

Ce fascicule "B" regroupe les principes de conception des bielles métalliques et composites.

*This section "B" shows SARMA metallic and composite Rods.*

Il fait partie du catalogue général AERONAUTIQUE "AIR 2K".

*It is a part of the general AERONAUTICAL "AIR 2K" catalogue.*

- Fascicule E Embouts de bielles
- Fascicule F Equipements de bielles
- Fascicule R Roulements
- Fascicule A Rotules autolubrifiantes SARFLON
- Fascicule C Coussinets autolubrifiants SARFLON
- Fascicule M Rotules métal/métal
- Fascicule P Poulies

- *Section E Rod ends*
- *Section F Rod equipments*
- *Section R Rolling bearings*
- *Section A Self lubricating SARFLON spherical plain bearings*
- *Section C Self lubricating SARFLON journal bearings*
- *Section M Metal to metal spherical plain bearings*
- *Section P Pulleys*

Le présent fascicule "B" se compose de :

*This section "B" includes the following information :*

- Table des matières
- Définition et applications
  - pour bielles de transmission de mouvement
  - pour bielles de transmission d'effort
- Données techniques

- *Contents*
- *Definition and application*
  - *for motion transmission rods*
  - *for load transmission rods*
- *Technical data*



1, avenue Marc Seguin - Boite postale n° 29 - 26241 SAINT-VALLIER / RHONE Cédex - FRANCE  
Tél. (33) 04.75.03.40.40 - Fax (33) 04.75.03.40.00  
[www.sarma-aerospace.com](http://www.sarma-aerospace.com)

# ISO 9001

## PREFACE

PREMIER fabricant européen d'équipements pour commandes de vol et pour structures d'avions et d'hélicoptères, SARMA participe à tous les principaux programmes aéronautiques, civils et militaires, au niveau MONDIAL.

Depuis plus de CINQUANTE ANS, SARMA offre aux constructeurs de l'industrie AERONAUTIQUE, le support de spécialistes hautement qualifiés et des produits qui satisfont les spécifications les plus exigeantes, pour les 3 lignes de produits :

- BIELLES (métalliques, composites)
- ROULEMENTS / ROTULES
- COMPOSANTS  
et EQUIPEMENTS ELECTRO-MECANIQUES.

La réputation de QUALITE et de FIABILITE de SARMA repose sur un programme d'investissement intensif qui a permis à la Société d'équiper ses nouvelles Unités de :

- SAINT-VALLIER FRANCE
- LONS LE SAUNIER FRANCE
- CLEVEDON ANGLETERRE

des moyens de production, d'études, de recherche, d'essais et de suivi de qualité les plus récents.

L'environnement qualité de SARMA, à tous les stades industriels, de la conception à la production et au suivi en exploitation, a fait l'objet d'une reconnaissance formelle :

- De tous les clients de SARMA qui sont les donneurs d'ordre majeurs en aéronautique
- De la certification industrielle ISO 9001, décernée par le Lloyd Register
- Des certifications JAR21 et JAR145, décernées par les services officiels de navigabilité aéronautique
- De la certification AQAP 120 (OTAN), décernée par les autorités militaires françaises.

*Foremost European manufacturer of flight control equipment, aircraft and helicopter structures, SARMA participates in all the principal programmes, civil and military, WORLDWIDE.*

*For more than 50 years, SARMA has offered to the Aeronautical INDUSTRY, highly qualified specialist support and products which satisfy the most demanding specifications for its 3 product lines :*

- *RODS (metallic and composite)*
- *SPHERICAL PLAIN BEARINGS / BALL BEARINGS*
- *COMPONENTS and ELECTRO-MECHANICAL UNITS.*

*SARMA's reputation for quality and reliability is based on an intensive investment programme which has enabled the company to equip its new sites at :*

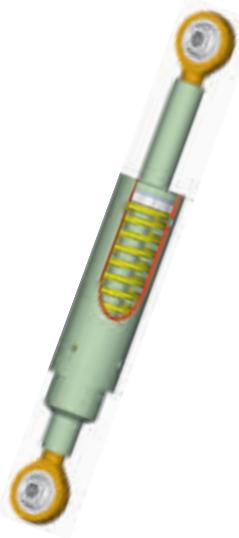
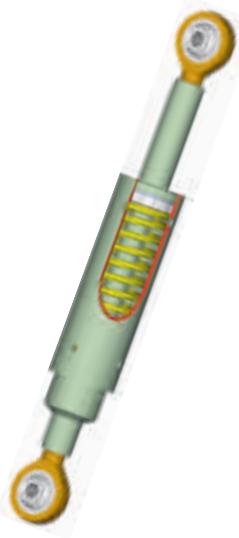
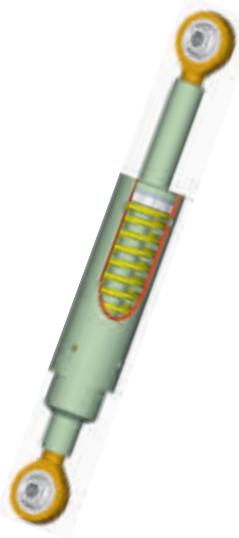
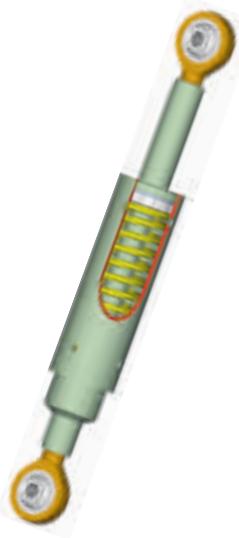
- *SAINT-VALLIER FRANCE*
- *LONS LE SAUNIER FRANCE*
- *CLEVEDON ENGLAND*

*with the latest technology regarding production, study, research, testing, quality and follow up.*

*The total quality system used within SARMA has enabled the company to obtain formal recognition by :*

- *All SARMA's aerospace customers*
- *Industrial Certification ISO 9001 as awarded by the Lloyds Register*
- *The certifications JAR21 and JAR145 as awarded by the Official Navigational Aeronautical Services*
- *The certification AQAP 120 (NATO) awarded by the French Military Authorities.*

## TABLE DES MATIÈRES / CONTENTS

		Métalliques <i>Metallic</i>	Composites <i>Composites</i>	Pages
	Définition et application des bielles <i>Definition and application of the rods</i>	×	×	p4-p5
Bielles de transmission de mouvements <i>Motion transmission rods</i>	 Commandes de vol linéaires <i>Linear flight control</i>	×	×	p6-p7
	 Commandes de vol rotatives <i>Rotational flight control</i>	×	×	p8-p9
	 Commandes de mécanismes <i>Mechanism control</i>	×		p10-p12
	 Télescopiques <i>Telescopic</i>	×		p13
	 Limiteurs d'effort mécaniques <i>Mechanical load limiters</i>	×		p14
 Limiteurs d'effort électromécaniques <i>Electronical load limiters</i>	×	×	p15	
 A démontage rapide <i>Quick disassembly</i>	×		p16	
Bielles de transmission d'efforts <i>Load transmission rods</i>	 De support <i>Support/cross beam</i>	×	×	p17
	 De structure <i>Struts</i>	×	×	p18-p20
	Données Techniques - <i>Technical Data</i>			p20

## I. OBJET

Les bielles étant spécifiques à chaque application, ce fascicule ne donne pas de standards dimensionnels, mais regroupe :

- Les deux principales familles de bielles avec les règles de définition associées
  - transmission de mouvements
  - transmission d'efforts
- Les données techniques générales avec les principales règles de conception.

DANS TOUS LES CAS, CONSULTER NOTRE SERVICE TECHNIQUE QUI VOUS APPORTERA LES RÉPONSES APPROPRIÉES A TOUS LES PROBLÈMES QUE VOUS VOUDREZ BIEN LUI SOUMETTRE.

## II DÉFINITION

### II.1 Transmissions de mouvements

- Bielles de commandes :
  - Commandes de vol linéaires et rotatives
  - Commandes de systèmes (mécanismes de porte, de trappe, de volets,...)
- Bielles mécaniques
  - Télescopiques
  - Limiteurs d'effort mécaniques et électromécaniques
  - A démontage rapide.

## I. PURPOSE

*Since the rods are specific for each application, this section does not provide dimensional standards but groups together :*

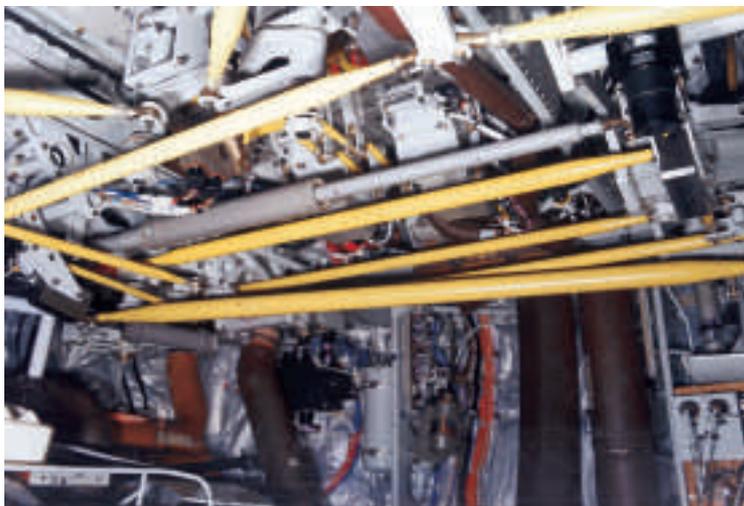
- *The two primary groups of rods with their corresponding rules governing definition*
  - *motion transmission*
  - *load transmission*
- *The general technical data with the primary rules governing design.*

*ALWAYS CONSULT OUR TECHNICAL DEPARTMENT, WHO WILL PROVIDE THE RIGHT ANSWERS TO ALL YOUR PROBLEMS.*

## II. DEFINITION

### II.1 Motion transmission

- *Control rods :*
  - *Linear and rotational flight control*
  - *System control (door, undercarriage door and flap mechanisms....)*
- *Mechanical rods*
  - *Telescopic*
  - *Mechanical and electromechanical load limiters*
  - *Quick disassembly.*



Bielles de commande de vol / *Flight control rods*

**II.2 Transmissions d'effort**

- Bielles de support
  - Moteur auxiliaire
  - Conditionnement d'air et d'eau
  - Nacelles
  - Equipements
  - Aménagement intérieur
  - etc ...
  
- Bielles de structure
  - Support plancher
  - Caisson de voilure
  - Liaison empennage/fuselage
  - Fuselage
  - etc ...

**II.2 Load transmission**

- *Support rods*
  - *Auxiliary engine*
  - *Air and water conditioning system*
  - *Nacelles*
  - *Equipment*
  - *Cabin equipment*
  - *etc ...*
  
- *Structural rods*
  - *Floor beam*
  - *Wing box*
  - *Tail/fuselage liaison*
  - *Fuselage*
  - *etc ...*



Bielles de structure  
*Struts*



Faisant partie du système de commande de vol, leur fonction est de transmettre un mouvement.

La conception d'un système de commande de vol par bielle se fait avec un maximum de biellets fixes (type ES pour les biellets métalliques et intégrales pour les biellets composites) et un minimum de biellets réglables.

La précision de réglage en longueur est obtenue par une combinaison de filetage droite et gauche, associée à un freinage positif micrométrique (voir "Données techniques" §1 et §6).

Dans le cas de grande longueur, les biellets en matériaux composites présentent un avantage décisif de par leur plus grande rigidité.

Par ailleurs, leur avantage se confirme dans le cas d'un environnement structural lui-même en matériau composite : en évitant les problèmes de dilatation linéaires différentielles.

Les charges transmises par les biellets de commande de vol excédant rarement 1 500 daN, nous préconisons les embouts avec roulement à rotule.



Le tableau 1 donne, à partir d'une charge donnée, un choix d'embouts et de chapes répertoriés dans les fascicules E et F.

Le filetage de ces extrémités détermine le diamètre et l'épaisseur du tube à retenir pour une bielle équipée optimisée. Le choix définitif du tube dépend de la longueur de la bielle (voir "Données techniques §IV).

*As part of the flight control system, they are used for transferring linear motion.*

*A rod flight control system is designed with a maximum number of fixed rods (ES type for metallic rods and integral for composite rods), and a minimum number of adjustable rods.*

*Precision of the adjustment is obtained by a combination of the left and right threads, together with a micrometric positive locking (see "Technical Data" §1 and §6).*



*Where extra long rods are required composite material rods have a decisive advantage due to their greater rigidity.*

*In addition they have a further advantage where the structural environment itself is made of composite materials, by avoiding problems of differential linear expansion.*

*Since the load transmitted by the flight control seldom exceeds 1 500 daN we recommend ball bearing rod ends.*

*Table 1 provides, for a given load, a choice of rod ends and fork ends listed in sections E and F.*

*The end threads give the diameter and thickness of the tube required for an optimised rod assembly. The final choice depends on the rod length (see Technical Data §IV).*

Tableau 1 : Applicable aux bielles en alliage léger

Table 1 : Use for light alloy tube

Extrémités en fonction des charges (dan) Ends depending of the loads											CN10MSP1 201-1310-1	CN10M 201-1310-2								
	1400																			
1200													CN9.52 CSY6-7				CN9.52 CSY6-8			
1000																				
800																				
600																				
400																				
filetages thread	1/4 - 28	5/16 - 24	M8X1	3/8 - 24	M10X1	7/16 - 24	M12X1	M12X1.5	1/2 - 20	M14X1	M14X1.5									
Tubes métalliques en fonction des extrémités (diamètre X épaisseurs) Tube in connection with ends (diameter X thickness)	10X1																			
	12X1																			
	16X1																			
	16X1.2																			
	16X1.6																			
	18X1																			
	20X1																			
	20X1.2																			
	20X1.6																			
	25X1																			
	25X1.2																			
	25X1.6																			
	28X1																			
	28X1.2																			
	28X1.5																			
	28X2																			

- Filetages conseillés / Preferred thread
- Filetages possibles / Possible thread
- Filetages à éviter / Thread to avoid
- Filetages à ne pas utiliser / Thread not to used

Emboutis à roulement  
Chapes

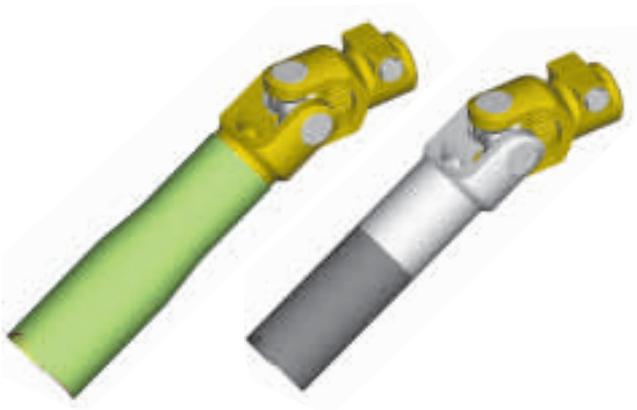
Ball bearing rod ends  
Fork ends

Utilisées généralement pour les commandes de volets les bielles rotatives SARMA sont équipées :

- de "joints de cardan" pour assurer un mouvement rotatif homocinétique (applicable aux bielles métalliques et composites)
- ou de flasques intégrés (applicable aux bielles composites).

Usually used for flap controls, SARMA rotational rods have :

- "universal joints" for assuring a homokinematic rotational motion (applicable to metal and composite rods)
- integral flanges (applicable to composites rods).



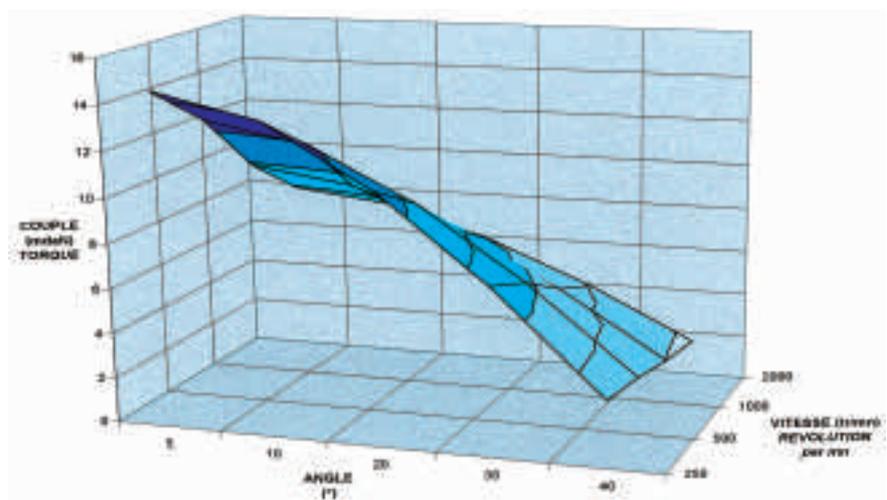
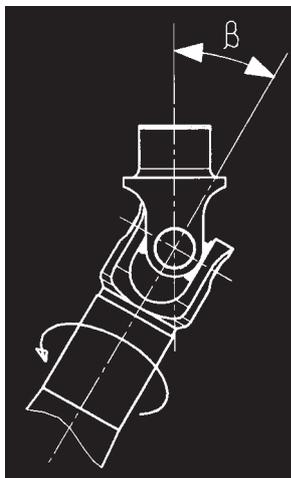
Bielles métalliques et composites avec "joint de cardan"  
Metal and composite rods with "universal joint"



Bielles composites avec flasques intégrés  
Composite rods with integral flanges

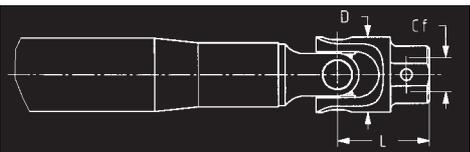
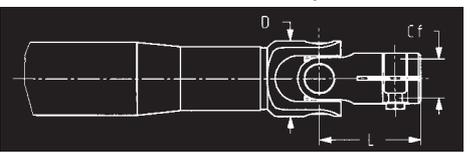
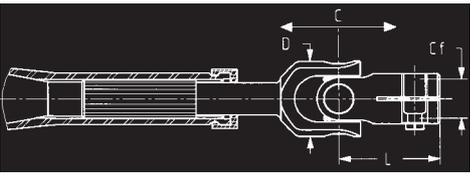
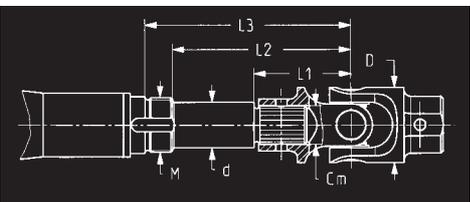
SARMA propose quatre tailles de "joints de cardans" standard en fonction des couples à transmettre, de la vitesse de rotation et de l'angle de désalignement  $\beta$ .

SARMA proposes four sizes of standard "universal joints" depending on the torque to be transmitted, the rotational speed and angle out of alignment  $\beta$ .



Le tableau, ci-dessous, donne les dimensions d'interface pour chacun des types et tailles de "joints de cardans" standard.

The table below gives the fit dimensions for each type and size of standard "universal joint".

Types	DIMENSIONS				
	20	25	32	40	
<b>Cardan fixe</b> <i>Fixed universal joint</i> 	D	20	25	32	40
	CF(1) NFE22141	12 x 10 x 1	15 x 13 x 1	17 x 15 x 1	17 x 15 x 1
	L	25	35	40	48
<b>Cardan fendu</b> <i>Slotted universal joint</i> 	D	20	25	32	40
	CF(1) NFE22141	14 x 12 x 0,75	15 x 13 x 1	17 x 15 x 1	20 x 14 x 1,25
	L	35	38	44	50
<b>Cardan coulissant dans cannelures retreintes</b> <i>Sliding Universal joint surged spline</i> 	D	20	25	32	40
	CF(1) NFE22141	14 x 12 x 0,75	15 x 13 x 1	17 x 15 x 1	17 x 15 x 1
	L	25	35	40	48
	C Course Stroke	33	38	46	53
<b>Support roulement</b> <i>Bearing support</i> 	D	20	25	32	40
	CM(2) NFE22141	12 x 10 x 1	15 x 13 x 1	17 x 15 x 1	17 x 15 x 1
	d	16	16	20	20
	M	M18 x 1,5	M18 x 1,5	M24 x 1,5	M24 x 1,5
	L1	27	37	42	50
	L2	48,5	48,5	58,5	58,5
	L3	60,5	60,5	70,5	70,5

(1) CF = Cannelures femelles  
(2) CM = Cannelures mâles

(1) CF = Internal spline  
(2) CM = External spline

Intégrées à un système, elles transmettent également un mouvement :

## I. SYSTÈME DE VERROUILLAGE / DÉVERROUILLAGE DES PORTES

- Ce système doit être intégré dans l'épaisseur des portes, d'où un encombrement le plus réduit possible.

- Ce faible encombrement impose des bielles :
  - en tube rétreint
  - en tube usiné
  - monolithiques

dans lesquelles sont montées des rotules ou des embouts à rotule autolubrifiante de type SARFLON. Pour éviter un durcissement dans la commande (dû aux conditions de montage ou à des éléments extérieurs). SARMA fournit ces rotules à "couple réduit" (voir fascicule A) de l'ordre de 0,02 Nm.

- On trouve également des bielles, dites "mécaniques" intégrant des systèmes à ressort pour l'aide à l'effort de verrouillage ou démontables pour les intégrer facilement dans la structure même de la porte (voir page b16).

- Du fait du faible encombrement, ces bielles sont généralement métalliques.

*Included in a system they also transfer motion:*

## I. DOOR LOCKING/UNLOCKING SYSTEM

- *The system must be included in the door thickness and therefore occupies as little space as possible.*

- *This small size requires rods :
  - in swaged tube
  - in machined tube
  - monolithic*

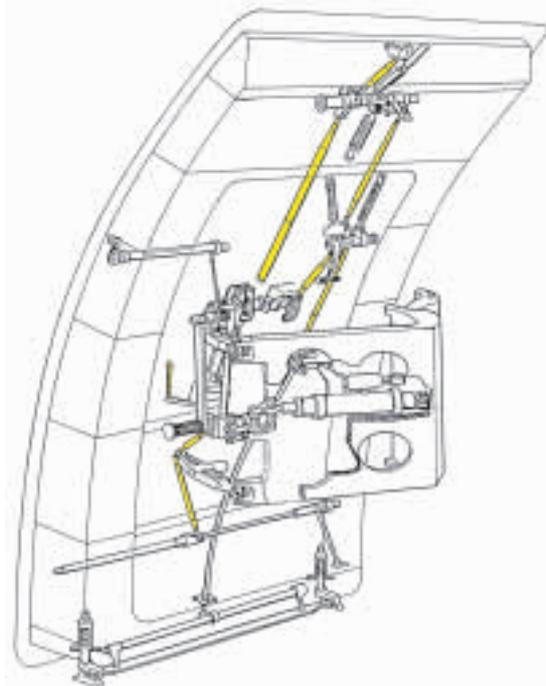
*in which are assembled bearings or SARFLON type self lubricating rod ends.*

*To avoid tightening of the control system (due to fitted conditions or external elements).*

*SARMA supplies these bearings with "reduced torque" (see Section A) of about 0,02 Nm.*

- *There are also so-called "mechanical" rods including a spring system to compensate the locking strength, or that can be disassembled for easy integration in the door structure itself (see page b16).*

- *Due to their small size these rods are usually metallic.*

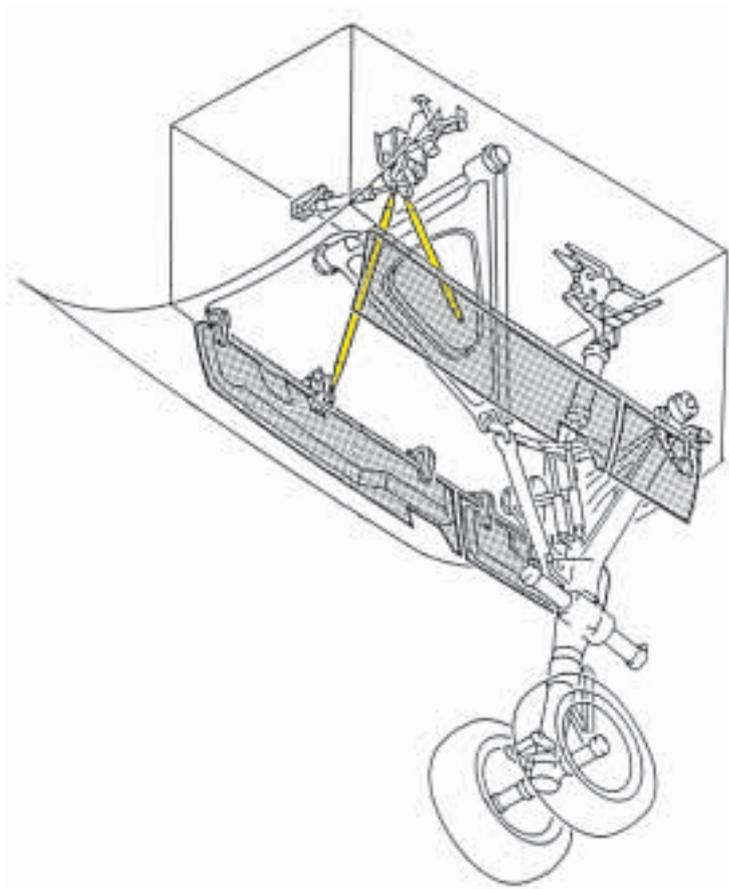


## II. BIELLES DE TRAPPE DE TRAIN D'ATERRISSAGE

- Elles sont soumises à un environnement sévère :
  - Contaminants tels que : liquide de nettoyage, de dégivrage, ...
  - Eau, glace,
  - Projection de pierres, etc ...
- Les tubes ont une protection renforcée : peinture intérieure et extérieure sur oxydation anodique chromique pour les tubes en alliage léger. Des tubes en acier inoxydable sont également utilisés, selon la sévérité de l'application.
- Pour conserver une grande rigidité, ils sont généralement équipés de rotules ou embouts à rotule de type métal/métal, donc à graisser (voir fascicules E et M).
- L'environnement très sévère impose des bielles métalliques.

## II. UNDERCARRIAGE EXIT DOOR RODS

- *These are subjected to severe environmental condition:*
  - *Contaminants such as : cleaning and defrosting liquids, ...*
  - *Water, ice,*
  - *Stone projection, etc ...*
- *The tubes have a protective reinforcement : internal and external paint work on anodising oxidation for light alloy tubes. Stainless steel tubes are also used, depending on the severity of the application.*
- *To maintain rigidity,they usually have metal to metal spherical plain bearings or bearing rod ends, which therefore require lubrication( see Sections E and M).*
- *The severe environment requires the use of metallic rods.*



**III. BIELLES DE PUISSANCE**  
**POUR COMMANDE DE VOILETS**

Placées entre la structure de la voilure et les volets ces bielles supportent les efforts aérodynamiques dus au déplacement de ceux-ci sous l'action des servo-commandes de puissance. Ces efforts sont très élevés, souvent plusieurs dizaines de tonnes.

- Les tubes sont généralement en acier inoxydable pour supporter ces efforts importants.
- Le tableau ci-dessous donne, à titre d'exemple une sélection d'embouts à rotule préconisés.

**III. FLAP CONTROL RODS**

Located between the wing structure and the flaps, the rods support the aerodynamic stress due to their movement under the action of the powered servo-controls. The stress is very heavy, often of several tons.

- The tubes are usually made of stainless steel in order to support these heavy stresses
- The table below gives a selection of ball bearing rod ends as an example.

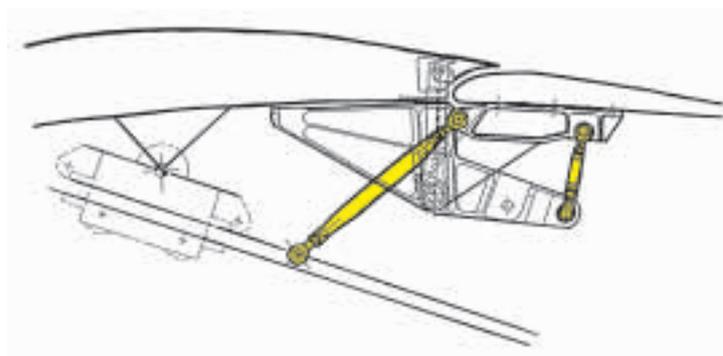
**CHOIX DES ÉQUIPEMENTS**

**CHOICE OF EQUIPMENT**

CHARGES STATISTIQUES ULTIMES ULTIMATE STATISTICAL LOADS	CHOIX DES ÉQUIPEMENTS					CHOICE OF EQUIPMENT
	5/8-18	3/4-16	7/8-14	1.1/4-12	1.1/2-12	
46000						EM/RL 31,75
35400				UMJ/XRL 25,4		
32000				EMJ/RL 25,4		
26700				EMJ/RT 25,4		
15300			UMJ/XRL 22,22			
14000			EMJ/RL22,22			
13000		UMJ/XRL 19,05 CEY12-12-222				
12800			EMJ/RT 22,22			
12000		EMJ/RL 19,05 CEY12-12-222	EMJ/RT 19,05			
10000		EMJ/RT 15,87				
9700	UMJ/XRL 15,87 CEY10-10-190					
9000	EMJ/RL 15,87 CEY 10-10-190					
Filetage Thread	5/8-18	3/4-16	7/8-14	1.1/4-12	1.1/2-12	

Embouts  
Rod ends

Chapes  
Fork ends



## BIELLES TÉLESCOPIQUES

Elles sont souvent utilisées pour le maintien en position ouverte des capots ou trappes de visite.

Le système de verrouillage / déverrouillage est composé de plusieurs billes, largement dimensionnées pour supporter les charges de la bielle. Le déverrouillage s'effectue par simple coulissement de la bague moletée.

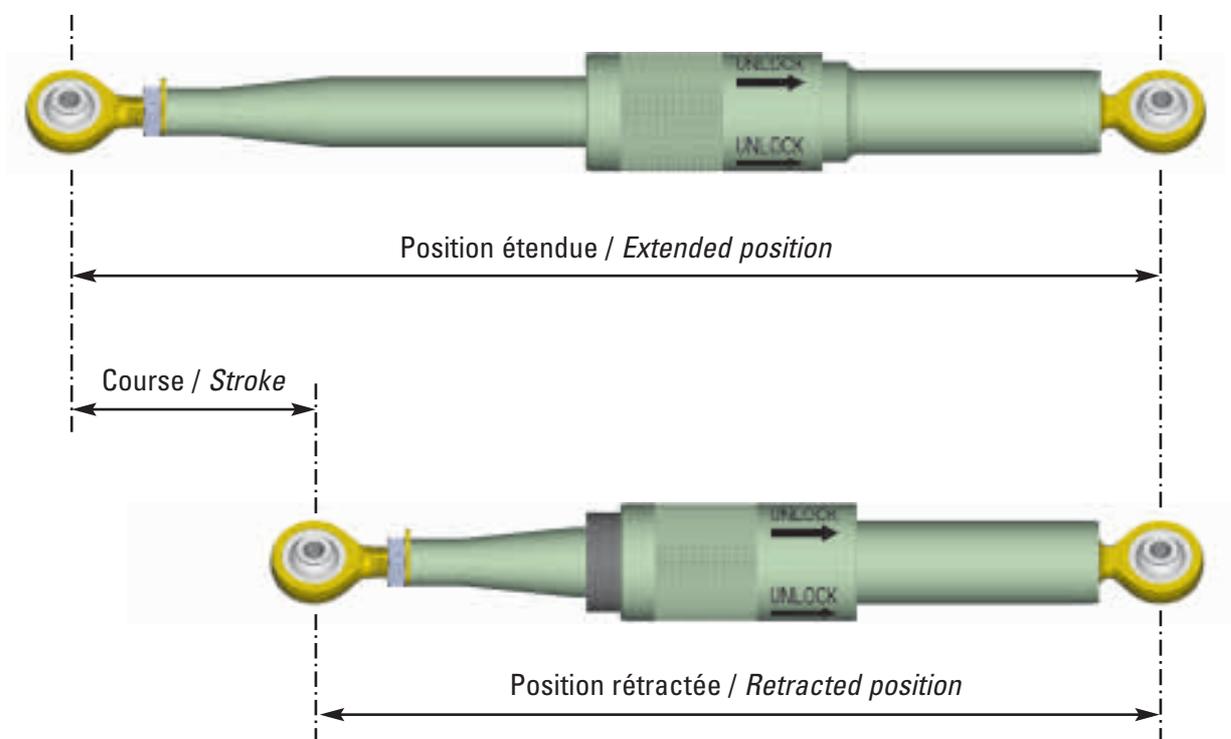
Les bielles sont en général verrouillées en position étendues et libres en position rétractée.

## TELESCOPIC RODS

*These are often used for maintaining inspection doors in an open position.*

*The locking/unlocking system has several balls for supporting the loads. Simply slide the knurled ring to unlock.*

*The rods are usually locked in extended position and free in retracted position.*



Néanmoins, d'autres systèmes sont proposés :

- Verrouillage en position rétractée
- Verrouillage dans les deux positions
- Déverrouillage sous charge
- Bielles compas

Par nature, ces bielles n'existent qu'en version métallique.

*Other systems, however, are suggested :*

- *Locking in retracted position*
- *Locking in both positions*
- *Unlocking under load*
- *Compass rods*

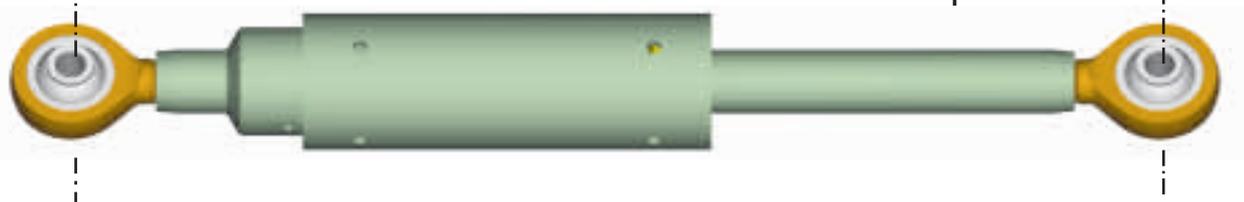
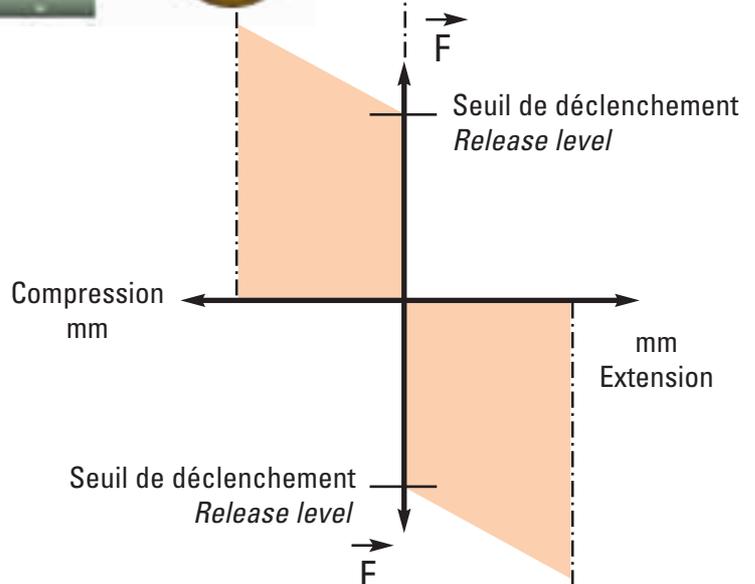
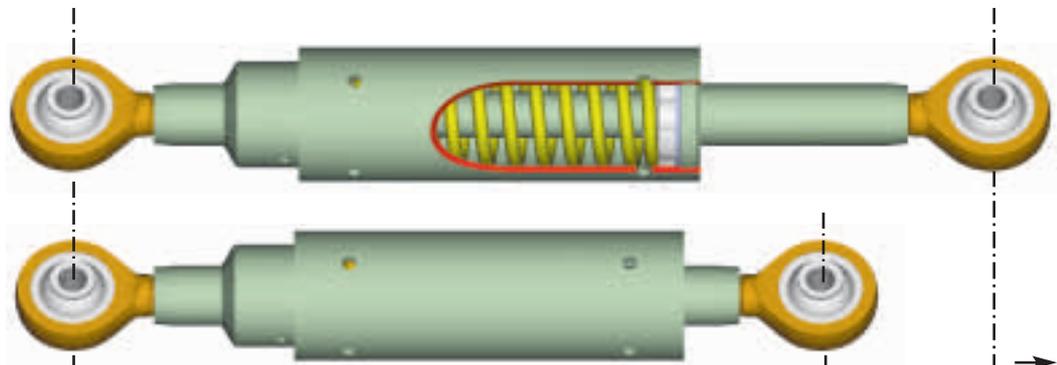
*Of their nature, these rods exist only in metallic version.*

## LIMITEURS D'EFFORTS MECANIQUES

Ces bielles de sécurité servent de "fusible" dans la chaîne cinématique lorsque l'effort nécessaire à la transmission du mouvement est supérieur à celui initialement prévu :

- En fonctionnement, la bielle reste rigide et transmet le mouvement demandé.
- Sous une surcharge, la bielle se comprime ou se détend, ce qui bloque la transmission du mouvement.

L'ensemble de ce système repose sur un jeu de ressorts judicieusement disposés.



Nous calculons le seuil de déclenchement en fonction de la courbe de charge, cas par cas.

## MECHANICAL LOAD LIMITERS

These safety rods act as a "fuse" in the sequence of operations chain when the necessary load to transfer the motion is higher than allowed one:

- During operation the rod remains rigid and transmits the required movement.
- Under overload the rod retracts or extends, which blocks the motion transmission.

The whole system rests on a set of accurately placed springs.

We calculate the release level according to the load curve in case by case.

**LIMITEURS D'EFFORTS**  
**ELECTROMECHANIQUES**

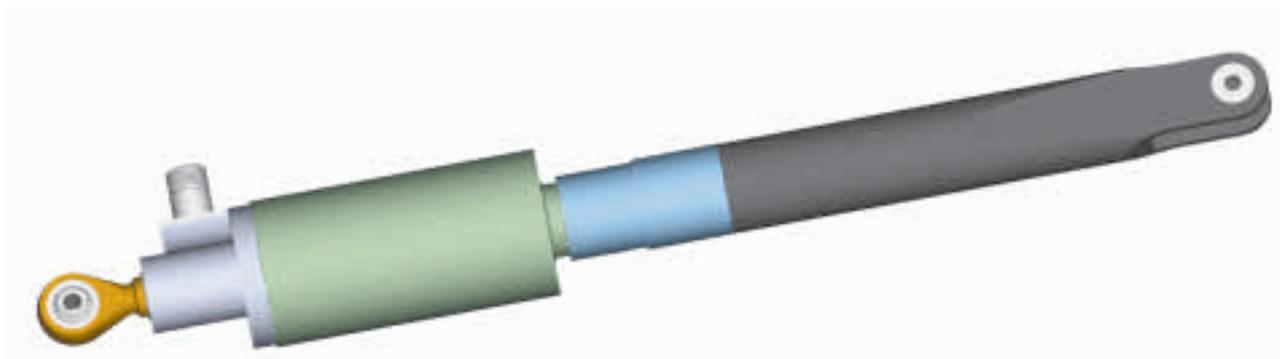
Basées sur le même principe que les "limiteurs efforts mécaniques" (page ci-contre), elles servent de "fusible" lors de surcharge dans la chaîne cinématique. Par contre, l'activation du système ne se fait plus mécaniquement sur la bielle, mais grâce à un détecteur électronique qui transmet un signal d'alerte au niveau du système de gestion des éléments de vol.

L'ensemble de ce système est généralement conçu à partir de tubes métalliques ou composites.

**ELECTROMECHANICAL LOAD**  
**LIMITERS**

*Based on the same principle as the "mechanical load limiters" (opposite page) they act as a "fuse" in case of an overload in the sequence of operations chain. On the other hand, the system no longer operates mechanically on the rod but through an electronic detector which sends a warning signal to the flight control system.*

*The complete system is usually designed on the basis of metal or composite tubes.*



Exemple d'application  
arbre de détection de dissymétrie des volets

*Example of application  
flap asymmetry detection shaft*



**BIELLES A DÉMONTAGE RAPIDE**

**QUICK DISASSEMBLY RODS**



Dans les cas :

- où une bielle peut gêner, voire interdire l'accès à un équipement,
- où il est nécessaire pour une visite d'ouvrir plus largement une trappe ou un capot, l'utilisation d'une bielle à démontage rapide est indispensable.

SARMA a développé des bielles qui se séparent en deux parties, sans recours à aucun outil, libérant ainsi le passage.

Elles peuvent ensuite être ré-assemblées très facilement et même en "aveugle".

*If:*

- a rod prevents access to equipment,
- or it is necessary to open a door or hood wider to carry out an inspection, a quick disassembly rod is necessary.

*SARMA has developed rods that separate into two parts without the use of a tool, thus freeing the passage.*

*They can be very easily, even "blindly", reassembled.*



Elles peuvent être indifféremment "métalliques" (généralement en alliage léger) ou en matériau composite (presque toujours à base de fibres de carbone).

Toutes ces bielles sont calculées et définies à partir des charges combinées axiales/latérales qu'elles supportent.

Les extrémités sont généralement des chapes en alliage léger ou en titane (voir fascicule F).

On peut distinguer 2 grandes familles :

- Bielles pour fortes charges
- Bielles pour charges moyennes

### **Bielles pour fortes charges :**

Par exemple pour support d'APU, de climatisation,... Ces bielles sont très souvent de type "réglable" de manière à positionner avec précision l'équipement dans la structure.



Pour les environnements sévères tels que "zone feu" par exemple, SARMA a prévu des bielles inox.

### **Bielles pour charges moyennes :**

Par exemple pour support d'aménagement de cabine, de cloisons, ....

Elles peuvent être fixes ou réglables selon les cas.



Pour les endroits "visibles", nous avons prévu une condition "esthétique".

*They may be either of metal (usually a light alloy) or of a composite material (nearly always on the basis of carbon fibres).*

*All these rods are calculated and defined on the basis of the combined axial/lateral loads they support.*

*The ends are usually light alloy or titanium fork ends (see Section F).*

*There are 2 important groups :*

- *Heavy load rods*
- *Medium load rods*

### **Heavy load rods :**

*For supporting APU, air conditioning, for example, ... These rods are often "adjustable" for assembling equipment in the structure with precision.*

*SARMA provides stainless steel rods for severe environments such as the "fire area" for example.*

### **Medium load rods :**

*For supporting cabin equipment, ....*

*These can be fixed or adjustable as required.*

*We provide an "aesthetic" look for "visible" parts.*

Elles font partie intégrante de la structure et sont donc soumises à toutes les charges importantes que subissent les structures d'avions ou d'hélicoptères.

Elles peuvent être "métalliques" ou "composites".

Pour ces bielles de dimensions importantes, la solution "composites" est particulièrement intéressante au niveau du meilleur compromis coût/masse.

De par sa technologie utilisée pour les matériaux composites, SARMA maîtrise parfaitement les valeurs de rigidité pour optimiser le dimensionnement des bielles.

Quelle que soit la technologie utilisée, les bielles de structure sont toujours à entre-axes fixe.

*These are an integral part of the frame and therefore subject to all the important loads sustained by aircraft and helicopter structures.*

*They may be either "metallic" or "composite".*

*For these large rods the "composite" solution is of particular interest from the cost/weight point of view.*

*Through its technology used in the manufacture of composite materials, SARMA has complete control of rigidity values for optimising rod sizing.*

*Whatever technology is used, the structural rods always have a fixed centre-to-centre distance.*

Elles sont donc à :

*They therefore have :*

embout fixe



*a fixed rod end*

ou intégrale,



*or an integral rod end*

c'est-à-dire chape usinée directement dans le tube

*That is to say, a fork end machined directly on the tube.*

Pour des raisons de simplicité, de coût et de meilleure performance, nous préconisons toujours

*For the sake of simplicity, cost and performance we always recommend the*

LA VERSION INTÉGRALE

INTEGRAL VERSION

Pour les bielles métalliques, les capacités industrielles de SARMA permettent le rétreint par forgeage à froid, en version intégrale, des tubes en alliage léger de  $\varnothing$  allant jusqu'à 100 mm avec un entre-axes de 2 m et de forger à chaud des tubes en acier inoxydable.

Ces bielles étant à entre-axes fixe, celui-ci doit être réalisé avec une grande précision afin d'éviter toute précontrainte lors du montage sur la structure.

2 possibilités :

- Perçage d'une extrémité par SARMA et contre-perçage de l'autre extrémité directement sur la structure de l'aéronef.
- Entre-axes mesuré sur la structure, perçage effectué par SARMA sur les 2 extrémités en fonction de la cote relevée. SARMA livre ainsi ces bielles en KIT pour montage direct sur avion.

*For metallic rods, SARMA's industrial potential allows cold forge swaging, in the integral version, of light alloy tubes with a diameter of up to 100 mm and a center-to-center distance of 2m, and also hot forging of stainless steel tubes.*

*Since these rods have a fixed center-to-center distance this must be carried out with great precision to avoid any pre-stressing on structural assembly.*

*There are 2 possibilities :*

- Drilling of one end by SARMA and counter drilling of the other end directly on the aircraft structure.*
- Center-to-center distances measured on the structure, boring carried out by SARMA on both ends in accordance with the measurements taken. SARMA therefore delivers these rods in KIT for direct aircraft assembly.*



Exemple d'un kit de bielles prêt à monter  
*Example of rod kit ready to be fitted*

# **DONNÉES TECHNIQUES**

# **TECHNICAL DATA**

## **I. CONCEPTION**

I.1 - Bielles rétreintes à extrémités rapportées

I.1.1 - Extrémités réglables

I.1.2 - Extrémités fixes

I.2 - Bielles intégrales ou semi-intégrales

I.3 - Bielles monolithiques

I.4 - Bielles mécaniques

## **I. DESIGN**

*I.1 - Swaged rods with added ends*

*I.1.1 - Adjustable ends*

*I.1.2 - Fixed ends*

*I.2 - Integral or semi-integral rods*

*I.3 - Monolithic rods*

*I.4 - Mechanical rods*

## **II. CONCEPTION DU CORPS DE BIELLE**

## **II. DESIGN OF THE ROD BODY**

II.1 - Corps de bielles métalliques rétreints

*II.1 - Swaged metallic rod body*

II.2 - Corps de bielles composites

*II.2 - Composite rod body*

## **III. PROTECTIONS**

## **III - PROTECTION**

## **IV. SOLLICITATIONS MÉCANIQUES**

## **IV - MECHANICAL STRENGTH**

## **V - SOLLICITATIONS ENVIRONNEMENTALES**

## **V - ENVIRONMENTAL STRENGTH**

## **VI - SYSTEME DE FREINAGE**

## **VI - LOCKING DEVICE**

## **VII - QUALIFICATION**

## **VII - QUALIFICATION**

## **VIII - SUIVI QUALITE EN FABRICATION**

## **VIII - QUALITY ASSURANCE PROVISIONS**

## **IX - CAHIER D'EXPRESSION DES BESOINS**

## **IX - SPECIFICATION OF REQUIREMENTS**

## I. CONCEPTION

On distingue 4 familles principales de bielles :



- les bielles à extrémités rapportées / *rods with inserted ends*



- les bielles intégrales ou semi-intégrales  
*integral or semi-integral rods*



- les bielles monolithiques  
*monolithic rods*



- les bielles mécaniques / *mechanical rods*

## I. DESIGN

There are 4 main groups of rods :

## I.1 Bielles à extrémités rapportées :

On regroupe sous cette terminologie l'ensemble des bielles composées d'un corps tubulaire métallique ou composite dont les 2 extrémités sont des équipements rapportés par vissage ou sertissage.

Les extrémités peuvent être à chape simple ou double, à cardan, à embout à articulation simple ou à articulation double. Ces extrémités peuvent être réglables ou fixes par rapport au corps tubulaire.

Dans le cas des bielles composites, la liaison corps-extrémité est assurée par un insert titane solidarisé mécaniquement lors de la polymérisation.

## I.1 Rods with added ends :

Under this heading we group all the rods having a metallic or composite tubular body with the 2 ends added by screwing or swaging.

The ends can be a single or double fork end, universal joint, or a single or double bearing rod end. They are adjustable or fixed to the tubular body.

For composite rods the body-end connection is made secure by a titanium insert mechanically attached during curing.

Bielle métallique réglable  
*Adjustable length metallic rod*



Bielle métallique fixe  
*Fixed length metallic rod*



Bielle Composite réglable ou fixe  
*Adjustable or fixed length composite rod*



### I.1.1 Extrémité réglable :

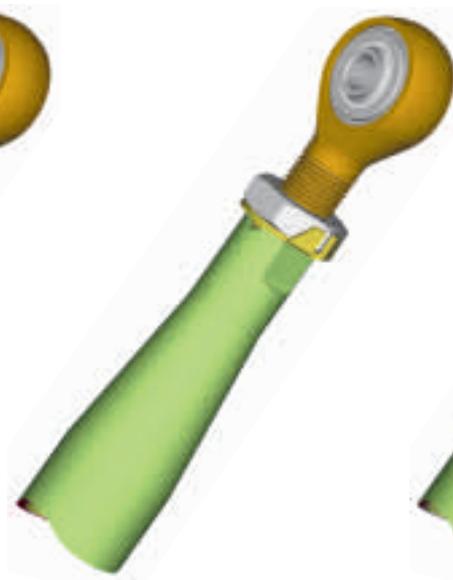
Une extrémité réglable est une extrémité vissée dans le corps de bielle et immobilisée lors du montage sur aéronefs par un dispositif frein/écrou après ajustement dans la position demandée.

- **Dispositifs de freinage réglable** : Ces dispositifs permettent de rendre l'ensemble corps de bielle et embouts solidaire en s'appuyant sur le principe de l'écrou - contre-écrou.

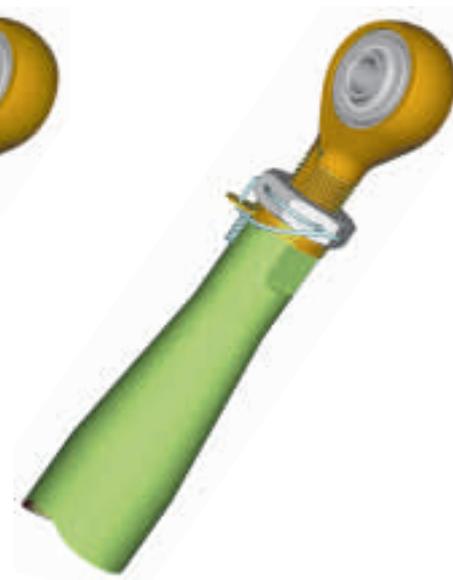
On distingue 3 groupes principaux :



Contre écrou  
*Check nut*



Frein d'écrou  
*Tab washer*



Freins d'extrémité et d'écrou  
*Locking device, positive index*

Les dispositifs les plus courants, ainsi que leurs conditions d'utilisation sont décrits dans le chapitre VI.

- **Précision d'ajustement** : la précision d'entre-axes est souvent incompatible avec l'imposition d'orientation des extrémités l'une par rapport à l'autre. En choisissant la bonne configuration d'extrémité du tube et le type de freinage, SARMA obtient une très grande précision de ces bielles ainsi assemblées.

### I.1.1 Adjustable end :

An adjustable end is an end screwed into the body of the rod and locked after assembly on the aircraft in the required position.

- **Adjustable locking devices** : Rod end installation into the rod are safetied by the use of a locking device based on a check nut principle.

There are 3 main groups :

The most common devices and how to use them are described in Chapter VI.

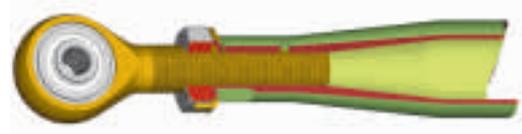
- **Adjustment precision** : the center-to-center distance precision is often incompatible with the orientation imposed by the interrelation of the ends. By choosing the right configuration of the tube end and type of lock, SARMA achieves great precision in the assembly of these rods.

• **Implantation minimale** : celle-ci est contrôlée au moyen d'un repère visuel selon les deux méthodes ci-dessous, couramment utilisées :



Gorge circulaire peinte en rouge sur embouts  
*Circular groove painted in red on the rod ends*

• **Minimum implant** : this is controlled by a sight mark according to one of the usually used methods below :



Trou de contrôle sur corps de bielles  
*Inspection hole on the rod body*

## CALCUL DES REGLAGES

Selon le type de repère utilisé, les calculs de réglage se font en cumulant les dimensions et tolérances de chaque pièce. Avec ses éléments standardisés, SARMA donne pour chaque application la valeur de réglage optimum.

### I.1.2 Extrémité fixe :

Elle est rendue solidaire de façon permanente du corps de bielle. Toute modification d'entre-axes ou d'orientation entraîne une rupture de l'ensemble.

Cette technologie ne concerne que les bielles métalliques. Pour les bielles composites, la version "intégrale" est plus avantageuse.

Cette fixation permanente peut-être réalisée de différentes façons :

- par rivetage
- par boulonnage
- par sertissage (système ES)
- par l'utilisation d'un frein

Les 2 premiers modes sont encore réalisés dans le cadre de définition de première génération supplantée depuis par l'utilisation du sertissage ou système "ES" (voir détail en partie VI).

Dans certaines applications, le recours au freinage par frein cuvette permet de renforcer cette liaison notamment avec l'emploi de frein cuvette de 2<sup>ème</sup> génération que sont les écrous frein cuvettes (partie VI).

Dans tous les cas, une bielle fixe est un ensemble indissociable ; SARMA ne fournit que la bielle fixe équipée.

## ADJUSTMENT CALCULATION

According to the type of sight mark used, adjustment is effected by cumulating the dimensions and tolerances of each part. SARMA uses its standardised equipment to give optimum adjustment to each application.

### I.1.2 Fixed end :

This is permanently attached to the rod body. Any modification of the centre-to-centre distance or orientation results in breakage of the assembly.

This technology only concerns metallic rods. For composite rods, the "integral" version is more advantageous.

This permanent attachment can be carried out in different ways :

- by riveting
- by bolting
- by swaging (ES system)
- by using a locking device

The first 2 ways are still used in the definition of the first generation structures, since supplanted by the use of the swaging or "ES" system (see details in Part VI).

For certain applications the use of a cup locking device reinforces this connection, especially with the use of 2<sup>nd</sup> generation cup locks that are cup lock nuts (Part VI).

A fixed rod is in all cases an inseparable assembly ; SARMA only supplies the fixed assembly rod.

## I.2 Bielles intégrales ou semi-intégrales :

Une bielle intégrale (ou semi-intégrale) est une bielle dont les extrémités (ou une seule) font partie intégrante du corps de bielle ; elles sont obtenues lors de la phase de fabrication du tube. Ces extrémités peuvent être sous forme de chape ou de tenon permettant le montage de roulements, rotules.



## I.2 Integral or semi-integral rods :

An integral (or semi-integral) rod is one of which both ends (or a single end) form an integral part of the rod body ; they are made during manufacture of the tube. These ends are in the shape of a fork or tenon for assembling bearings or spherical plain bearings.



## I.3 Bielles monolithiques :

On regroupe sous cette dénomination les bielles obtenues par usinage.

Elles sont généralement de géométrie compacte et soumises à des efforts importants. Dans ces bielles monolithiques, les rotules sont soit serties, soit intégrées pour réduire l'encombrement.

La définition de ces ensembles s'appuie sur les technologies développées dans les fascicules :

A : rotules autolubrifiantes  
M : rotules métal/métal  
R : roulements

## I.3 Monolithic rods :

Under this heading are grouped the rods obtained by machining.

They are usually compact and subjected to heavy stress. In these monolithic rods the spherical plain bearings are either swaged or integrated in the rod to reduce the size.

The definition of these assemblies is based on the technologies elaborated in Sections :

A : self-lubricating spherical plain bearings  
M : metal to metal spherical plain bearings  
R : rolling bearings

## I.4 Bielles mécaniques :

Par définition, une bielle est un ensemble constitué d'un tube (métallique ou composite) muni de deux extrémités intégrées ou rapportées.

Les bielles mécaniques sont des ensembles plus complexes, incorporant en elles-mêmes une cinématique. Nous y trouvons :

- Les bielles télescopiques : page b13
- Les limiteurs d'effort : pages b14 - b15 (mécaniques ou électromécaniques)
- Les bielles à démontage rapide : page b16

## I.4 Mechanical rods :

By definition, a rod is an assembly having a tube (metal or composite) fitted with two integrated or added ends.

Mechanical rods are more complicated assemblies, including a sequence of operations. We have :

- Telescopic rods : page b13
- Load limiters : pages b14 - b15 (mechanical or electromechanical)
- Quick disassembly rods : page b16

## II- CONCEPTION DU CORPS DE BIELLE

### II-1 Corps de bielles métalliques rétreints :

Les corps de bielles métalliques rétreints sont élaborés à partir de tube en alliage d'aluminium, en acier, en acier inoxydable ou en titane.

Les figures ci-après montrent les différentes formes de rétreint les plus courantes :



En fonction de la ductilité initiale du matériau, SARMA a acquis une forte expérience dans la technologie du rétreint à partir d'outillages spécifiques et de traitements thermiques appropriés.

Corps en alliage d'aluminium : Quand les conditions de charges et d'environnement le permettent, l'alliage d'aluminium 2024 est le matériau retenu par SARMA. Le tube est rétreint à ses extrémités à un diamètre contrôlé et forgé (généralement à froid) pour réaliser par déformation le filetage souhaité.

Dans cette technologie, SARMA maîtrise parfaitement l'augmentation de l'épaisseur des extrémités en contre-partie d'une diminution de leur section ; Ces bielles élaborées par rétreint d'extrémité sont dites "STANDARD".

## II- DESIGN OF THE ROD BODY

### II-1 Swaged metal rod bodies :

The bodies of swaged metallic rods are made from aluminium alloy, steel, stainless steel or titanium tubes.

The figures below show the different shapes of the more common types of swaging :

Depending on the initial ductility of the material, SARMA has acquired wide experience in swaging technology with the use of special tools and corresponding heat treatment.

Bodies in aluminium alloy : When the load and environment conditions allow, SARMA uses 2024 aluminium alloy. The tube ends are swaged to a controlled diameter and (usually cold) forged in order to obtain the required thread.

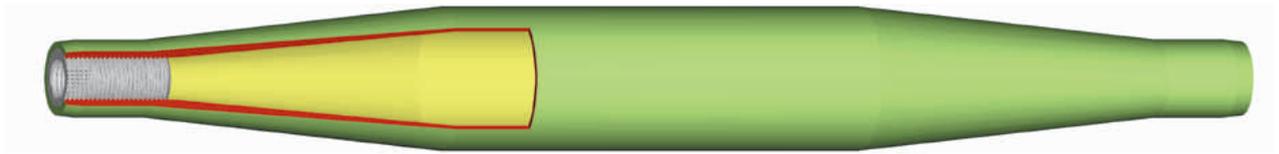
In this technology SARMA has perfected the technique of increasing thickness of the ends while reducing their section.

These rods obtained by swaged ends are called "STANDARD".



Dans le cas d'application à faible sollicitation de fatigue, l'utilisation d'insert en acier permet une simplification de la gamme de rétreint.

*For light fatigue stress the use of steel insert allows simplification of the swage process.*



Par contre dans certaines applications comme dans le cas de sollicitations importantes en fatigue, l'augmentation de la section au niveau de l'extrémité par rapport à la partie courante devient impérative :

*On the other hand, in certain applications as in the case of heavy fatigue stress, the section at the end must be increased in proportion to the cylindrical part :*

- soit pour obtenir une section permettant des usinages ultérieurs en extrémité.
- soit pour obtenir une section plus importante au niveau de la zone filetée pour compenser les effets de concentration de contrainte ( $K_t$ ).

- *either to obtain a section allowing for subsequent end machining.*
- *or to obtain a larger section at the threaded area to compensate the effects of stress concentration ( $K_t$ ).*

Cette technologie développée par SARMA a créé une nouvelle famille de bielles :  
les bielles "OPTIMALES".

*This technology developed by SARMA has created a new group of rods called :  
"OPTIMAL" rods.*



Issue des bielles OPTIMALES, la maîtrise de la technique de rétreint a permis de réaliser des sections en extrémité suffisamment importantes pour réaliser des bielles intégrales.

*Descended from OPTIMAL rods, the perfection of the swaging technique has made it possible to make end sections sufficiently large for producing integral rods.*



• **Corps de bielles en acier et en alliage de Titane :**

Les corps de bielle en acier et en titane sont utilisés dans le cas où les efforts dépassent les possibilités de l'aluminium et sous des conditions sévères d'environnement (température, pollution, etc).

En général, les aciers inoxydables et les alliages de titane à faible ductilité ne sont pas utilisables. Les nuances retenues par SARMA pour le rétreint sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le formage des filetages dans ces matériaux, y compris pour les plus ductiles d'entre eux, n'est généralement pas recommandé. Conformément à la spécification MIL STD 1599, l'usinage soigné et contrôlé du filetage à partir d'un tube rétreint ébauché est préférable.

Une attention particulière est accordée lors de la définition des bielles SARMA en acier inoxydable et en titane pour éviter les variations brutales de section qui peuvent avoir des conséquences néfastes sur la tenue en fatigue.

• **Corps de bielles rétreint en température :**

SARMA a mis au point, sur ses machines, le rétreint à chaud pour les matériaux à faible ductilité ou pour les tubes de très forte épaisseur.

• **Steel and titanium alloy rod bodies :**

Steel and titanium rod bodies are used where the stresses are greater than can be supported by aluminium and under severe environmental conditions (temperature, pollution, etc).

Stainless steel and titanium alloys with low ductility are not usable. The types adopted by SARMA for swaging are given in the table below. Forming of the threads in these materials, including the more ductile materials, is not usually recommended. In conformity with specification MIL STD 1599, careful, controlled machining of the threads on a rough forged swage tube is preferable.

Special attention is given to the definition of SARMA stainless steel and titanium rods in order to avoid sudden section variations, which may have harmful consequences on fatigue resistance.

• **Heat swaged rod bodies :**

SARMA has developed, on its machines, the heat swaging for low ductile materials or for very thick tubes.

Nature <i>Material</i>	Nuance <i>Type</i>	Spécification d'approvisionnement <i>Delivery Specification</i>	Documents applicables <i>Applicable documents</i>
Aluminium <i>Aluminium</i>	2024 7075	SARMA	WWT700-3
Acier résistant à la corrosion <i>Corrosion resistant steel</i>	AISI 304 (Z2 CN18-10)	SARMA	MIL-T-6845
Titane <i>Titanium</i>	T40	SARMA	AMS4942B

Nuances matières préconisées pour corps de bielle  
*Types of material recommended for rod bodies*



## II-2 Corps de bielles composites :

Ces corps de bielles sont à base de :

- fibres de carbone haut module, très haut module, et haute résistance
- résine époxy, cyanate

Pour la fabrication des bielles composites, SARMA utilise deux procédés, selon schéma ci-dessous :

- Procédé nappage
- Procédé R.T.M.

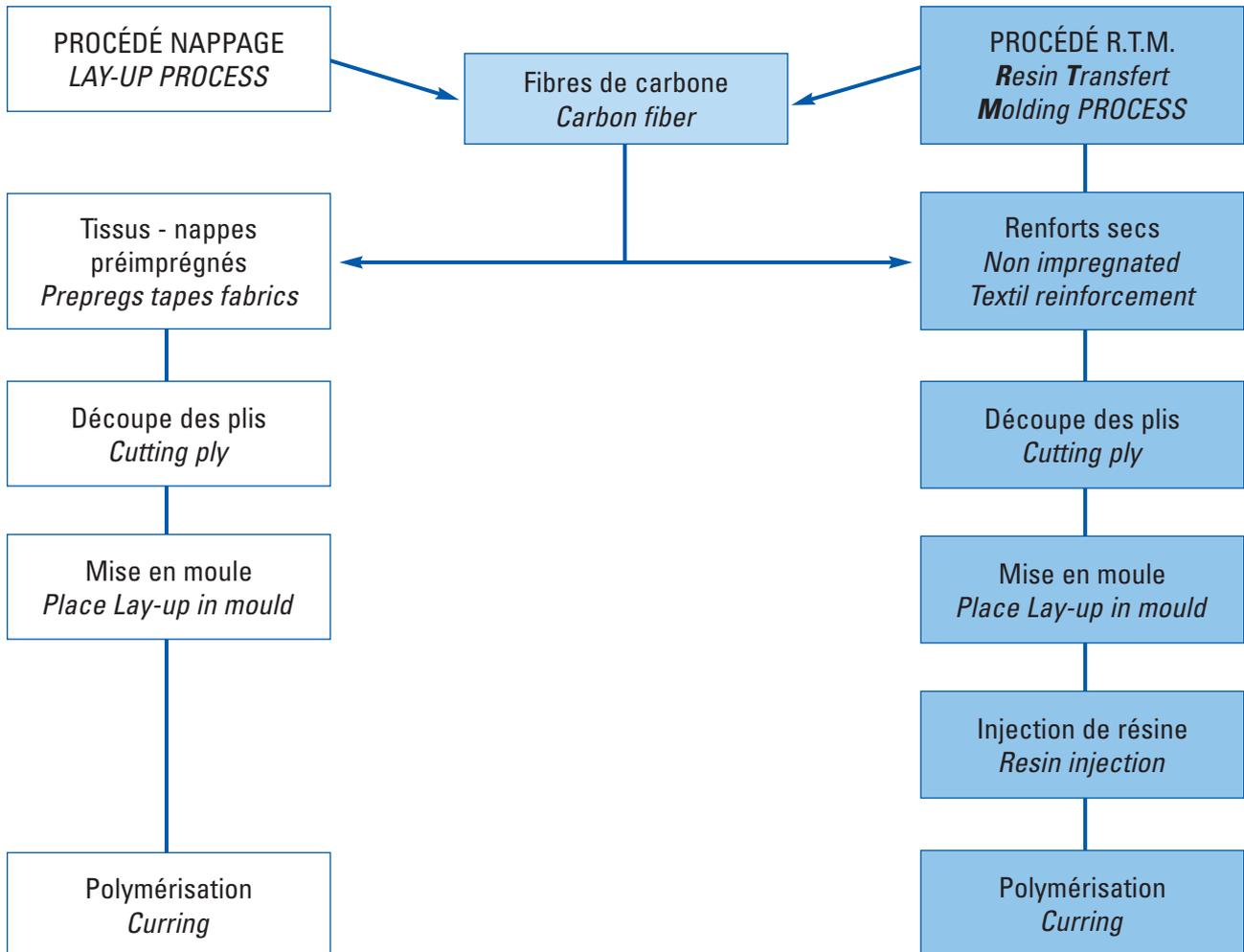
## II-2 Composite rod bodies :

These rod bodies are based on :

- High modulus, ultra high modulus and high strength fibres
- Epoxy resin, cyanate

SARMA uses two processes for the manufacture of composite rods, as shown in the table below :

- Lay-up process
- R.T.M. process



Les figures ci-dessous montrent les formes d'extrémité les plus courantes.  
*The figures below show the most usual end fittings.*



### II-3 Critère de choix du corps de bielles

Le tableau ci-dessous donne, en fonction des applications, les types de bielles préconisées par SARMA.

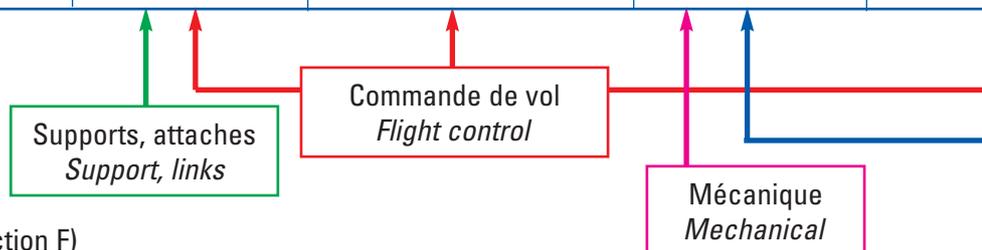
### II-3 Rod body selection criteria

The table below gives the types of recommended rods by SARMA according to the application.

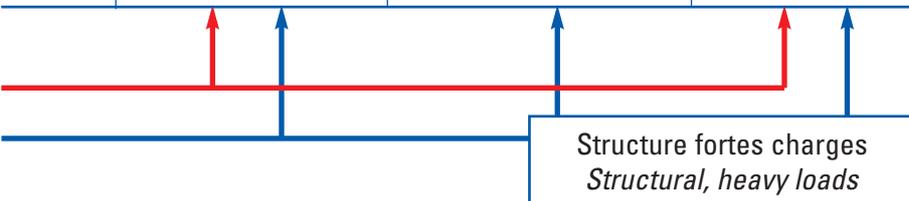
Paramètres Parameters		Conception des corps de bielles			
		Métalliques Metallic			
		Standard Standard	Standard avec insert Standard with insert	Optimale Optimal	
Capacité de charge Load capacity	Traction Tension	••	•	••••	
	Compression Compression	••	••	••••	
	Encastrement Cantilever load	••	•	•••	
	Fatigue Fatigue	•••	•	••••	
	Vibration Vibration	•••	•	••••	
Masse Weight		••	•	•••	
Encombrement Overall dimensions		•••	•	••••	
Réglage Adjustment	Capacité Capacity	•••	•••	•••	
	Précision Precision	••• (1)	••• (1)	••• (1)	
Température Temperature		••••	•••	•••	
Environnement Environment		•••	•	•••	
Antiballes Proof bullet					
Signature radar Radar echo					

- : Excellent *Excellent*
- : Bon *Good*
- : Moyen *Medium*
- : Faible *Poor*

- (1) dépend du type de freinage (voir section F)  
(1) depending on locking devices (see section F)
- (2) perçage sur mesure  
(2) drilling on demand



Design of rod body				Paramètres Parameters	
		Composites <i>Composites</i>			
	Intégrales <i>Integral</i>	Avec insert <i>With insert</i>	Intégrales <i>Integral</i>		
	•••••	••••	•••••	Capacité de charge <i>Load capacity</i>	Traction <i>Tension</i>
	•••••	••••	•••••		Compression <i>Compression</i>
	•••••	•••••	•••••		Encastrement <i>Cantilever load</i>
	•••••	•••••	••••••		Fatigue <i>Fatigue</i>
	•••••	•••••	•••••		Vibration <i>Vibration</i>
	••••	•••••	•••••	Masse <i>Weight</i>	
	•••••	••••	••••	Encombrement <i>Overall dimensions</i>	
	•	•••••	•••••	Réglage <i>Adjustment</i>	Capacité <i>Capacity</i>
	••••• (2)	••••• (2)	••••• (2)		Précision <i>Precision</i>
	••••	••	••	Température <i>Temperature</i>	
	•••••	•••••	•••••	Environnement <i>Environment</i>	
		••••	••••	Antiballes <i>Proof bullet</i>	
		•••••	•••••	Signature radar <i>Radar echo</i>	



- : Excellent *Excellent*
- : Bon *Good*
- : Moyen *Medium*
- : Faible *Poor*

(1) dépend du type de freinage (voir section F)  
 (1) depending on locking devices (see section F)  
 (2) perçage sur mesure  
 (2) drilling on demand

### III- PROTECTIONS

#### III-1 Protection des corps de bielles métalliques

Les corps de bielles métalliques doivent être protégés en fonction de leur nature et de leur exposition (environnement, critère esthétique...).

Le tableau ci-dessous reprend les principales gammes de protection couramment utilisées.

Les bielles sont généralement peintes sur les surfaces extérieures. Pour des applications particulières, SARMA a mis au point la peinture intérieure du tube.

### III- PROTECTION

#### III-1 Protection of metal rod bodies

Metal rod bodies must be protected according to their material and exposition (environment, aesthetic requirements...).

The table below gives the primary ranges of currently used protective treatment.

The rods are usually painted on the external surface. SARMA has perfected the internal painting of the tube for special applications.

Matériaux Materials	Traitement de surface Surface treatment		Zones "carburant" "fuel" areas	Autres zones internes Other internal areas	Zones critiques en corrosion Critical corrosion areas	Critères esthétiques Aesthetic criteria	Remarques Remarks	
			N° gammes de peinture N° of paint ranges					
Aluminium Aluminium	Conversion chimique (chromatisation) Chemical conversion (chromatisation)		①	① ou or ⑥	② - ③ - ④ ou or ⑥		(1)	
	Oxydation anodique Anode oxidation	Avec colmatage With sealing	Sans peinture Unpainted					Déconseillé pour application en fatigue (2)
		Sans colmatage Without sealing	①	① ou or ⑤	② - ③ - ④ ou or ⑥			
Acier / Steel	Cadmilage Cadmium plating Phosphatation Phosphatation		①	① ou or ⑤	② - ③ - ④ ou or ⑥		(1)	
Acier inox Stainless steel	Passivation Passivation		Sans peinture / Unpainted			② - ③ - ④ ou or ⑥	(1)	
Titane Titanium	Oxydation anodique Anode oxidation	Avec colmatage With sealing	Sans peinture / Unpainted					(2)
		Sans colmatage Without sealing	①	① ou or ⑥	② - ③ - ④ ou or ⑥			

(1) Traitement de surface conducteur  
(1) Conductive surface treatment

(2) Traitement de surface non conducteur  
(2) Non conductive surface treatment

#### Gammes de peinture Painting operations

Primaire Primary	Finition Finish	N° de gammes Operations n°
Epoxy Epoxy	Sans / Without	①
	Epoxy bi-composant Epoxy bi-component	②
	Polyuréthane bi-composant Polyurethane bi-component	③
	Acrilique monovinyl Monovinyl acrylic	④
Polyuréthane Polyurethane	Sans / Without	⑤
	Polyuréthane bi-composant Polyurethane bi-component	⑥

#### III-2 Protection des bielles composites :

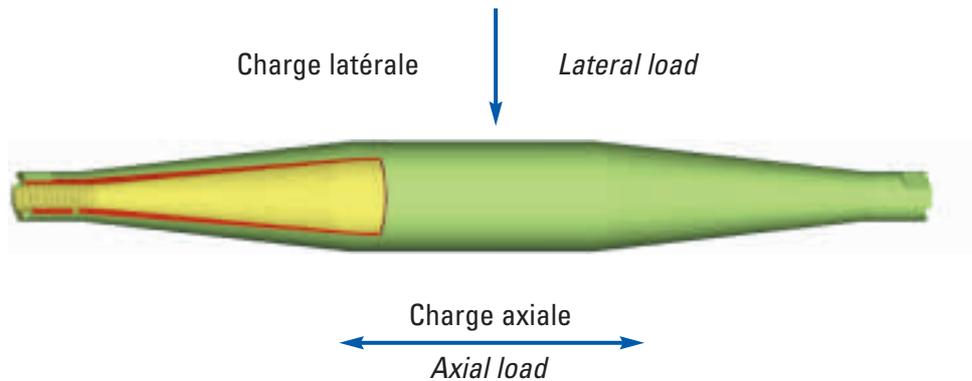
Les bielles composites ne nécessitent pas une protection particulière. Néanmoins, elles sont généralement peintes selon spécification client.

#### III-2 Protection of composite rods :

Composite rods require no special protection. They are, however, usually painted according to the customer's specification.

## IV- SOLLICITATIONS MÉCANIQUES

Les bielles sont conçues pour être soumises à des efforts axiaux en compression et en traction, ainsi qu'à des efforts latéraux ou à une combinaison de ces efforts.



## IV- MECHANICAL LOADS

The rods are designed for subjection to support compression and tension axial loads, as well as lateral ones or a combination of all these loads.

La résistance d'une bielle est définie par la résistance de l'élément le plus faible de l'assemblage. Les paragraphes ci-après traitent de la tenue des corps de bielles. Pour la tenue des embouts et des chapes se reporter aux Fascicules E et F de notre catalogue.

### IV-1 Traction : La tenue d'un corps de bielle est déterminée de la façon suivante :

- Symboles

$F_{tr}$  = charge de rupture

$F_{te}$  = charge à la limite élastique

$F_{tu}$  = charge ultime avion

$F_{tl}$  = charge limite avion

$\sigma_r$  = contrainte de rupture du matériau

$\sigma_e$  = limite élastique du matériau

$K_1$  = coefficient de sécurité

$S_c$  = section la plus faible du corps de bielle.

Pour les bielles STANDARD la section la plus faible se situe généralement au droit du filetage.

Par contre, pour les bielles OPTIMALES, elle se situe presque toujours dans la partie courante du tube.

- Charge de rupture :  $F_{tr} = k_1 \sigma_r S_c$

- Charge à la limite élastique :  $F_{te} = k_1 \sigma_e S_c$

Les bielles sont calculées à la charge ultime avion telle que  $F_{tr} \geq F_{tu}$  et  $F_{te} \geq F_{tl}$ .

A noter que :

- la charge limite avion  $F_{tl} = \frac{F_{tu}}{1,5}$

- dans le cas des bielles composites, la rupture du matériau est sans limite élastique. Il en est tenu compte dans la définition des bielles.

The resistance of a rod is measured by the weakest element of the assembly. The following paragraphs deal with the resistance of rod bodies. For the resistance of rod ends and fork ends see Sections E and F of our catalogue.

### IV-1 Traction : The resistance of a rod body is measured as follows :

- Symbols

$F_{tr}$  = failure load

$F_{te}$  = elastic limit load

$F_{tu}$  = aircraft ultimate load

$F_{tl}$  = aircraft limit load

$\sigma_r$  = allowable tensile stress

$\sigma_e$  = allowable tensile yield stress

$K_1$  = safety factor

$S_c$  = weakest section of the rod body.

The weakest section of STANDARD rod bodies is usually at the right of the thread. For OPTIMAL rods, however, this is nearly always situated in the cylindrical part of the tube.

- Failure load :  $F_{tr} = k_1 \sigma_r S_c$

- Elastic limit load :  $F_{te} = k_1 \sigma_e S_c$

The rods are calculated regarding the aircraft ultimate load so that  $F_{tr} \geq F_{tu}$  and  $F_{te} \geq F_{tl}$ .

It should be noted that :

- the aircraft limit load  $F_{tl} = \frac{F_{tu}}{1,5}$

- for composite rods, the material breaking has no elastic limit. This has been taken into account in the rod definition.

## IV-2 Compression :

De part leur configuration, les bielles périssent généralement en flambage.

Le comportement en flambage fait l'objet de nombreux modèles mathématiques et expérimentaux symbolisé par les courbes de flambage de la page suivante. Une bielle peut être comparée à une poutre cylindrique.

La tenue d'une bielle suit en première approximation une loi du type :

$$F_c = K \cdot (E_c I_c / L^2)$$

Avec  $K = f(E_c I_c / E_e I_e, L / L_T)$

### Symboles

$F_c$  = charge de flambage

$E_c$  = module de Young du tube

$I_c$  = moment quadratique du tube

$E_e$  = module de Young des extrémités

$I_e$  = moment quadratique du filetage des extrémités

$L$  = longueur de l'entre-axes bielle

$L_T$  = longueur du tube

- L'influence du rapport K des raideurs inertielles entre le corps et les embouts peut devenir prédominante dans le cas des bielles faiblement élancées.

Ce facteur devient souvent critique dans le cas des corps de bielle en acier, car le rapport des inerties n'est plus compensé par les écarts de rigidité de l'embout et du corps.

- L'apparition des matériaux composites présentant généralement un module 30% supérieur à celui de l'aluminium pour une densité 40 % inférieure, constitue au vue du comportement en flambage un matériau idéal.

Avec son expérience, ses modélisations, SARMA définit, en fonction des applications, des dimensionnements optimums.

## IV-2 Compression :

*By their configuration, the rods usually fail by buckling.*

*Buckling behaviour is the subject of a number of mathematical and experimental models symbolised by the buckling curves on the next page. A rod may be compared to a cylindrical beam.*

*The resistance of a rod follows on initial approximation a rule of the type :*

$$F_c = K \cdot (E_c I_c / L^2)$$

*With  $K = f(E_c I_c / E_e I_e, L / L_T)$*

### Symbols

$F_c$  = buckling load

$E_c$  = Young modulus of rod body

$I_c$  = moment of inertia of rod body

$E_e$  = Young modulus of rod ends

$I_e$  = moment of inertia of rod end thread

$L$  = centre to centre of rod assembly

$L_T$  = rod body length

- *The influence of the K ratio of the inertia stiffness between the body and rod ends may predominate in the case of low slenderness rods.*

*This is often a critical factor in the case of steel rod bodies, since the inertia ratio is no longer compensated by the rigidity deviations of the rod end and the body.*

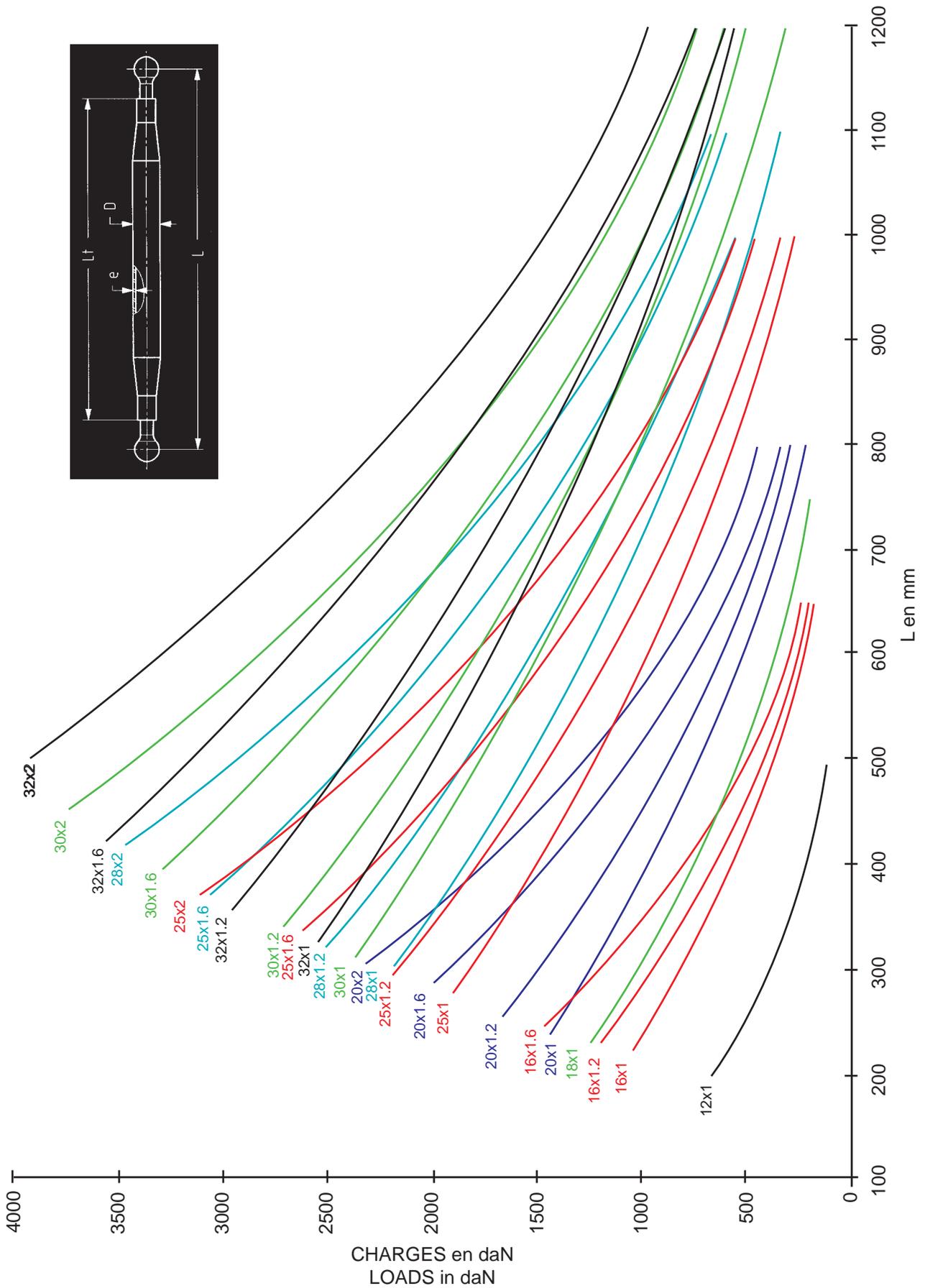
- *The appearance of composite materials usually presenting a modulus 30% higher than that of aluminium for a 40% lower density, is an ideal material in view of its behaviour under buckling.*

*With its experience and modelisations, SARMA defines optimum sizing according to applications.*



**COURBES DE FLAMBAGE**  
Pour bielles en alliage d'aluminium

**BUCKLING CURVES**  
For aluminium alloy rods



### IV-3 Fatigue :

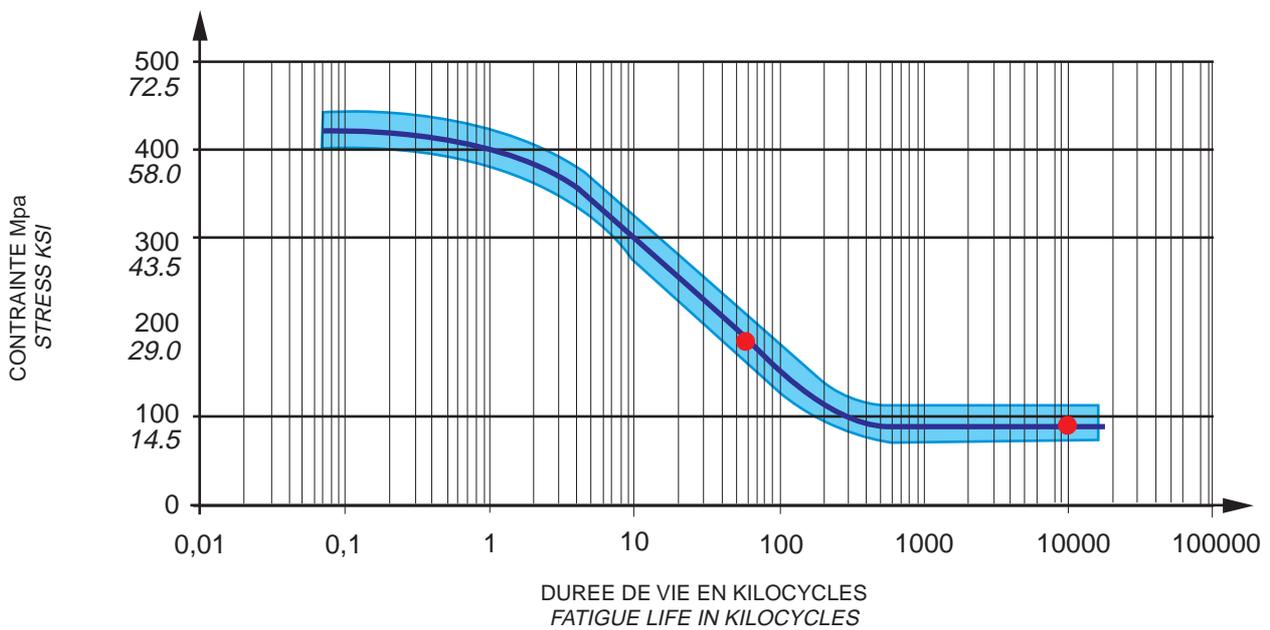
Dans le cas essentiellement des bielles métalliques, des sollicitations dynamiques de plus faible amplitude peuvent être "dimensionnantes". Les corps de bielle en matériaux composites présentent généralement d'excellentes caractéristiques en fatigue.

La courbe suivante donne, pour un niveau de contrainte donné, le nombre de cycles à rupture pour les bielles en alliages d'aluminium.

### IV-3 Fatigue :

Essentially in the case of metal rods, dynamic stresses of lesser amplitude can be "dimensioning". Composite material rod bodies usually present excellent characteristics under fatigue.

The following curve shows the number of breaking cycles for a given stress (S/N) for rods in aluminium alloy.



- Courbe moyenne  
Average curve
- Bielle SARMA selon EN2290  
SARMA rod according to EN2290
- Zone de variation de durée de vie en fonction de la technologie et la forme de la pièce  
Zone of average life curve depending on technology and shape

## V- SOLLICITATIONS ENVIRONNEMENTALES

### V-1 Vibrations :

Quelques soient leur localisation dans l'avion, les bielles sont soumises à des vibrations d'origines diverses. Pour minimiser la réponse dynamique des bielles, il convient d'éviter les dimensionnements dont le mode propre est situé dans les zones de densité vibratoire maximale.

De façon générale, les surtensions générées au niveau des bielles, même en cas de résonance, restent inférieures aux valeurs admissibles.

### V-2 Corrosion - humidité :

Pour les bielles métalliques, la tenue à la corrosion est obtenue par une protection spécifique (voir paragraphe III-1).

Dans le cas d'exposition dans des milieux humides, et pour éviter les risques de condensation, d'éclatement par le gel, SARMA propose des solutions originales.

Les bielles composites ne sont pas sensibles à la corrosion. La peinture, sauf exigences esthétiques, n'a pour fonction que de révéler d'éventuels chocs. L'effet du vieillissement humide des matériaux composites doit être pris en compte ; SARMA effectue de nombreux essais dans ce domaine.



Enceinte de vieillissement humide  
Humidity ageing enclosure

### V- 3 Température :

Les températures maximale et minimale d'utilisation sont celles des matériaux constitutifs.

## V- ENVIRONMENTAL CONDITIONS

### V-1 Vibrations :

*Whatever their localisation in the aircraft, the rods are subject to vibrations from different sources. In order to minimise the dynamic response of the rods, it is advisable to avoid dimensioning the natural mode of which is located in maximum vibrational density areas.*

*Generally speaking, the overstresses generated on the rods, even in the case of resonance, remain below the admissible values.*

### V-2 Corrosion - humidity :

*For metallic rods, the resistance to corrosion is obtained by specific protection (see paragraph III-1).*

*In the case of exposure to humid surroundings and to avoid the risks of condensation, breaking under icing cold, SARMA has original solutions to offer.*

*Composite rods are not sensitive to corrosion. The function of the paint, except for aesthetic requirements, is simply to reveal possible impacts. The effect of ageing of composite materials through humidity must be taken into account; SARMA carries out numerous tests in this field.*

### V- 3 Temperature :

*The minimum and maximum operational temperatures are those of the constituent materials.*

## VI SYSTÈMES DE FREINAGE

Il existe de nombreux systèmes de freinage. Nous reportons ci-après les systèmes les plus communément utilisés et dont les éléments sont définis dans le fascicule F :

- Pour bielles réglables :
  - contre-écrous
  - frein d'écrou ou frein tôle
  - frein demi-tour
  - frein micrométrique
- Pour bielles fixes :
  - frein cuvette
  - système ES
  - système EFC

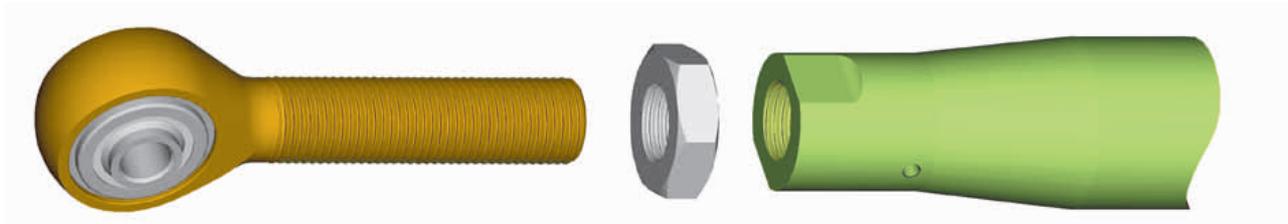
### VI-1 Terminologie :

Un système de freinage est dit de classe 1, c'est-à-dire POSITIF quand pour se desserrer, ce système doit casser une des pièces en présence. Un couple de serrage n'est pas un système de freinage positif.

### VI-2 Pour bielles réglables :

#### VI-2-1 Freinage par contre-écrou :

Ce système est le plus simple. Il permet seulement de rendre l'ensemble rigide en s'appuyant sur le principe de l'écrou contre écrou.



Ce système est non positif et pour être efficace, sa mise en œuvre doit être effectuée avec soin.

Le couple de serrage doit être adapté :

- au diamètre de filetage
- aux matériaux en présence
- au type de lubrifiant utilisé

Il peut être amélioré par l'utilisation d'écrous avec bague auto-freinante incorporée ou par l'utilisation d'écrous percés et de fil frein.

## VI LOCKING DEVICES

There are a number of locking devices. We give below the most commonly used systems, the elements of which are defined in Section F:

- For adjustable rods :
  - check nuts
  - locking nut or tab washers
  - half-turn lock
  - micrometric washers
- For fixed rods :
  - cup washers
  - ES system
  - EFC system

### VI-1 Terminology :

A locking device is said to be of class 1, that is to say POSITIVE, when, to unlock, the system has to break one of the parts involved. A tightening torque is not a positive locking system.

### VI-2 For adjustable rods :

#### VI-2-1 Locking by check-nut :

This is the simplest system. It only allows the assembly to be made rigid by relying on the nut-check nut principle.

This system is non positive and to be effective it must be carried out with care.

The torque must be adapted :

- to the thread diameter
- to the materials involved
- to the type of lubricant used

It can be improved by the use of nuts with a self locking ring or hexagonal nuts with locking wire holes.

## VI-2-2 Freinage par freins d'écrou ou freins tôle:

La fonction principale de ces freins est le freinage des écrous par pliage de languettes appropriées sur l'écrou. De mise en œuvre simple, permettant toutes les orientations possibles de l'embout, ce système de freinage ne peut être considéré comme un système de classe 1 ou système positif.



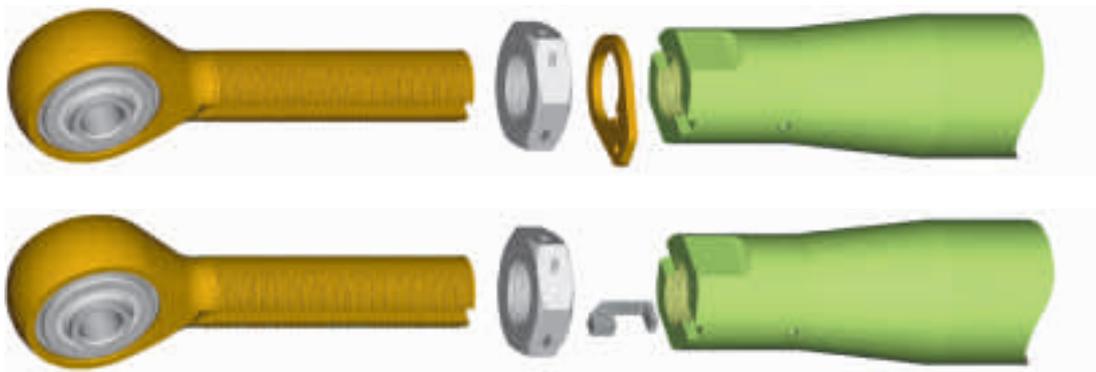
Cependant dans le cas où les conditions de réglage le permettent, l'emploi de ce type de freinage avec deux embouts droits ou deux embouts gauches est souvent suffisant. Dans ce type de configuration, il n'est pas nécessaire, sauf pour de rares exceptions, d'avoir recours à un système de classe 1. De part sa nature, il devra être remplacé à chaque démontage.

Des fonctions annexes peuvent être attribuées à ces freins tôles telles que point d'attache pour tresse de métallisation.

Un de ces systèmes a été mis au point par SARMA, il y a de nombreuses années, sous la référence : **03G**.

Il en existe aujourd'hui de nombreuses variantes. Voir Fascicule F.

VI-2-3 Freins d'embouts demi-tour (type 2194, 2196, NAS 513, MS 14128, SAE-AS 81935/3, NAS 559) :



Ce type de freinage positif ne permet qu'une seule orientation des extrémités.

S'ils sont utilisés aux 2 extrémités d'une bielle dont les filetages sont à droite et à gauche, la précision de réglage est égale au demi pas du filetage.

## VI-2-2 Locking with tab washers :

*The main function of these locks is to block the nuts by bending the tabs on the nut. This system, simple to operate, allowing the rod end to be turned in any direction, cannot be regarded as a class 1 or positive system.*

*Where adjustment conditions allow, however, the use of this type of lock, with two right or two left rod ends, is often sufficient. In this type of configuration it is not necessary, with rare exceptions, to have recourse to a class 1 system. Of its nature it should be replaced after each disassembly.*

*These tab washers may have auxiliary functions such as seating for bonding jumper.*

*One of these systems was developed by SARMA many years ago under the reference : **03G**.*

*Today there are numerous variants. See Section F.*

*VI-2-3 Half- turn rod end locks (type 2194, 2196, NAS 513, MS 14128, SAE-AS 81935/3, NAS 559) :*

*This type of positive locking allows only a single orientation of the ends.*

*If they are used at both ends of a rod having left and right threads the adjustment precision is a half thread pitch.*

## VI-2-4 Freins micrométriques type NAS 1193 et 2193

Les 2 parties sont conçues pour être assemblées par contact des stries radiales qui les immobilisent en rotation l'une par rapport à l'autre.

Montés aux 2 extrémités d'une bielle, avec un filetage à droite et un filetage à gauche, le réglage d'entre-axes de la bielle peut se faire, bielle montée sur avion, par simple rotation du tube de bielle. Le réglage obtenu est très précis, puisqu'il de l'ordre de 1/60 du pas du filetage.

Ce type de freinage est positif.



## VI-2-4 Micrometric washers type NAS 1193 and 2193

*The 2 parts are designed to be assembled by contact of the radial serrations, which immobilize them in rotation in relation to each other.*

*Installed at both ends of a rod, with a left and a right turn thread, the rod centre-to-centre distance adjustment can be carried out, with the rod installed on the aircraft, by simple rotation of the rod tube. The result is an adjustment precision of about 1/60 of the thread pitch.*

*This type of locking is positive.*

## VI-3 Systèmes fixes

Tous les freinages ci-dessous sont de classe 1.

### VI-3-1 Frein cuvette

Ainsi dénommé à cause de la forme du frein, en cuvette.

Ce système monté exclusivement en nos ateliers, nécessite un processus rigoureux afin de respecter :

- l'entre-axes de la bielle
- l'orientation des embouts
- le couple de serrage préconisé.

Il utilise des embouts spéciaux, qui sont définis avec une face d'appui pour permettre le serrage contre la face du tube.

Le freinage est réalisé grâce à 2 languettes engagées dans les 2 rainures usinées dans la collerette de l'embout. Après serrage au couple, la cuvette du frein est déformée pour réaliser l'arrêt en rotation par rapport au tube.



## VI-3 Fixed systems

*All the locking systems below are class 1.*

### VI-3-1 Cup lock

*So called because of the shape of the washer, which looks like a cup.*

*This system, installed exclusively in our workshops, requires a rigorous process in order to respect :*

- the rod centre-to-centre distance.*
- the orientation of the rod ends.*
- the recommended torque.*

*It uses special rod ends, which have a mating surface allowing it to be locked on the tube face.*

*The system is locked by 2 tabs in the 2 machined slots in the rod end. After torque tightening, the cup of the lock is distorted to stop the rotation of the tube.*

### VI-3-2 Système ES

Contrairement aux freins cuvettes, ce système présente l'intérêt d'utiliser des embouts standards sur lesquels est réalisé un moletage droit.

Le tube est serti sur ce moletage, ce qui permet de garantir un couple de non déblocage.

Le filetage, comme pour les systèmes réglables, assure la transmission des efforts en traction et compression.

### VI-3-2 ES System

*Contrary to the cup washers, this system shows the interest of using standard rod ends which knurling have been machined on.*

*The tube is swaged on the knurling area, which guarantees a non break out torque.*

*The thread, as in all adjustable systems, transmits the tension and compression loads.*

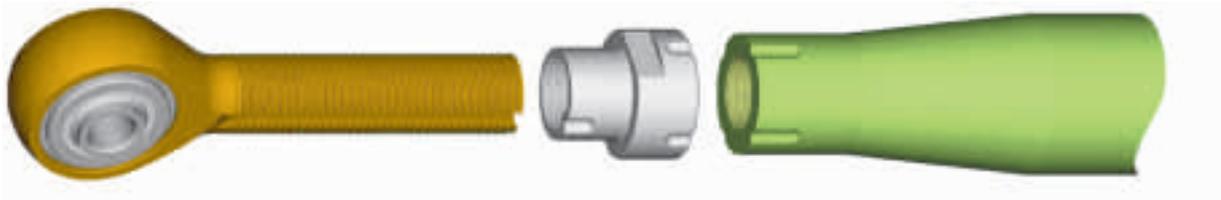


### VI-3-3 Système EFC

Ce système regroupe les avantages du système ES et du frein cuvette mais est utilisé dans le cas de fortes sollicitations en fatigue et en vibration.

### VI-3-3 EFC System

*This system has the advantages of both the ES and cup lock systems but is used in cases of heavy fatigue and vibration conditions.*



## VII - QUALIFICATION

### VII -1 Bielles métalliques

La validation de la conception est effectuée sur la base des essais mécaniques suivants :

- Essais de rupture en traction et en compression, chargement parfois combiné avec des efforts latéraux
- Essais de fatigue
- Essais de vibration.

### VII-2 Bielles composites

Les bielles composites sont qualifiées conformément à des spécifications techniques client. Un dossier de qualification comprend généralement des essais aux températures critiques, à l'endommagement, au vieillissement humide, à la fatigue, aux contaminants. Selon l'application, d'autres évaluations peuvent être demandées telles que des essais aux tirs balistiques, aux vibrations, à la foudre.

## VIII- SUIVI QUALITÉ EN FABRICATION

### VIII-1 Bielles métalliques

Les corps de bielles métalliques sont lotis. Le suivi Qualité en fabrication des bielles SARMA s'appuie sur les principaux contrôles suivants :

- Contrôle dimensionnel à 100 %
- Contrôle visuel à 100 %
- Contrôle dureté à 100 %
- Contrôle conductivité à 100 % (bielles en alliage d'aluminium seulement)
- Contrôle criques par ressuage ou par contrôle magnétique, à 100 %
- Essais statiques destructifs (1% ou 1 bielle par lot artificiel).

### VIII-2 Bielles composites

Les bielles SARMA sont individualisées. Il est possible, à partir du numéro de série, de connaître les lots matière constituant chaque bielle et le suivi individuel de fabrication.

Les bielles composites SARMA sont contrôlées à 100 % aux Ultra-Sons afin de détecter des défauts internes éventuels tels que :

- délaminage
- porosité
- etc...

Des essais de "charge d'épreuve" en traction et/ou compression sont effectués à 100 % sur ces bielles.

## VII - QUALIFICATION

### VII -1 Metallic rods

*Validation of the design is effected on the basis of the following mechanical tests :*

- *Tension and compression tests loading sometimes combined with lateral loads.*
- *Fatigue tests*
- *Vibration tests.*

### VII-2 Composite rods

*Composite rods are qualified according to the technical specifications of the customer. A qualification file usually includes critical temperature, damage tolerances, humidity ageing, fatigue and contaminant tests. Depending on the application other evaluations may be required, such as ballistic firing, vibration and lightning tests.*

## VIII- QUALITY ASSURANCE PROVISION

### VIII-1 Metallic rods

*Metallic rod bodies are divided into batches. The Quality follow-up main inspection :*

- *100 % dimensional inspection*
- *100 % visual inspection*
- *100 % hardness check*
- *100 % conductivity inspection (aluminium rods only)*
- *100 % check for cracks by fluorescent penetrant or magnetic inspection (FPI or MPI)*
- *Destructive static tests (1% or 1 rod per artificial batch).*

### VIII-2 Composite rods

*SARMA rods are serialised. It is possible to know from a serial number, the batches of the material making up each rod and the individual manufacturing follow up.*

*SARMA composite rods are 100% Ultra Sonic inspected in order to detect possible internal defects such as :*

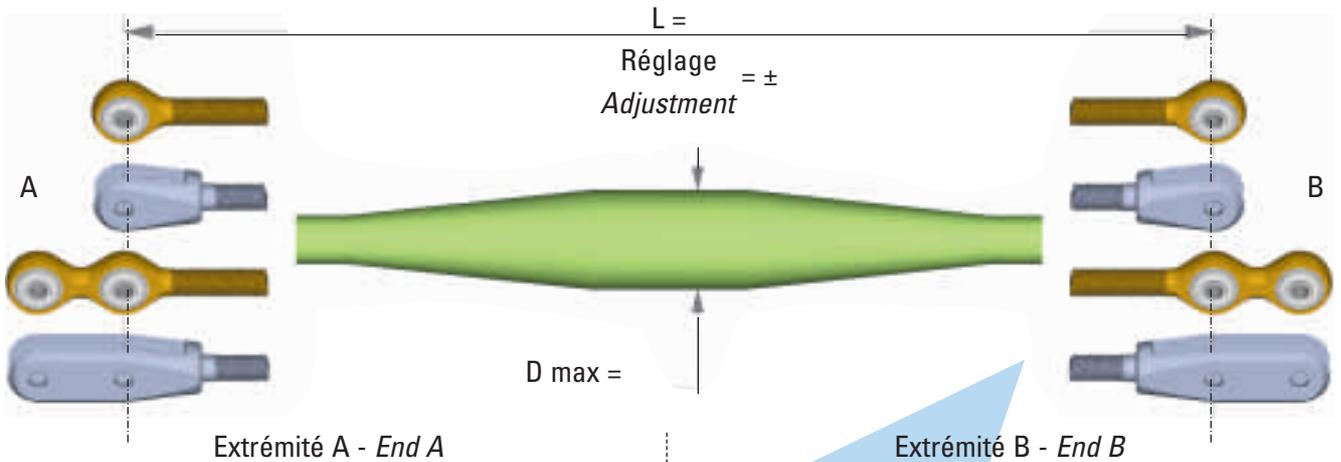
- *delamination*
- *porosity*
- *etc...*

*100% tension and/or compression "proof load" tests are carried out on the rods.*

# CAHIER D'EXPRESSION DES BESOINS / DESIGN DATA WORK SHEET

Client : ..... Nom : ..... Téléphone : .....  
 Customer: ..... Name: ..... Fax: .....

Programme: ..... Appareil : ..... Quantité par appareil .....  
 Aircraft: ..... Quantity per aircraft: .....



Référence de base ..... Alésage : ..... Référence de base ..... Alésage : .....  
 Basic part number: ..... Bore diameter ..... Basic part number: ..... Bore diameter .....

Fixe - Fixed		Réglable - Adjustable		Fixe - Fixed		Réglable - Adjustable	
E.S. ....	<input type="checkbox"/>	Contre-écrou ..... Check nut	<input type="checkbox"/>	E.S. ....	<input type="checkbox"/>	Contre-écrou ..... Check nut	<input type="checkbox"/>
Frein cuvette ..... Cup washer	<input type="checkbox"/>	Frein d'écrou ..... Tab washer	<input type="checkbox"/>	Frein cuvette ..... Cup washer	<input type="checkbox"/>	Frein d'écrou ..... Tab washer	<input type="checkbox"/>
E.F.C. ....	<input type="checkbox"/>	Frein 1/2 tour ..... Half turn lock	<input type="checkbox"/>	E.F.C. ....	<input type="checkbox"/>	Frein 1/2 tour ..... Half turn lock	<input type="checkbox"/>
		Frein micrométrique ..... Micrometric washer	<input type="checkbox"/>			Frein micrométrique ..... Micrometric washer	<input type="checkbox"/>

## CHARGES ULTIMES AVION AIRCRAFT ULTIMATE LOAD

Traction ..... Compression ..... Latérale ..... Fatigue .....  
 Tension: ..... Buckling: ..... Lateral: ..... Cycle Nbr: .....

## APPLICATION

Commande de vol - Flight control ..... .....	<input type="checkbox"/>	Structure - Struts ..... .....	<input type="checkbox"/>
Système de porte - Door system ..... .....	<input type="checkbox"/>	Support équipement - forte charge ..... Equipment support - heavy load	<input type="checkbox"/>
Système de trappe - Undercarriage door system ..... .....	<input type="checkbox"/>	Aménagement intérieur - Cabin equipment ..... .....	<input type="checkbox"/>
Commande de puissance - Power control ..... .....	<input type="checkbox"/>		

## Environnement

## Exigences particulières Specific requirements

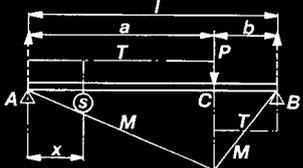
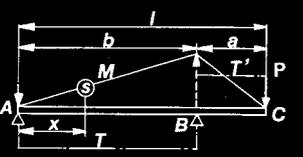
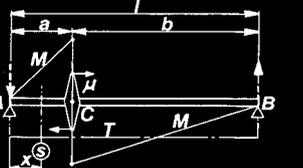
Temperature : .....  
 Contaminants : .....  
 Autres - Other ones : .....  
 Protection : .....

# RESISTANCE DES MATERIAUX FIRST PRINCIPLES OF STRENGTHS OF MATERIAL

## MOMENT D'INERTIE MOMENTS OF INERTIA

SECTIONS SECTIONS	TORSION TORSION		FLEXION BENDING	
	$I_0$	$v$	$I_{x'x}$	$v$
	$\approx 0,1 (D^4 - d^4)$	$\frac{D}{2}$	$\approx 0,05 (D^4 - d^4)$	$\frac{D}{2}$

## QUELQUES FORMULES USUELLES STANDARD FORMULAE

CAS DE CHARGE TYPE OF LOAD	REACTIONS REACTIONS FORCES	EFFORT TRANCHANT SHEAR STRESS	MOMENT FLECHISSANT BENDING MOMENT	DEFORMEE DEFLECTION (E I = Cte)
<p>Poutre sur deux appuis Charge concentrée en un point quelconque Beam on two supports Point load applied</p> 	$R_A = -\frac{Pb}{l}$  $R_B = -\frac{Pa}{l}$	$T = -\frac{Pb}{l}$  $T = \frac{Pa}{l}$	<p>de A à C :</p> $M = -\frac{Pb}{l}x$ <p>de C à B :</p> $M = -\frac{Pa}{l}(l-x)$  $M_{\max} = M_C = -\frac{Pab}{l}$	<p>de A à C :</p> $y = \frac{Pbx}{61EI}(l^2 - b^2 - x^2)$ <p>de C à B :</p> $y = \frac{Pa(l-x)}{61EI}(2lx - a^2 - x^2)$  $y_{\max} = \frac{Pbx^3}{31EI}$ <p>pour <math>x = x_1 = \sqrt{\frac{l^2 - B^2}{3}}</math></p>
<p>Poutre sur deux appuis Charge concentrée sur un porte-à-faux Beam on two supports Overhanging load</p> 	$R_A = \frac{Pa}{b}$  $R_B = -\frac{Pl}{b}$	$T = R_A$  $T' = -P$	<p>de A à B :</p> $M = \frac{Pa}{b}x$ <p>de B à C :</p> $M = P(l-x)$  $M_{\max}$ en B : $M_B = Pa$	<p>de A à B :</p> $y = \frac{Pax}{6bEI}(x^2 - b^2)$ <p>de B à C :</p> $y = -\frac{P}{6EI}[(x-b)^2 - a(x-b)]^2$  $y_c = \frac{Pa^2l}{3EI}$
<p>Poutre sur deux appuis Moment <math>\mu</math> appliqué entre appuis Beam on two supports Moment applied between supports</p> 	$R_A = -\frac{\mu}{l}$  $R_B = \frac{\mu}{l}$	$T' = \frac{\mu}{l} = \text{Cte}$	<p>de A à C :</p> $M = -\mu\frac{x}{l}$ <p>de C à B :</p> $M = \frac{\mu}{l}(l-x)$  $M_C = -\mu\frac{a}{l}$ si $a > b$ ou $+\mu\frac{b}{l}$ si $a < b$	<p>de A à C :</p> $y = -\frac{\mu x}{61EI}(x^2 + 3b^2 - l^2)$ <p>de C à B :</p> $y = -\frac{\mu}{61EI} \left[ \frac{x^3}{3} - 3lx^2 + (2l^2 + 3a^2)x - 3a^2l \right]$

### AVERTISSEMENT

Tous nos produits sont vendus conformément à nos conditions générales de vente.  
SARMA se réserve le droit de modifier les données de ce catalogue sans information préalable.  
Le document a été élaboré avec le plus grand soin ; cependant, la responsabilité de SARMA ne saurait être engagée en cas d'erreur ou d'omission.

### WARNING

Our products are sold subject to our general conditions of sale.  
SARMA reserves the right to amend the information given in this catalog without prior notice.  
This document has been compiled with the greatest of care ; nevertheless, SARMA cannot be held responsible for errors or omissions.