérin 9 sorti)

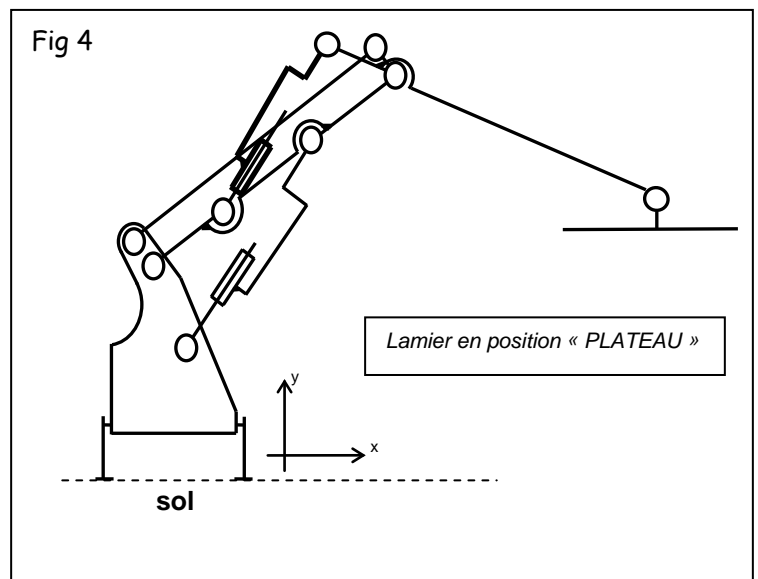
- La sortie du vérin 9 permet l'orientation du parallélogramme Cbfd constitué du bras 2 et du tirant supérieur 3, permettant ainsi une montée à la verticale de l'ensemble



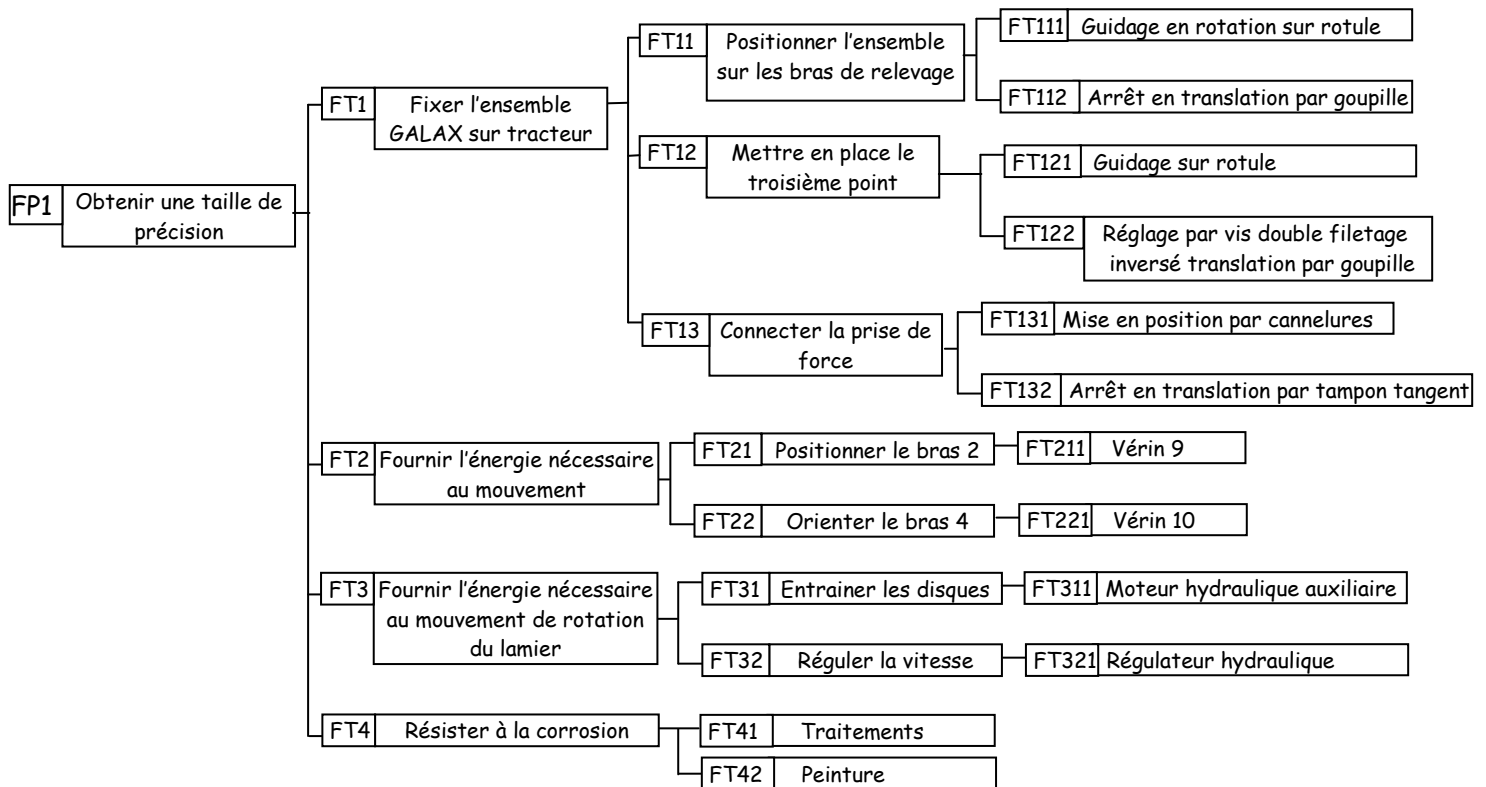
⇒ Orientation du lamier

[Pour Utilisation en RIDEAU (vertical) ou en PLATEAU (horizontal)] (Vérin 10 rentré)

- Le lamier est en liaison pivot avec l'extrémité du bras 4 en J et son orientation est obtenue grâce à un moteur hydraulique auxiliaire indépendant.



3- ANALYSE FONCTIONNELLE : EXTRAIT DU DIAGRAMME FAST

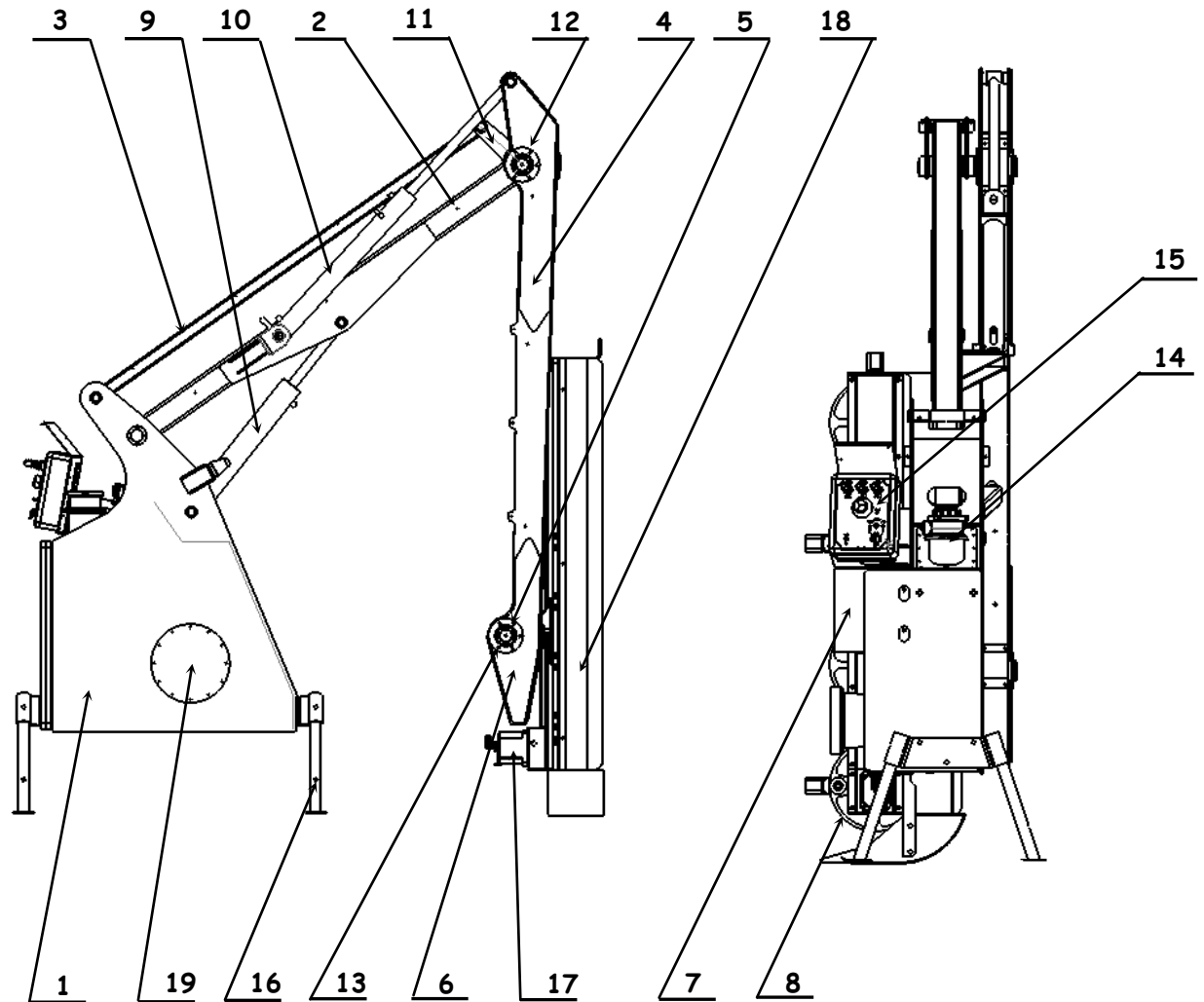


3- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

GALLAX 3000	GALLAX 4000	Caractéristiques techniques	GALLAX 5000	Version R
3.80	3.80	Hauteur maxi en plateau (m)	4.60	3.80/4.60
5.20	5.20	Hauteur maxi en rideau (m)	5.65	5.20/5.65
1.47	1.47	Longueur lamier (m)	1.83	1.47/1.83
3400	3400	Fréquence de rotation des lames (tr/min)	3400	3400
20	20	Capacité de coupe en plateau (mm)	20	20
70	70	Capacité de coupe en lame de scie (mm)	70	70
400	400	Masse approximative de la machine (kg)	520	480/570
800	800	Masse minimum du porteur (kg)	1200	1200/1600
26 l/min	26 l/min	Débit de la pompe du lamier		
185 bars	185 bars	Pression d'alimentation de la pompe du lamier		
8 l/mn	8 l/mn	Débit de la pompe des vérins		
170 bars	170 bars	Pression d'utilisation des vérins		
25 CV	25 CV	Puissance de la transmission		
425 mm	425 mm	Diamètre plateau + couteau		

5- PLAN D'ENSEMBLE ET NOMENCLATURE

19		contrepoids	TH.440.140
18		Lamier et carter de lamier	TH.540.7156
17		Moteur auxiliaire de lamier	20.555.004
16		Pieds réglables	20.557.005
15		Panneau de commandes	
14		Multiplicateur avec pompe double	
13		axe pignon coté lamier	TH.440.593
12		axe pignon coté bras 4	TH.440.592
11		Bielles	TH.440.400
10		Vérin supérieur	CHAPEL 702/5
9		Vérin inférieur	CHAPEL 703/4
8		Disque de lamier 440	TH.440.050
7		Pièce support de lamier	TH.440.935
6		Pièce orientation lamier	TH.440.663
5		Système crémaillère GALLAX 4000	TH.650.555
4		bras du lamier GALLAX 4000	TH.440.801
3		Tirant supérieur GALLAX 4000	TH.440.300
2		bras support GALLAX 4000	TH.440.250
1		châssis	TH.440.100
Rep	Nb	Désignation	Référence

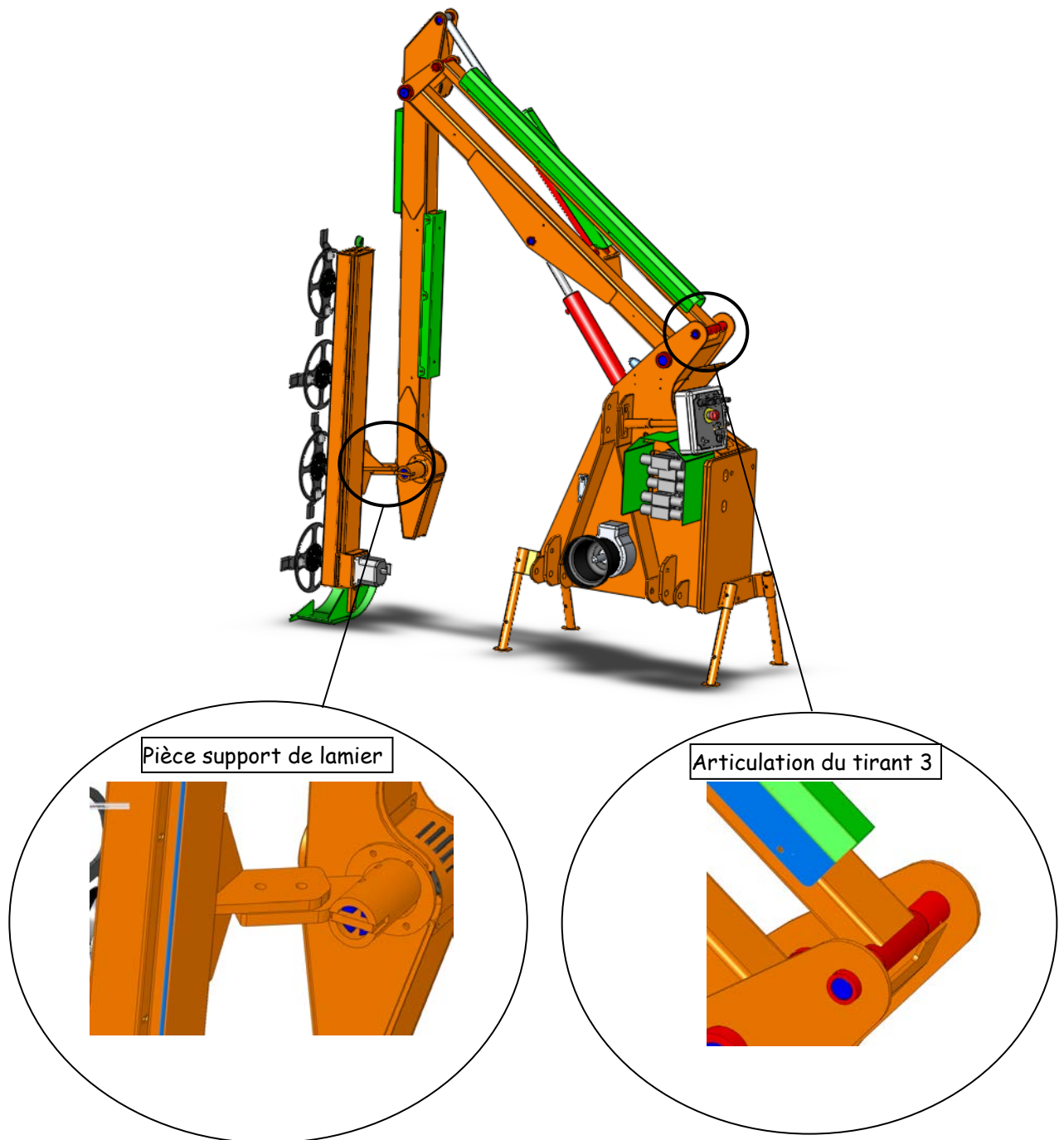


Système GALLAX 4 000 (complet)

6- ENTRETIEN DES HAIES : QUEL OUTIL CHOISIR

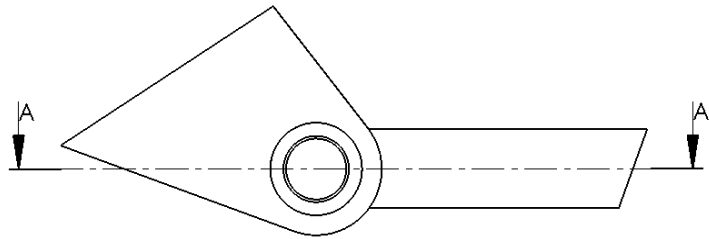
	DIFFERENTS TYPES DE TETES			
	EPAREUR (broyeuse)	LAMIER à couteau	LAMIER à scies	BARRE DE COUPE sécateur
Largeur de taille	1.8m maxi	2.5m maxi	1.2 à 3.4m	1.3 à 2.2 m
Vitesse d'avancement	3 km/h maxi	2.5 km/h maxi	1 à 2.5km/h	0.7 à 2km/h
Diamètre des branches	2cm maxi	3cm maxi	2 à 15cm	10cm maxi
Fréquence d'utilisation	Chaque année en moyenne « en vert »	Tous les 2 ans	2 à 10 ans toutes saisons	1 à 5 ans toutes saisons
Branches à ramasser ou à broyer	Aucunes	Faible broyage éventuellement	Selon la fréquence de la coupe : broyage ou ramassage de branches. Possibilité de ramasser du bois de chauffage (diamètre 6 à 15cm)	Selon la fréquence de la coupe : broyage ou ramassage de branches.
Coût (tête) à monter sur un bras	4 500 € HT	8 000 € HT	7 à 9 000 € HT	6 000 € HT
Remarques diverses	<ul style="list-style-type: none"> - Permet aussi le débroussaillage des talus enherbés - l'épareuse broie difficilement les branches souples ce qui oblige le chauffeur à appuyer contre les arbustes pour rogner la haie, entraînant un fort risque de propagation de maladies. - la taille trop fréquente fait disparaître les jeunes arbres au profit de la ronce. - projection des branches broyées dangereuse. 	Coupe nette. Pas de transmission de maladies	Coupe nette. Pas de transmission de maladies. Le maniement de l'outil nécessite de la pratique.	Coupe nette Pas de transmission de maladies.
Type de haies entretenues	<ul style="list-style-type: none"> - haies basses (taille tous les ans en hiver) - haies arbustives (4m de haut, taille tous les 2 ans) 		- Haies arborées taillées tous les 5, 10 ans (produire du bois de chauffage et des piquets)	Haies arborées taillées tous les 5, 10 ans
Durée de vie	Acheter l'outil en fonction des types de haies de l'exploitation. Le prix d'achat inférieur des têtes d'épareuse est compensé par la longévité des têtes des lamiers (4000 h contre 2000 h à l'épareuse) et surtout par une fréquence de passage moins élevée pour les lamiers donc un coût d'entretien moins élevé. Période d'utilisation des lamiers et barres de coupe : toute l'année (uniquement en vert pour l'épareuse).			
Puissance du Tracteur porteur	De 50 à 70 CV	A partir de 30 CV	A partir de 30 CV	A partir de 30 CV
Poids des têtes	Environ 250 kg	Environ 150 kg		

7- SUPPORT DE LAMIER ET ARTICULATION DU TIRANT SUPERIEUR

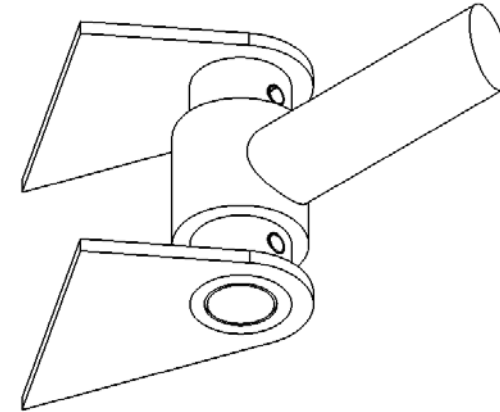
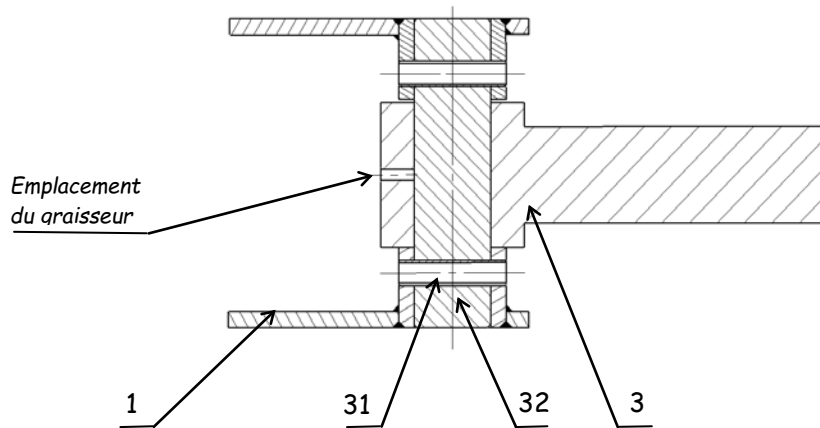


Remarque : la visserie a été enlevée des vues

8 – DETAIL DE L'ARTICULATION DU TIRANT SUPERIEUR 3

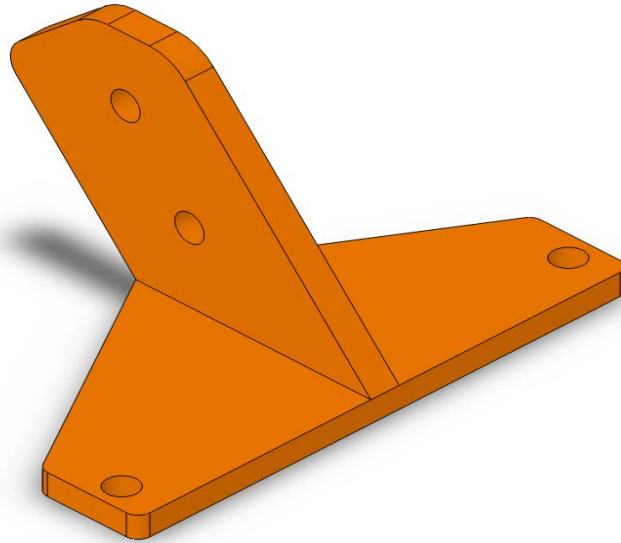


COUPE A-A



32	1	Axe	
31	2	Goupille fendue	<i>Iso 8752</i>
3	1	Tirant supérieur	
1	1	Châssis	
Rep	Nbr	Désignation	Observations

9 - CARACTERISTIQUES MECANQUES ET MODELISATION DU SUPPORT DE LAMIER



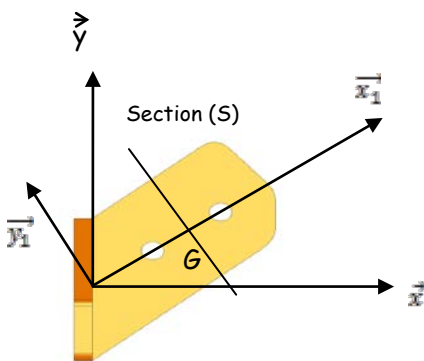
Pièce fabriquée en ACIER S235, les données de ce matériau sont les suivantes :

- Limite élastique : $R_e = 235 \text{ Mpa}$
- Limite à la rupture : $R_r = 340 \text{ Mpa}$
- Coefficient de Poisson : $\nu = 0,28$
- Coefficient de sécurité utilisé : 2

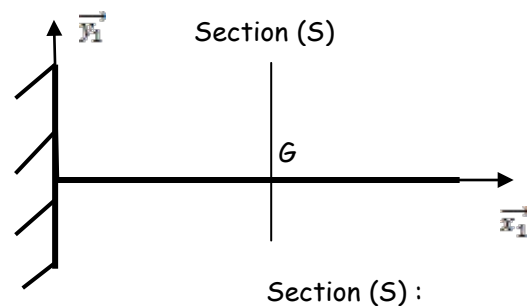
Formulaire :

On donne : $I_{Gz} = \frac{bh^3}{12}$ pour ce type de section (S)

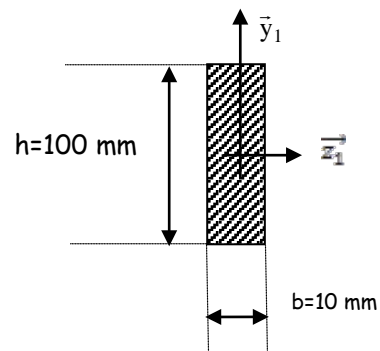
Et
$$\sigma_{MAX} = \frac{M f_z MAX}{I_{Gz}/v}$$



Modélisation de la pièce SUPPORT de LAMIER sous forme de poutre :



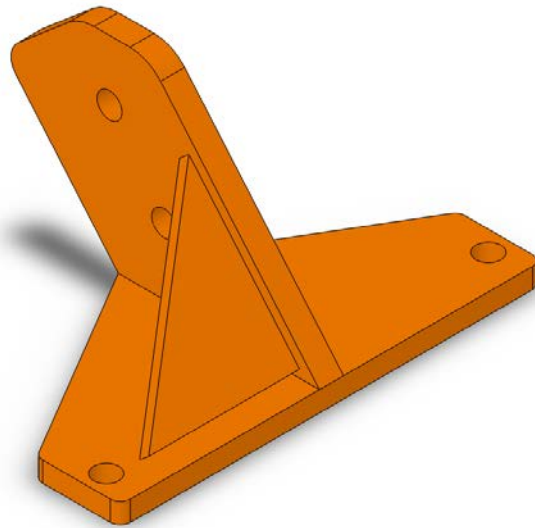
Section (S) :



Torseur de cohésion au barycentre de la coupure en G:

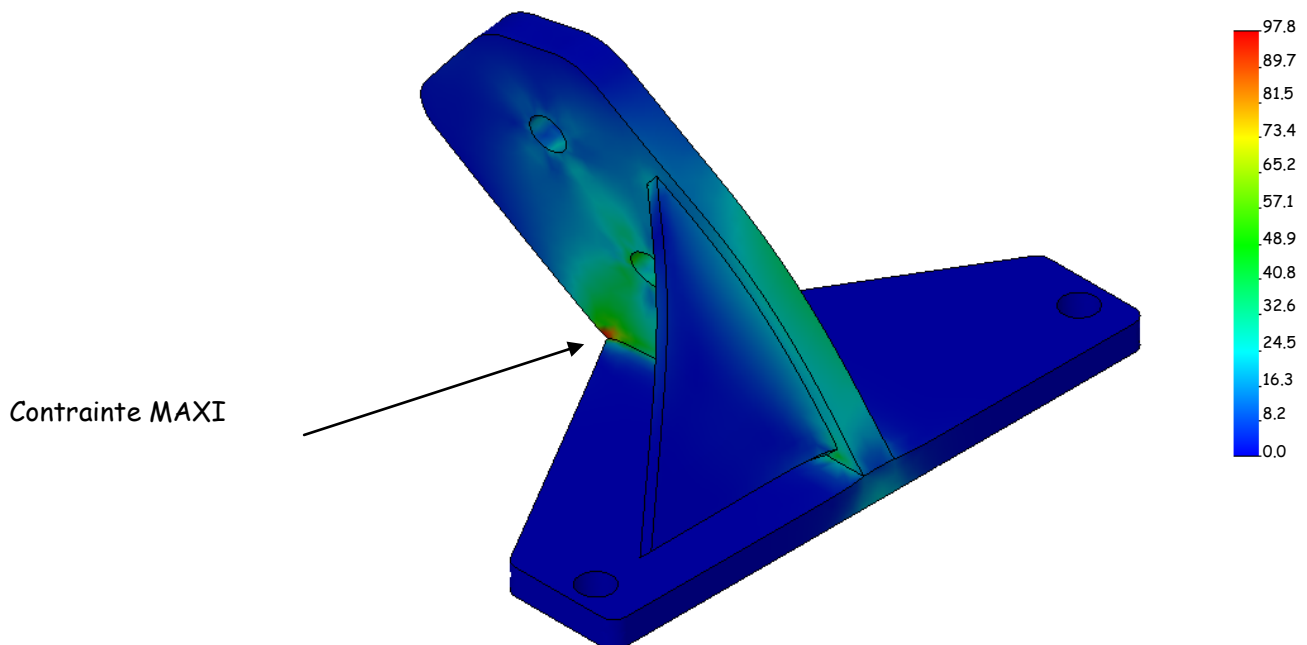
$$\{T_{coh}\}_{G,R_1} = \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ \hline 7142 \text{ N} & 0 \\ 0 & 5000 \text{ N.m} \end{array} \right\}_{G,R_1}$$

10- MODELISATION PAR ELEMENTS FINIS



Nom du modèle : Pièce support lamier avec renfort
Nom de l'étude : Pièce support lamier avec renfort
Type de tracé : Statique contrainte
Echelle de déformation : 689.03

Coefficient de
Von Mises (N/mm² ou MPa)



11 - VERIN DOUBLE EFFET « CHAPEL »

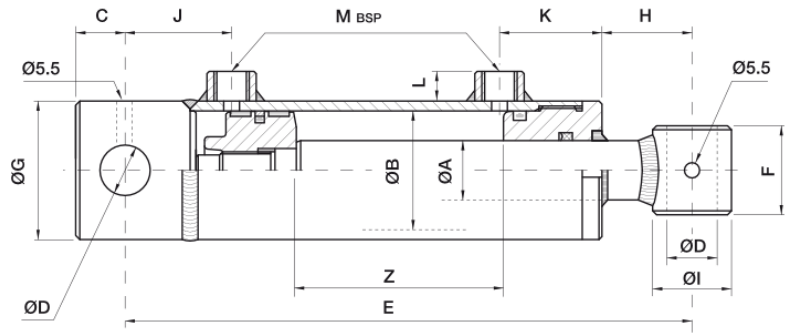
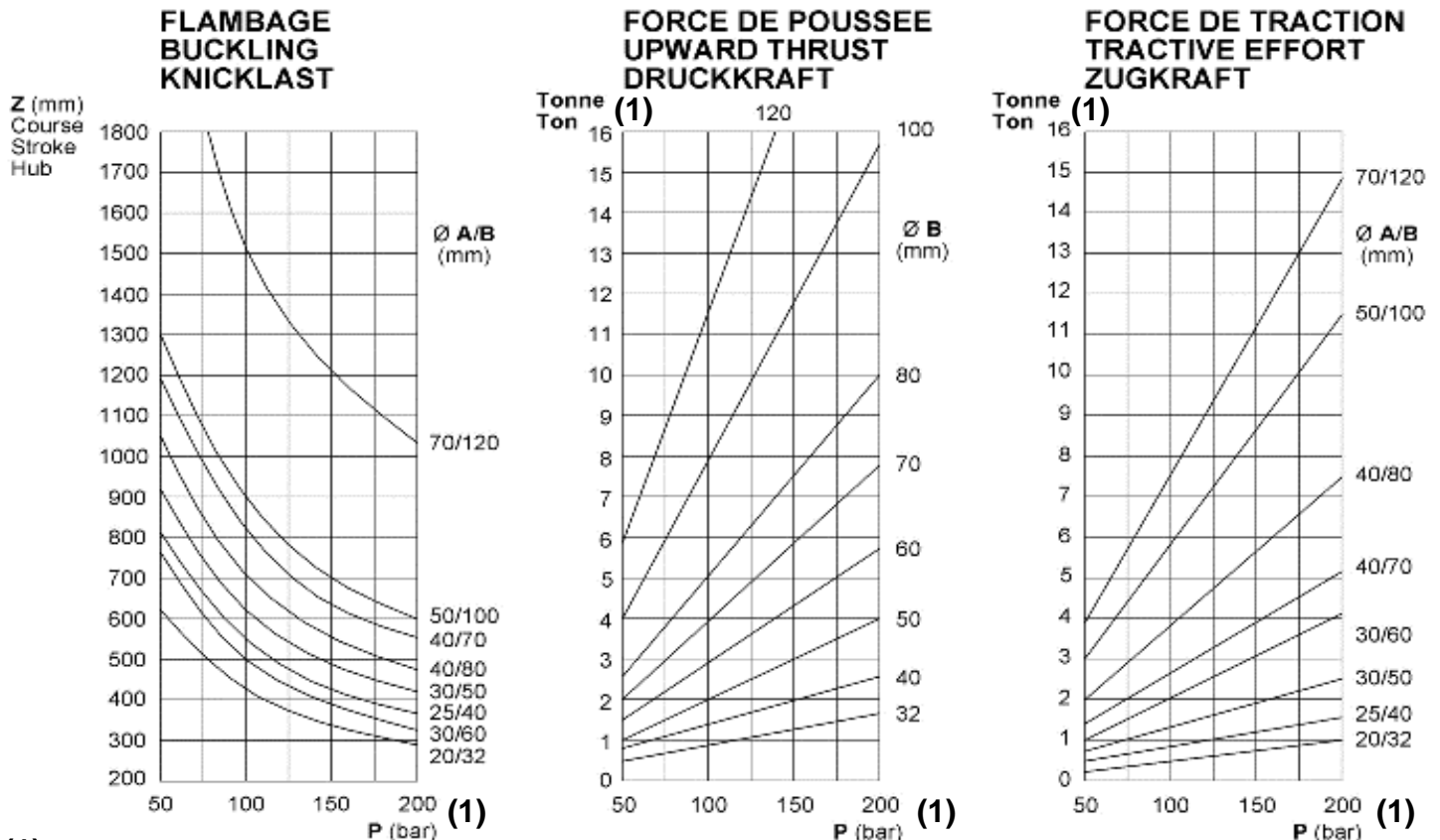


Tableau 1

Ref	ØA	ØB	Z Course	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (Ltr)	Poids (Kg)
702/4	30	50	400	22	25.25	600	45	60	85	40	42	43	15	3/8	0.80	8.1
702/5	30	50	500	22	25.25	700	45	60	85	40	42	43	15	3/8	1.00	9.3
702/6	30	50	600	22	25.25	800	45	60	85	40	42	43	15	3/8	1.20	10.6
702/7	30	50	700	22	25.25	900	45	60	85	40	42	43	15	3/8	1.40	11.9
703/1	30	60	100	22	25.25	300	45	70	83	40	42	45	15	3/8	0.30	5.5
703/2	30	60	200	22	25.25	400	45	70	83	40	42	45	15	3/8	0.60	6.9
703/3	30	60	300	22	25.25	500	45	70	83	40	42	45	15	3/8	0.90	8.2
703/4	30	60	400	22	25.25	600	45	70	83	40	42	45	15	3/8	1.15	9.6
703/5	30	60	500	22	25.25	700	45	70	83	40	42	45	15	3/8	1.45	11
703/6	30	60	600	22	25.25	800	45	70	83	40	42	45	15	3/8	1.75	12.2

Abaques des forces et course en fonction des pressions et des diamètres de tige et piston



(1) : RAPPEL : 1 Tonne donne en « équivalent force » 10^4 Newton et $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Vitesse linéaire, température, et pression maximales des joints d'étanchéité

	Joint feutre en rotation	Joint à lèvres pour rotation	Joint V-ring	Joint torique	Joint 4 lobes	Joints à lèvres pour translation
V (m/s)	4	20	12	0.04	0.5	0.3 à 0.5
θ (°C)	50	200	180	260	260	100
p (MPa)	0	1	0.05	35	40	15

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE (Noté TD)

DISPOSITIF D'ELAGAGE GALAX 4000



Ce dossier comporte 6 pages numérotées de TD1/6 à TD6/6

Lecture du sujet 10 min

- | | |
|---|------------------|
| 1/ Justification de l'aspect développement durable et environnement | TD 1/6 |
| 2/ Identification et vérification des limites d'utilisation | TD 1/6, 2/6, 3/6 |
| 2-1 Vérification de la hauteur maxi en plateau | |
| 2-2 Validation de la course du vérin (9) | |
| 2-3 Validation de la pression d'alimentation du vérin (10) | |
| 2-4 Vérification du poids minimal du porteur et validation | |
| 3/ Vérification sous charge d'un composant (joints de vérin 9) | TD 4/6 |
| 4/ Amélioration d'une géométrie de pièce | TD 5/6 |
| 5/ Conception de l'articulation bâti / tirant du bras supérieur 3 | TD 6/6 |

**Toutes les parties ainsi que les sous parties sont indépendantes.
Toutefois, il est conseillé de commencer par la première partie.**

1. objectif : Justification de l'aspect développement durable et environnement

Dans le cadre de sa politique environnementale et pour anticiper la mise en place des contraintes réglementaires imposées par le Grenelle de l'environnement, l'entreprise cherche à développer la gamme GALLAX 4000 permettant de minimiser l'impact écologique par rapport au service rendu.

Au fur et à mesure des utilisations le SAV a constaté 3 problèmes techniques récurrents :

- **Une fuite sur le joint du vérin 9** \Rightarrow (étudiée en PARTIE 3)
- **Une déformation destructrice du support de lamier (DT6/10 et DT 8/10) lors de taille en position extrême** (étudiée en PARTIE 4).
- **La nécessité d'un ajout fréquent de graisse sur l'articulation du tirant 3 (point C), entraînant une modification** (étudiée en PARTIE 5)

La résolution de ces problèmes techniques occasionne des déplacements systématiques des équipes de dépannage aux quatre coins de la France.

Afin que ces problèmes techniques ne ternissent pas l'image du produit et pour permettre de minimiser les déplacements des équipes de maintenance, l'entreprise s'est orientée vers des solutions intégrant la dimension d'éco-conception.

Les réponses aux questions suivantes seront rédigées sur feuille de copie en s'aidant du DT 5/10.

Question 1 : Justifier la pertinence du choix d'une tête à lamier plutôt qu'une tête broyeuse en prenant en compte l'aspect environnemental et économie d'énergie.

Question 2 : Est-ce que le choix d'une tête à lamier, reste économiquement compétitif en tenant compte des différents paramètres (prix d'achat, durée de vie, fréquence d'utilisation)?

2. objectif : Identification et vérification des limites d'utilisation

2.1 Vérification de la hauteur maxi d'utilisation en plateau (donnée par le constructeur) par tracé de la position haute (voir DT 2/10 et DT 4/10)

Les tracés se font sur le document réponse DR 1, les autres réponses sur feuille de copie.

Ce sont les 2 vérins (9) et (10) qui permettent au bras (4) de se positionner.

Les liaisons en A, B, C, D, E, F, H, I et J sont assimilées à des pivots d'axe z.

Question 3 : Définir le mouvement du bras (2), puis celui du tirant (3) par rapport au bâti (1).

Question 4 : Définir et tracer la trajectoire du point F appartenant au bras (2) dans son mouvement par rapport au bâti 1 ? Repérez-la par $T_{F/2/1}$.

Question 5 : Définir et tracer la trajectoire du point H appartenant au bras (2) dans son mouvement par rapport au bâti 1 ? Repérez-la par $TH_{2/1}$.

Question 6 : Que peut-on dire de la figure CBFD ? Justifier votre réponse.

Vous allez retrouver la position haute permettant de valider la hauteur maximale de taille en configuration plateau (la pièce 8 horizontale). Cette position est obtenue avec le bras 2 vertical et le point J sur la verticale issue de T (voir DR 1).

Question 7 : Définir le mouvement du bras du lamier 4 / bras 2.

Question 8 : Construire les nouvelles positions des points F et J repérées F_1 et J_1 .

Par un système de rotation des lamiers autour de Jz , le point K, appartenant au plan de coupe, en position haute, se trouve à la verticale sous J.

Question 9 : Positionner le point K_1 .
Déterminer alors la hauteur maximale de coupe par rapport au sol.

Question 10 : Comparer avec les données du constructeur et conclure.

2.2 Validation de la course du vérin (9)

Question 11 : Sur le même tracé DR1, construire le point H_1 .

Question 12 : Déterminer la variation de la longueur AH entre les 2 positions ; en déduire la course correspondante du vérin (9).

Question 13 : Le vérin choisi par le constructeur, permet-il de valider cette course?

2.3 Validation de la pression d'alimentation du vérin (10) \Rightarrow (Chapel 702-5)

Les tracés se font sur le document réponse DR 2, les autres réponses sur feuille de copie.

Vous allez valider la pression minimale d'alimentation du vérin 10 (voir DT 4/10) lors de l'effort maximum à fournir par celui ci pour lever l'ensemble $S = \{\text{bras 4} + \text{lamier 18}\}$ correspondant à la rentrée du vérin.

Hypothèses : la position définie sur le DR2 correspond à l'effort maxi

F est le centre de la liaison pivot d'axe z entre les pièces 4 et 2

Le poids du vérin 10 est négligé

G est le centre de gravité de l'ensemble S et P_S est son poids ($P_S = 1\,500\text{ N}$)

Question 14 : En isolant le vérin 10, justifier que l'effort en E a pour direction IE.

Question 15 : Isoler et faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures appliquées à l'ensemble S.
Énoncer le principe fondamental de la statique et faire la résolution graphique sur DR2.
En déduire la valeur de l'effort en E (sur DR2) et la noter dans l'encadré.

Question 19 : Traduire la condition de non basculement par l'équation de moment au point R.

Question 20 : En déduire la valeur minimale du poids du porteur et la comparer à celle donnée par le constructeur.

3. objectif : Vérification sous charge d'un composant (joints de vérin 9)

Les tracés se font sur le document réponse DR 3, les autres réponses sur feuille de copie.

Un des problèmes techniques rencontrés à l'usage est la détérioration rapide des joints de vérins lors des sorties (ou rentrée) de tige à vitesse élevée sous charge.

Lors des opérations de maintenance il est parfois nécessaire de désolidariser le tirant 3 du châssis 1 (voir DT 2/10, DT 4/10, DT 6/10 et DT7/10)

Question 21 : Quelle est la nature de cette liaison entre le tirant 3 et le châssis 1 en C ?

Question 22 : Préciser comment sont assurés la mise en position et le maintien en position lors des opérations de remontage du dispositif ?

Le vérin 9, servant à la mise en position verticale du bras 2, a le taux de panne le plus élevé des vérins du système du fait de la détérioration des joints. Nous allons vérifier leur adaptation par rapport au cahier des charges.

Les tracés seront effectués sur le document réponse DR3.

Données: la durée du mouvement de levée est de 5 secondes. Le mouvement est supposé uniforme. L'angle balayé par le bras 2 pour se positionner à la verticale est de 55°.

Question 23 : Connaissant la durée du mouvement, calculer la vitesse angulaire du bras $\omega_{2/1}$ en rad/s puis en tr/min.

Question 24 : Sachant que la distance BH mesure 750 mm, calculer $V_{H\ 2/1}$. Tracer cette vitesse. (Échelle demandée : 1cm pour 0,01 m/s)

Question 25 : Le point H appartient aussi au vérin 9.

Définir et tracer le support du vecteur vitesse vérin / bâti $\vec{V}_{H\ 9a/1}$.

Question 26 : Définir et tracer le support du vecteur vitesse tige du vérin/ corps du vérin $\vec{V}_{H\ 9b/9a}$

Question 27 : Que peut on dire de $\vec{V}_{H\ 9b/2}$; justifiez votre réponse.

Question 28 : Ecrire la loi de composition de vitesse en H.

Question 29 : Déterminer graphiquement la vitesse de sortie de la tige du vérin (sur DR3).

Question 30 : Les joints toriques du vérin choisi par le constructeur, sont ils bien adaptés ? Justifiez votre réponse et proposer une solution en vous aidant du tableau page DT 10/10.

4. objectif : amélioration d'une géométrie de pièce

Les tracés se font sur le document réponse DR 2, les autres réponses sur feuille de copie.

Comme précisé en page 1/6, lors de travaux de taille dans les vergers d'arbres fruitiers, en position extrême du lamier (voir figure 4 DT 2/10), la pièce 3 support de lamier (sans renfort) face à des sollicitations importantes, se déformait dans le domaine plastique du matériau la constituant.

Vous allez vérifier ce constat de déformation de la pièce dans le domaine plastique.

Vous disposez pour cela : des données matériaux, du torseur de cohésion et de l'allure de la poutre sur le DT 8/10.

Question 31 : Sur feuille de copie, déterminer, à partir du torseur de cohésion, le type de sollicitations auxquelles est soumise la poutre modélisant la pièce support de lamier (sans renfort) dans la section considérée.

Question 32 : Dédurre de la question précédente la contrainte σ_{MAX} en flexion.
Conclure sur la déformation du matériau de la pièce dans le domaine plastique.

Pour résoudre ce problème de déformation de cette pièce support de lamier (sans renfort), les techniciens de l'entreprise ont modifié la géométrie de la pièce (voir DT 8/10)

Question 33 : Décrire la solution adoptée par l'industriel pour résoudre ce problème

On donne une modélisation à l'aide d'un logiciel de calculs par éléments finis sur cette nouvelle pièce support de lamier (avec renfort). Les résultats sont exprimés sur le DT 8/10.

Question 34 : Sur feuille de copie, indiquer la valeur de la contrainte maximale (σ_{MAX}) subie par la nouvelle pièce et conclure quand à l'efficacité de ce renfort.

En vue de la fabrication en série limitée de cette pièce support de lamier avec renfort soudé, l'ingénieur concepteur a créé le modèle volumique, sous modeleur 3D, validée par l'étude précédente.

Question 35 : Sur le document réponse DR 4 compléter les étapes correspondant à la conception de ce renfort soudé, avec les fonctions manquantes ainsi que les paramètres associés, permettant d'obtenir le nouveau support de lamier.

5. objectif : conception de l'articulation entre le bâti et le tirant du bras supérieur 3 (point C)

Les tracés et ajustements se font sur le document réponse DR 5.

Le constructeur avait prévu, dans une pré-étude, une articulation avec liaison par contact direct du tirant sur l'axe monté encastré sur le bâti. Cette solution nécessitait la mise en place d'un graisseur pour permettre un fonctionnement correct avec de fréquents ajouts de graisse. Pour s'affranchir de ces graissages réguliers, le constructeur a prévu de remplacer cette solution par l'interposition de coussinets auto-lubrifiés à vie.

On donne sur le DR5 une représentation partielle de la liaison articulation entre le bâti et le tirant du bras.

Question 36 : Compléter à main levée les deux vues sur DR5 en représentant le guidage par coussinet et l'axe encastré sur le bâti.

Vous indiquerez les ajustements nécessaires au montage des différentes pièces.

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES
(Noté DR)

DISPOSITIF D'ELAGAGE
GALAX 4000



Ce dossier comporte 5 documents numérotés de DR1 à DR5 :

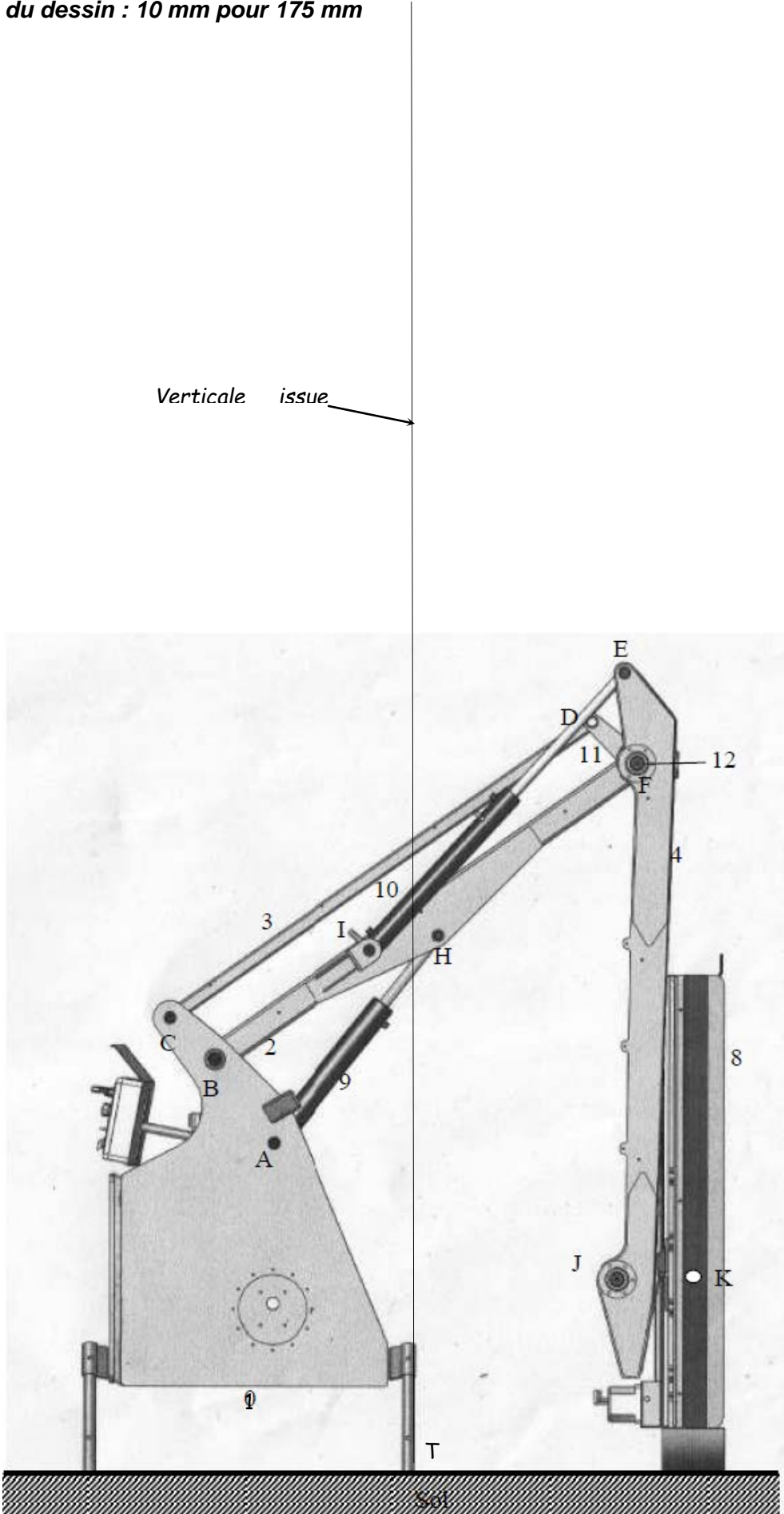
- | | |
|-------|---|
| DR1 : | Vérification de la hauteur maxi d'utilisation |
| DR2 : | Validation de la pression d'alimentation |
| DR3 : | Vérification sous charge des joints de vérin 9 |
| DR4 : | Création du support de lamier sous modeleur volumique |
| DR5 : | Reconception de l'articulation du bras supérieur 3 |

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

VERIFICATION DE LA HAUTEUR MAXI D'UTILISATION

Echelle du dessin : 10 mm pour 175 mm

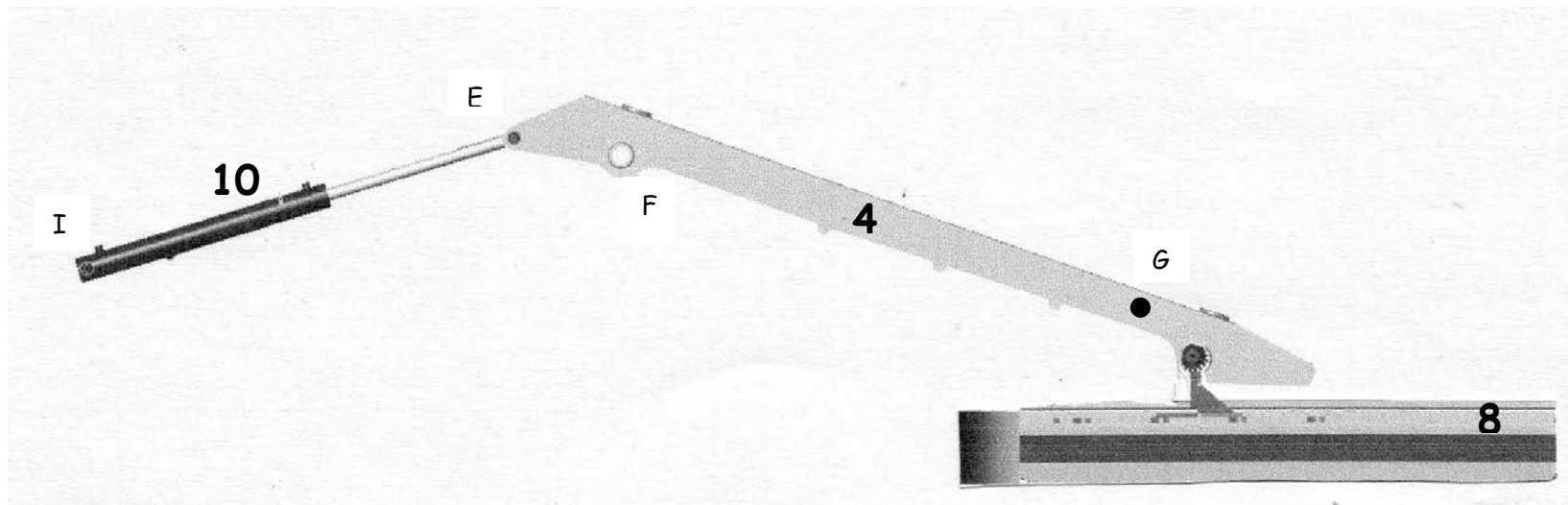
Verticale issue



VALIDATION DE LA PRESSION D'ALIMENTATION

Échelle : 10 mm pour 1 000 N

$F_E =$

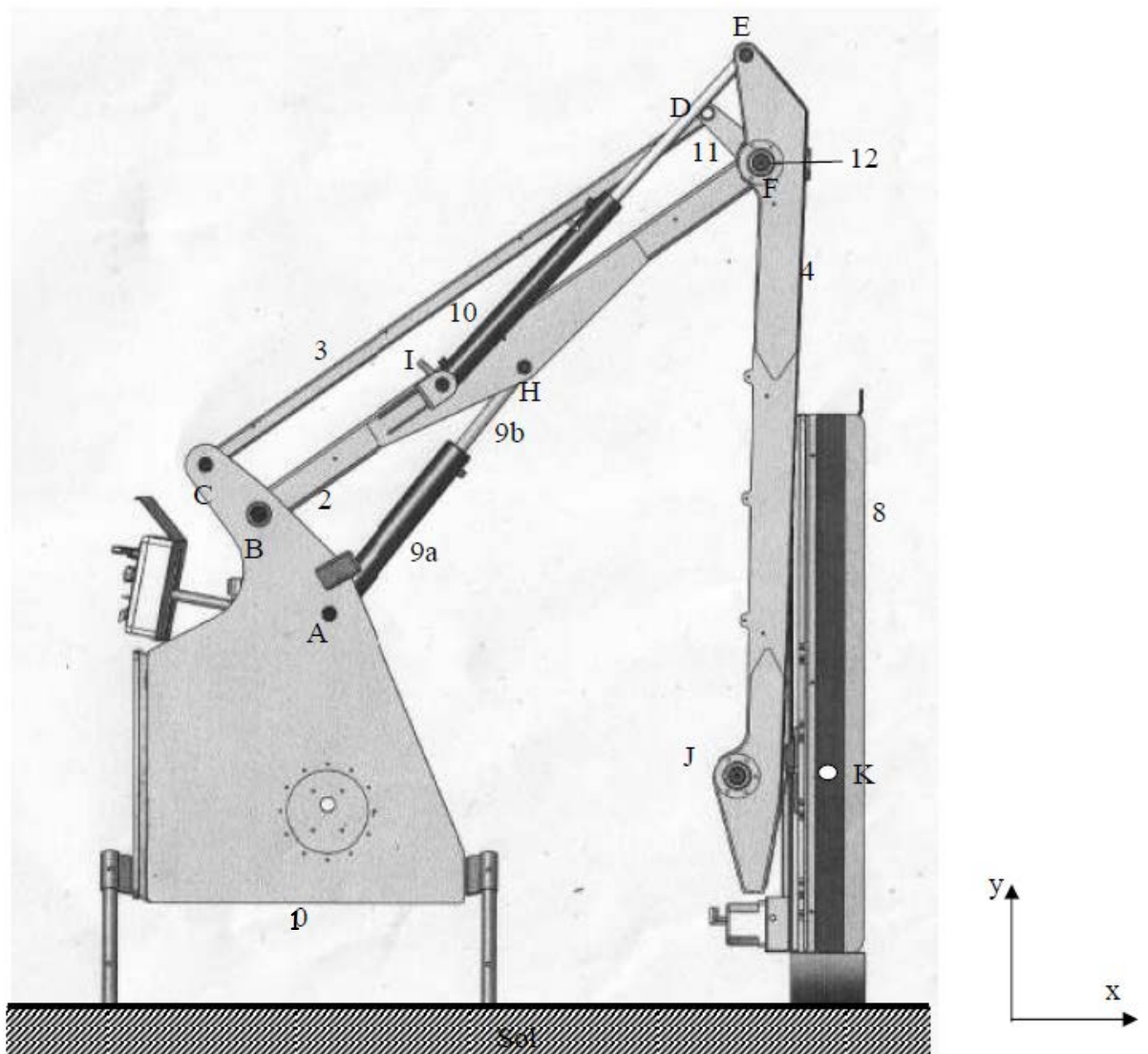


Vérification sous charge des joints de vérin 9

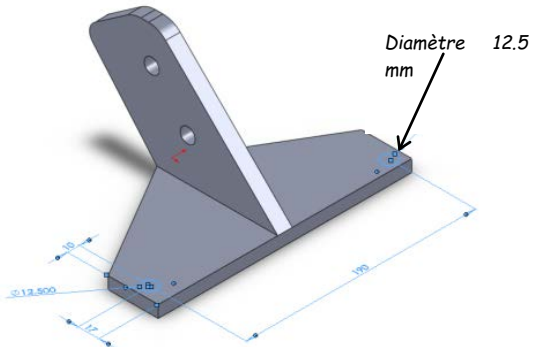
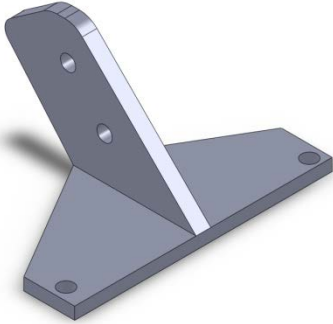
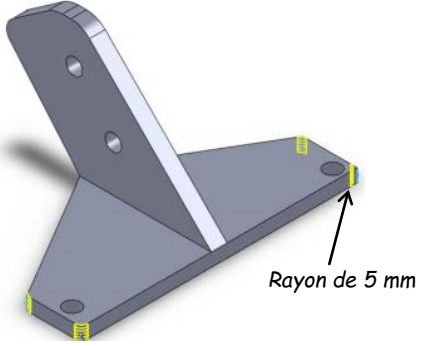
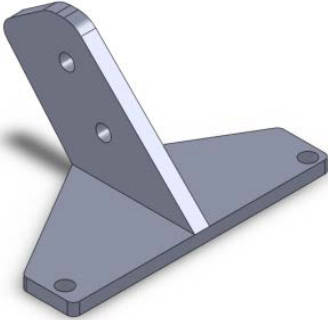
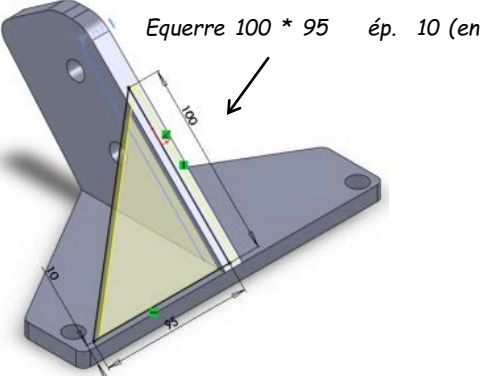
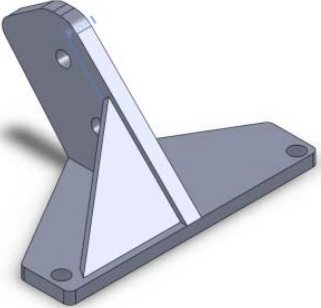
Résultats :

$$\| \vec{V}_H \in 9b/9a \| =$$

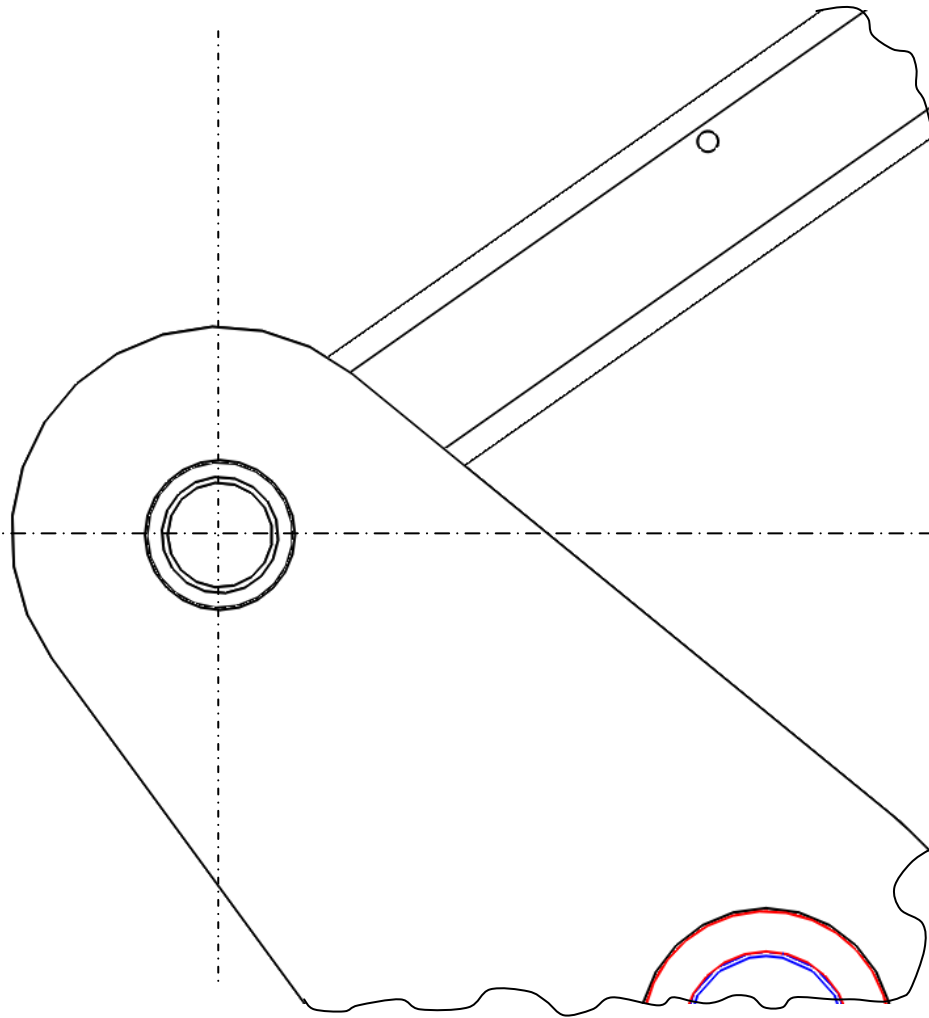
$$\theta =$$



CAO Conception de la pièce support de lamier avec renfort

Forme à réaliser	Fonctions associées	Forme obtenue
 <p>Diamètre 12.5 mm</p>	<p>(à compléter)</p>	
 <p>Rayon de 5 mm</p>	<p>(à compléter)</p>	
 <p>Equerre 100 * 95 ép. 10 (en</p>	<p>(à compléter)</p>	

CONCEPTION DE L'ARTICULATION DU BRAS SUPERIEUR 3



Echelle :

