

Table des matières

I – Caractéristiques intrinsèques.....	2
1. Présentation	2
2. Dimensionnels	3
3. Masses	4
4. Raideurs & efforts	4
5. Energie	6
6. Amortissement	7
a. Amortissement intrinsèque à la lame	7
b. Amortissement par frottement dans les paliers	7
7. Fatigue / Endurance.....	7
8. Température.....	8
9. Environnement (UV, brouillard salin, etc).....	9
10. Recyclabilité.....	9
II – Analyse concurrentielle.....	10
1- Matériaux brut	10
2- Ressorts seuls	11
3- Exemple de ½ train complet.....	12
III – Cas d’usage	13

I – Caractéristiques intrinsèques

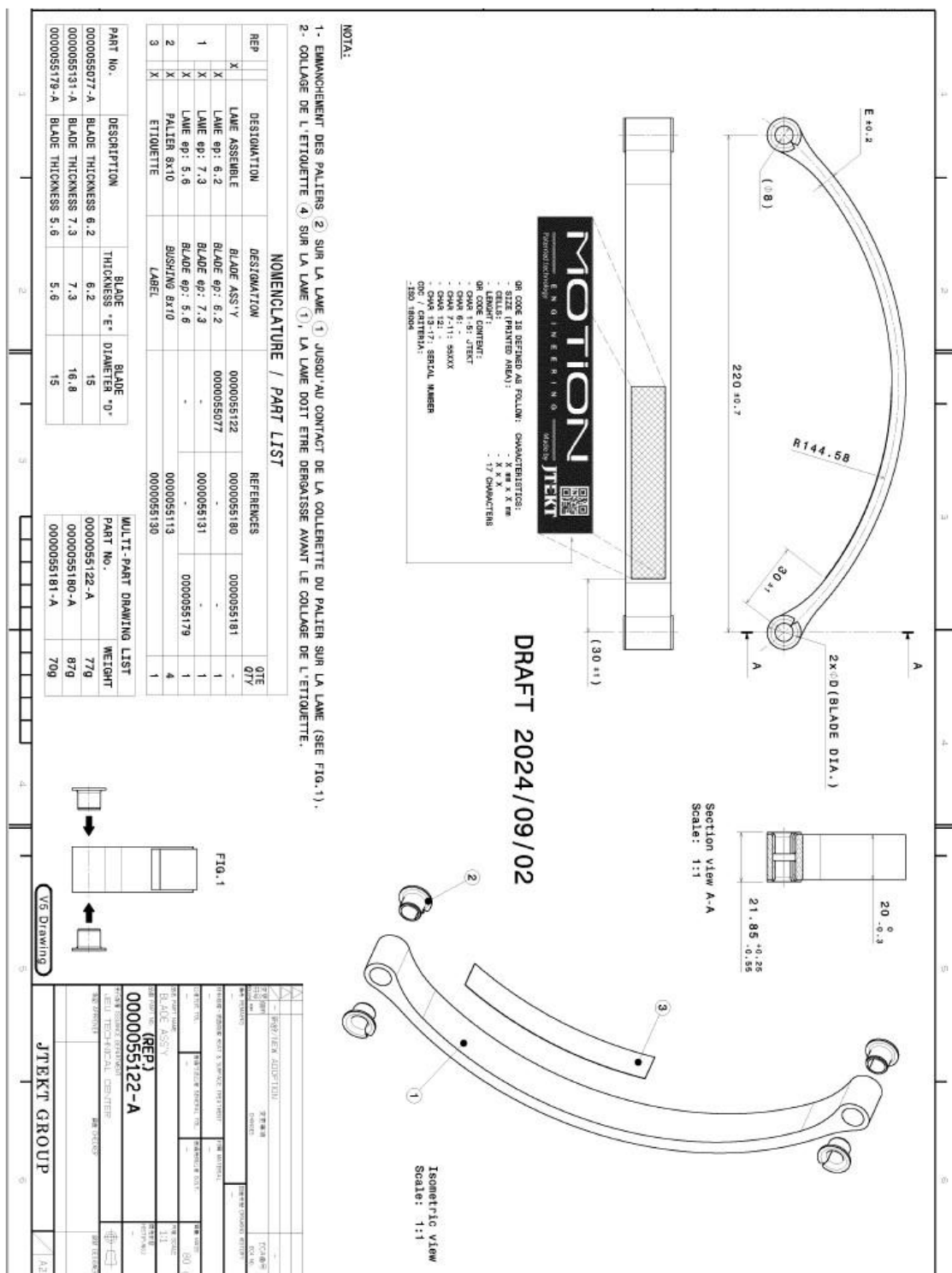
1. Présentation

Le présent document a pour but de communiquer de manière la plus exhaustive possible les caractéristiques de la lame (Blade) C3, développée par MOTION Engineering et protégée par les brevets **FR3037865 / FR3144042 / EP4291476**. Ce produit est un ressort composite fonctionnant en traction. Cette lame est déclinée en 3 raideurs différences (SOFT / MEDIUM / HARD) avec un unique entraxe de 220mm. La traction maximum de la lame est de 30mm, néanmoins, MOTION recommande de limiter la traction à 29mm afin de garantir les performances d'endurance/Fatigue indiqués dans le document au paragraphe I-7.



Fiche technique lames C3

2. Dimensionnels



Fiche technique lames C3

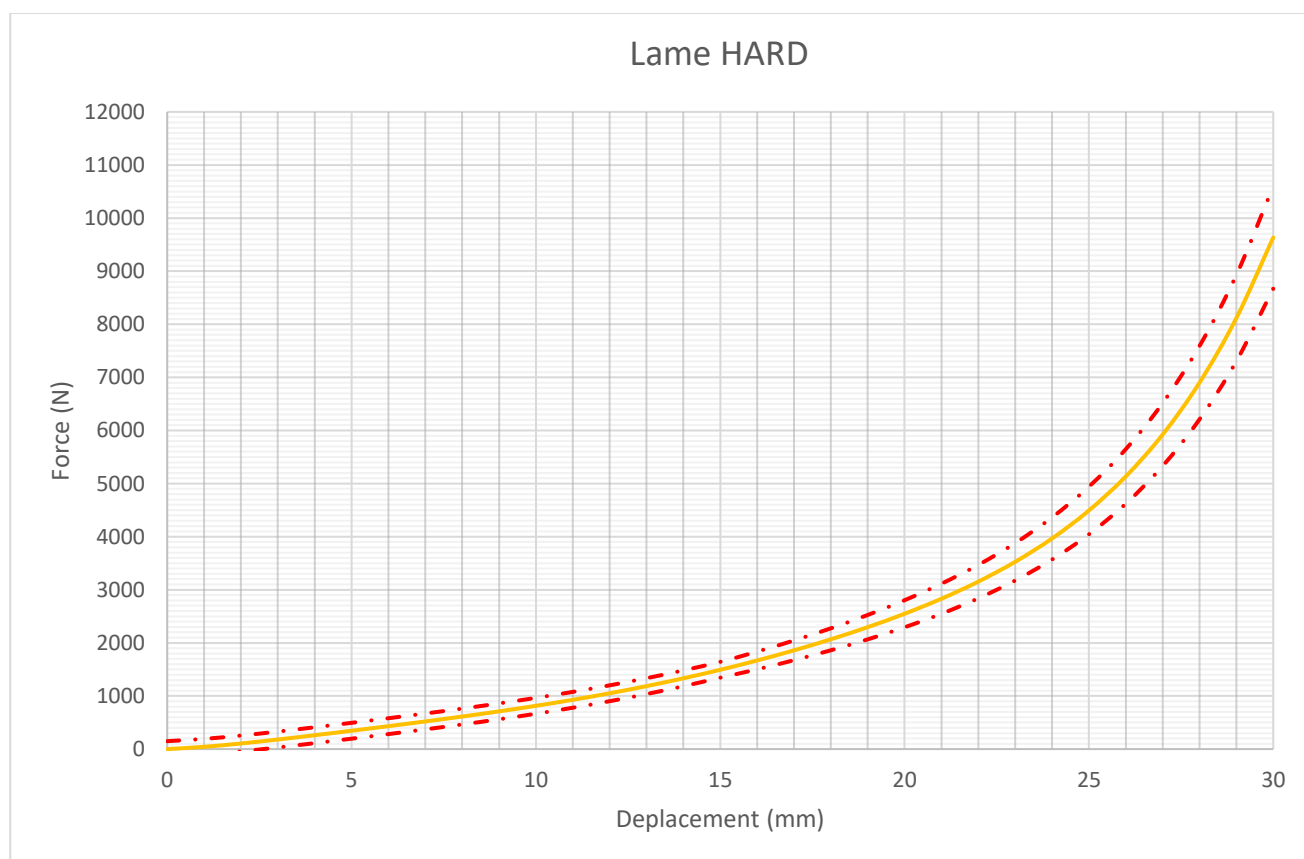
3. Masses

Lames seules			Lames avec palier métallique			Lame avec palier plastique		
SOFT	MEDIUM	HARD	SOFT	MEDIUM	HARD	SOFT	MEDIUM	HARD
60gr	67gr	77gr	70gr	77gr	87gr	62gr	69gr	79gr

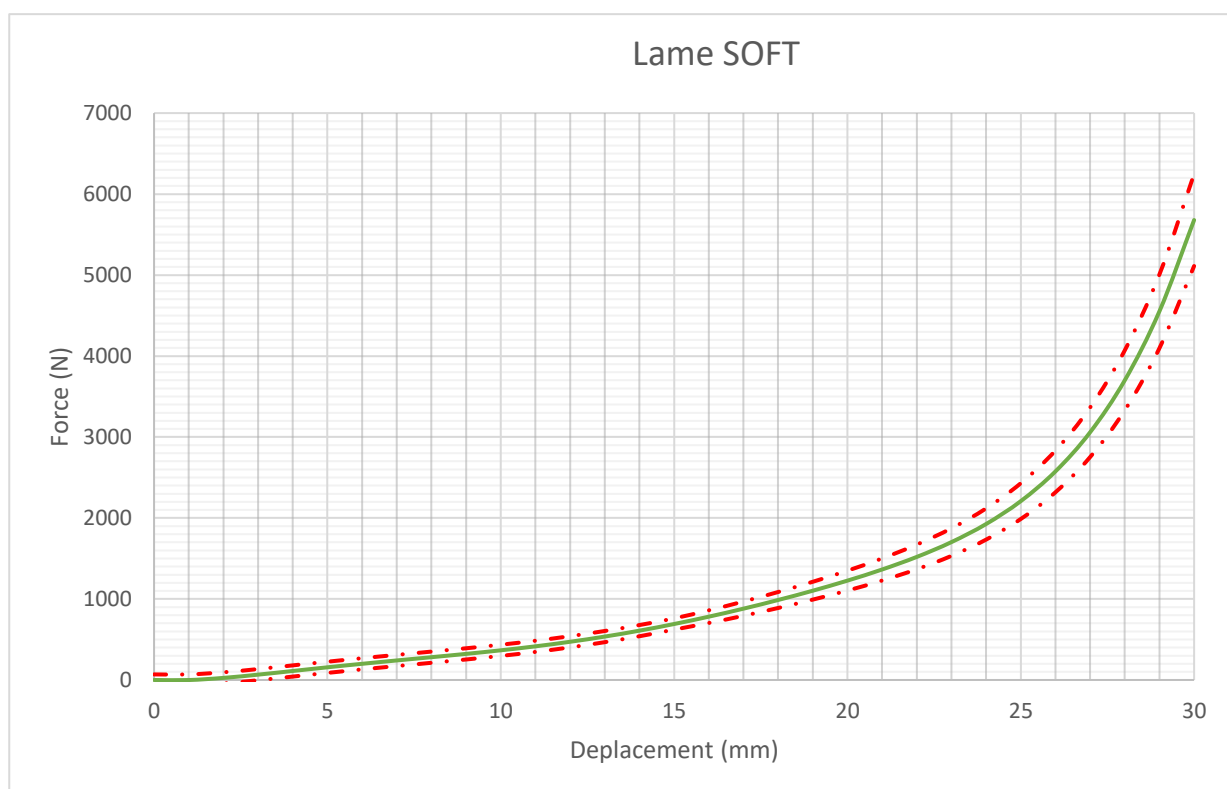
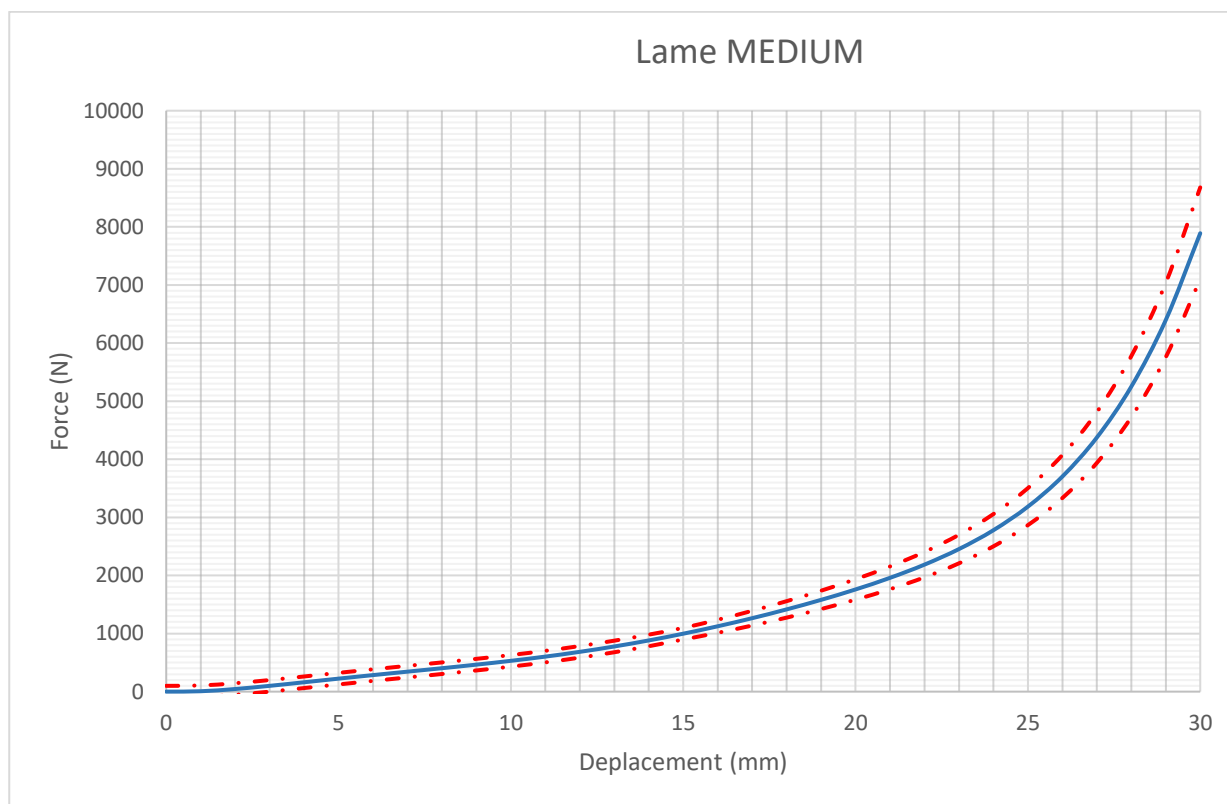
4. Raideurs & efforts

En faisant varier le paramètre d'épaisseur, MOTION propose 3 raideurs différentes de lames (Soft, Medium, Hard)

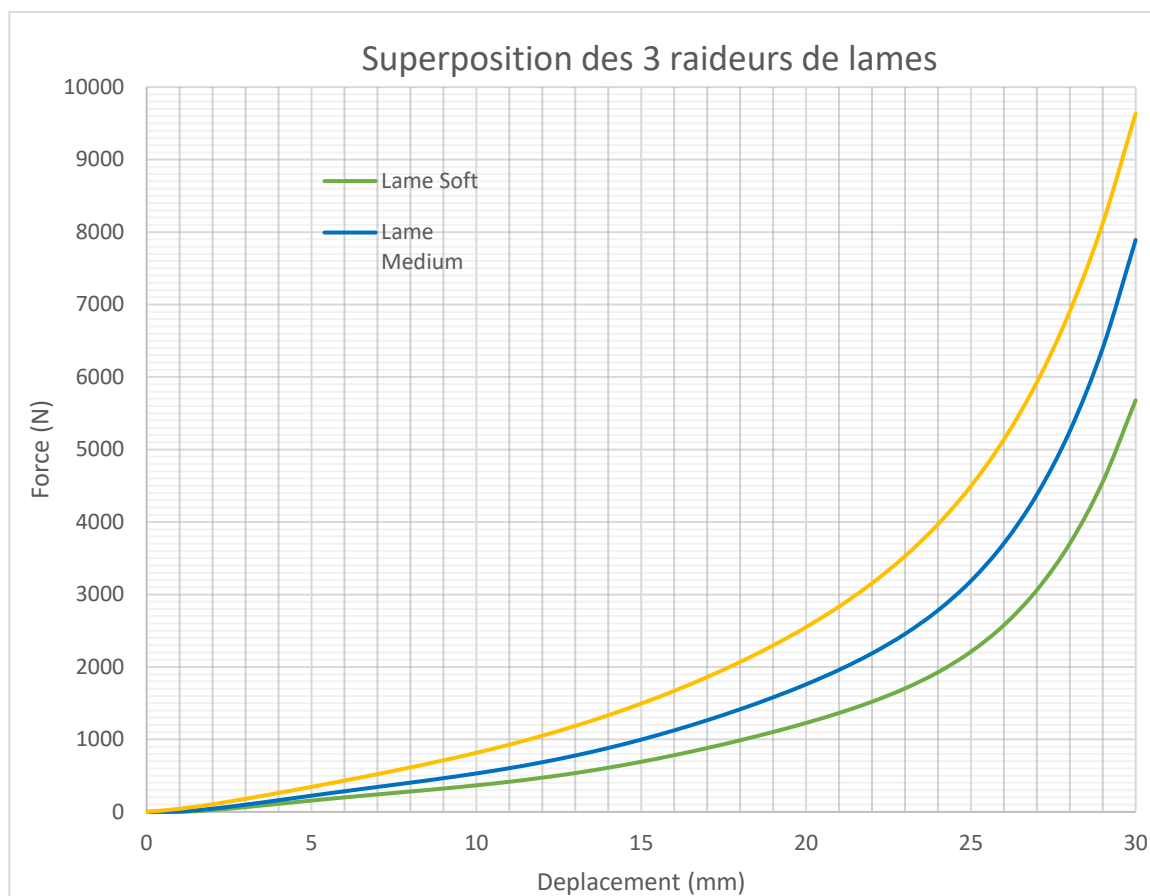
Ci-dessous les courbes de comportement statique à une température ambiante de 20°C, les pointillés rouge représentant les dispersions possibles dues au procédé de fabrication



Fiche technique lames C3



Fiche technique lames C3



5. Energie

Capacité de stockage énergétique à tirage MAX (30mm) [Joules]		
Lame SOFT	Lame MEDIUM	LAME HARD
35 J	55 J	70 J

Capacité de stockage énergétique à 29mm [Joules]		
Lame SOFT	Lame MEDIUM	LAME HARD
30 J	40 J	55 J

Fiche technique lames C3

6. Amortissement

a. Amortissement intrinsèque à la lame

Les valeurs communiquées dans ce paragraphe ne prennent pas en compte les paliers (cf paragraphe suivant)

Les lames MOTION dissipent entre 4% et 5.5% de l'énergie maximum stockable, ce qui donne les valeurs suivantes :

Energie dissipée par cycle à tirage (29mm) [Joules]					
SOFT		MEDIUM		HARD	
Energie dissipée [J]	% de l'énergie stockable	Energie dissipée [J]	% de l'énergie stockable	Energie dissipée [J]	% de l'énergie stockable
1.35	4.5%	2.1	5.3%	3.3	6%

A titre de comparaison, un ressort hélicoïdal, à capacité d'énergie stockable équivalente, dissipe 2.6 fois moins d'énergie par cycle.

b. Amortissement par frottement dans les paliers

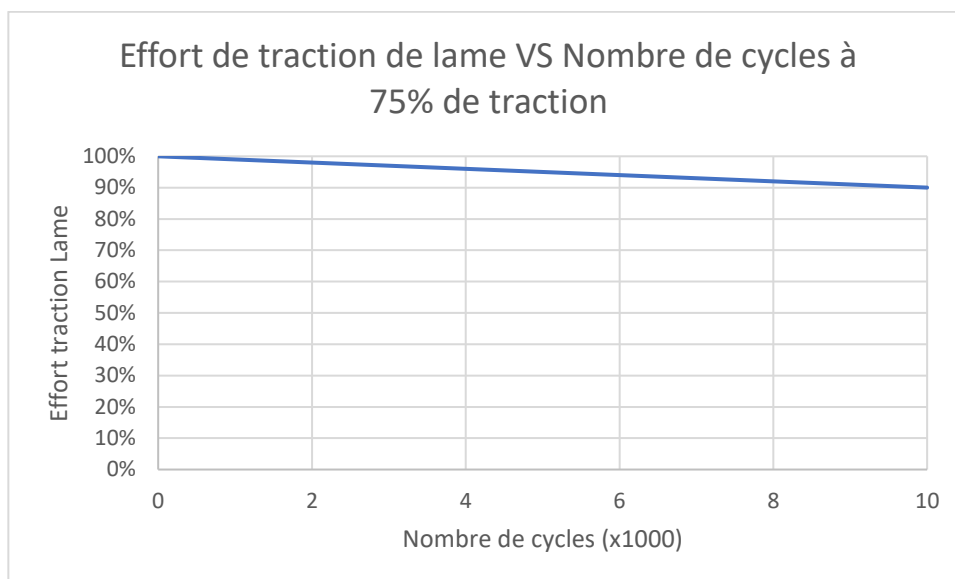
NC

7. Fatigue / Endurance

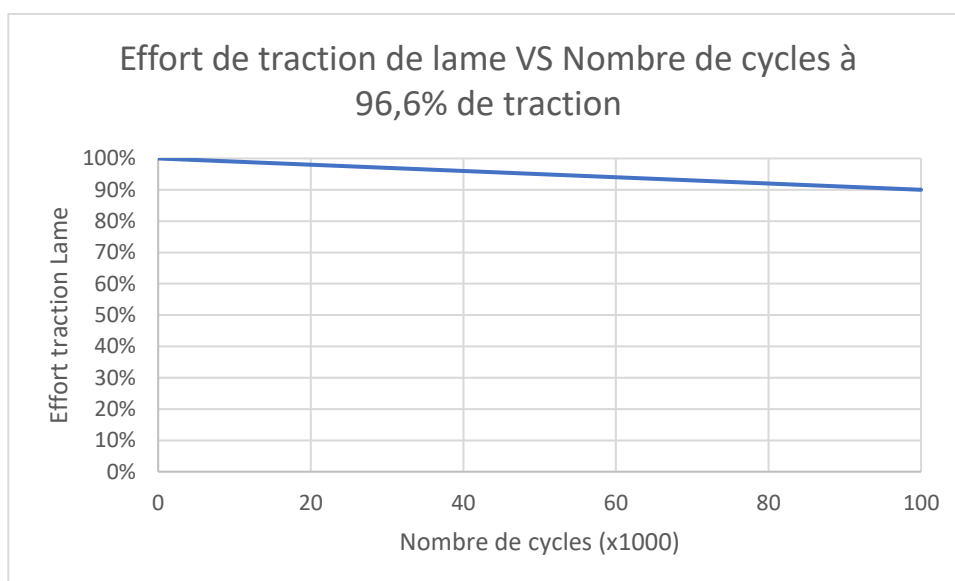
MOTION définit 2 critères majeurs dans son processus de validation longue durée :

> Fatigue : 100 000 cycles à 75% (22.5mm) d'allongement

Fiche technique lames C3



> Endurance : 10 000 cycles à 96.6% (29mm) d'allongement



Afin de garantir ces critères, MOTION recommande de ne pas dépasser 29mm de traction maximum sur la lame

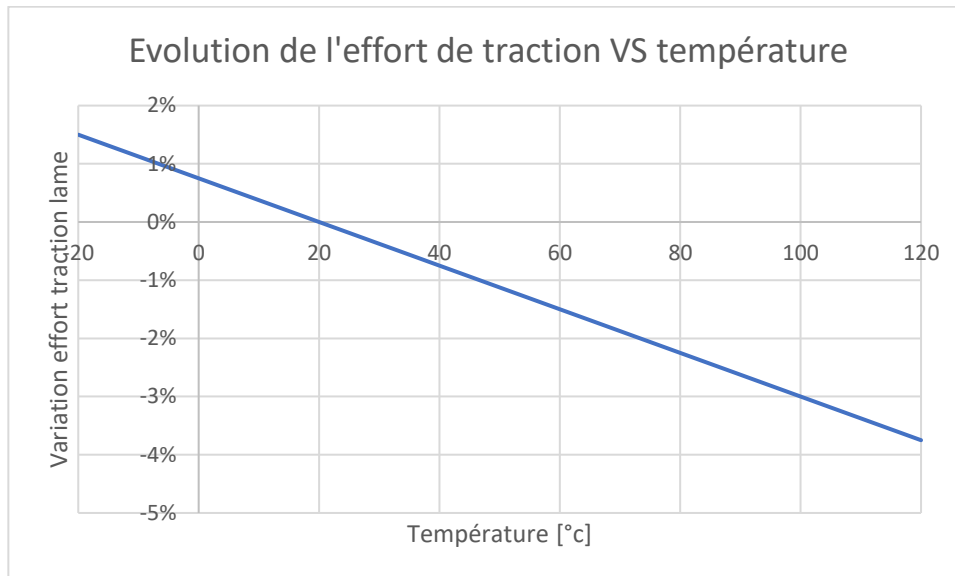
8. Température

La plage d'utilisation recommandée de la lame est **-20°C à 120°C**

En cycle de température croissante, la perte d'effort est de l'ordre de **-0.0375 %/°C**

Fiche technique lames C3

Inversement, pour une température décroissante, l'augmentation d'effort est de l'ordre de **+0.0375%/°c**



9. Environnement (UV, brouillard salin, etc)

NC

10. Recyclabilité

NC

Fiche technique lames C3

II – Analyse concurrentielle

1- Matériaux brut

Types	Matériaux	Caractéristiques mécaniques				Caractéristiques énergétiques		
		Masse volumique [g/cm3]	Module d'Young (Gpa)	Rp0,2 (Mpa)	Allongement [%]	Capacité de stockage d'énergie par unité de masse (J/g)	Capacité de stockage d'énergie par unité de volume (J/cm3)	Coût de stockage énergétique [€/kJ]
Fibres seules	Verre E 2400 tex	2,56	73	2400	3,3%	15	6	0,06 €
	Verre S ou R	2,5	86	3600	4,2%	30	12	NC
	Kevlar 29	1,44	61	2800	4,6%	45	31	0,10 €
	PolyEthylène (PE) Spectra	0,97	66	2300	3,5%	41	43	0,29 €
	PolyEthylène (PE) Dyneema	0,975	115	3500	3,0%	55	56	0,27 €
	PBO Zylon AS	1,54	180	5800	3,2%	61	39	0,25 €
	Lin	1,5	50	900	1,8%	5	4	1,67 €
Composites	Preg Verre UD E 2400 tex	1,98	47	1200	2,6%	8	4	0,65 €
	Preg Kevlar UD xxx	1,3	40	1400	3,5%	19	14	4,24 €
	Preg Lin FLAXPREG T-UD 110	1,35	35	387	1,1%	2	1	27,13 €
Métaux	Acier ressort standard	7,8	210	1200	0,6%	0,44	0,06	3,41 €
	Acier à ressort haute performance	7,8	210	1800	0,9%	1,0	0,1	5,06 €
	Titane Grade 9	4,51	100	520	0,5%	0,3	0,1	460,34 €

Fiche technique lames C3

2- Ressorts seuls

Comparaison avec les différents types de ressorts du marché :

Types	Matériaux	Caractéristiques énergétiques		
		Capacité de stockage d'énergie par unité de masse (mJ/g)	Capacité de stockage d'énergie par unité de volume (J/cm3)	Coût de stockage énergétique [€/kJ]
Traction	Lame Hard MOTION (Blade)	1129	308	1 071 €
Compression	Ressort hélicoïdal standard	196	241	476 €
	Ressort hélicoïdal Haute performance	295	446	1 071 €
	Ressort pneumatique	363	350	2 381 €
	Ressort élastomère	414	648	317 €
Flexion	Ressort à lames fléchies	NC	NC	NC

Fiche technique lames C3

3- Exemple de ½ train complet

Types d'architecture	Ressorts	Caractéristiques énergétiques		
		Capacité de stockage d'énergie par unité de masse (mJ/g) *	Capacité de stockage d'énergie par unité de volume (mJ/cm3) **	Coût de stockage énergétique [€/J]
Double triangulation	Lame Hard MOTION (Blade)	352	308	1,46 €
	Ressort helicoidal	80	115	5,74 €
Monobras	Lame Hard MOTION (Blade)	NC	NC	NC
	Ressort hélicoidal standard	NC	NC	NC
	Ressort pneumatique	NC	NC	NC

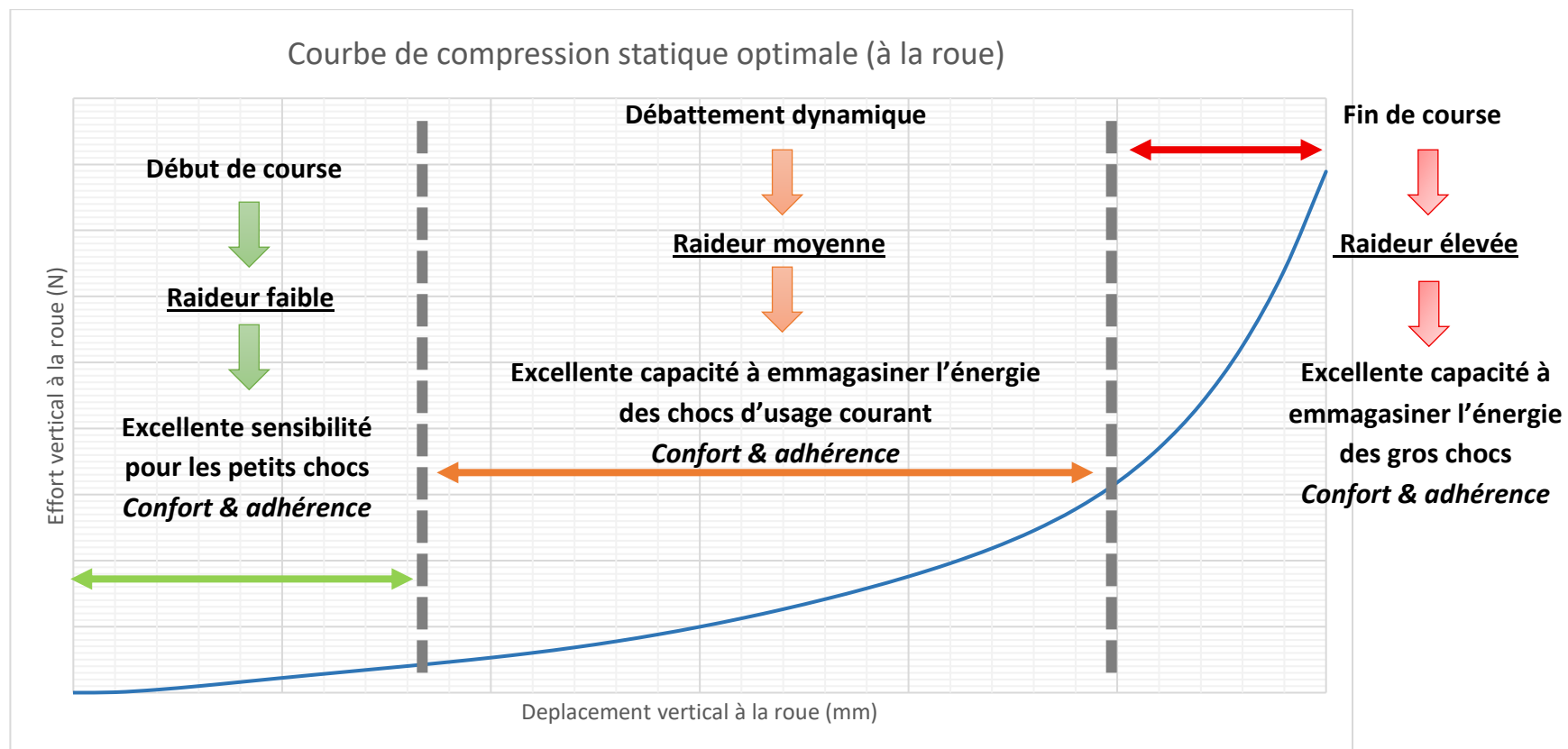
Notes :

* : La masse considérée pour ce calcul considère uniquement la masse des pièces effectuant la fonction ressort

** : Le volume considéré pour ce calcul considère uniquement le volume balayé par les pièces effectuant la fonction ressort

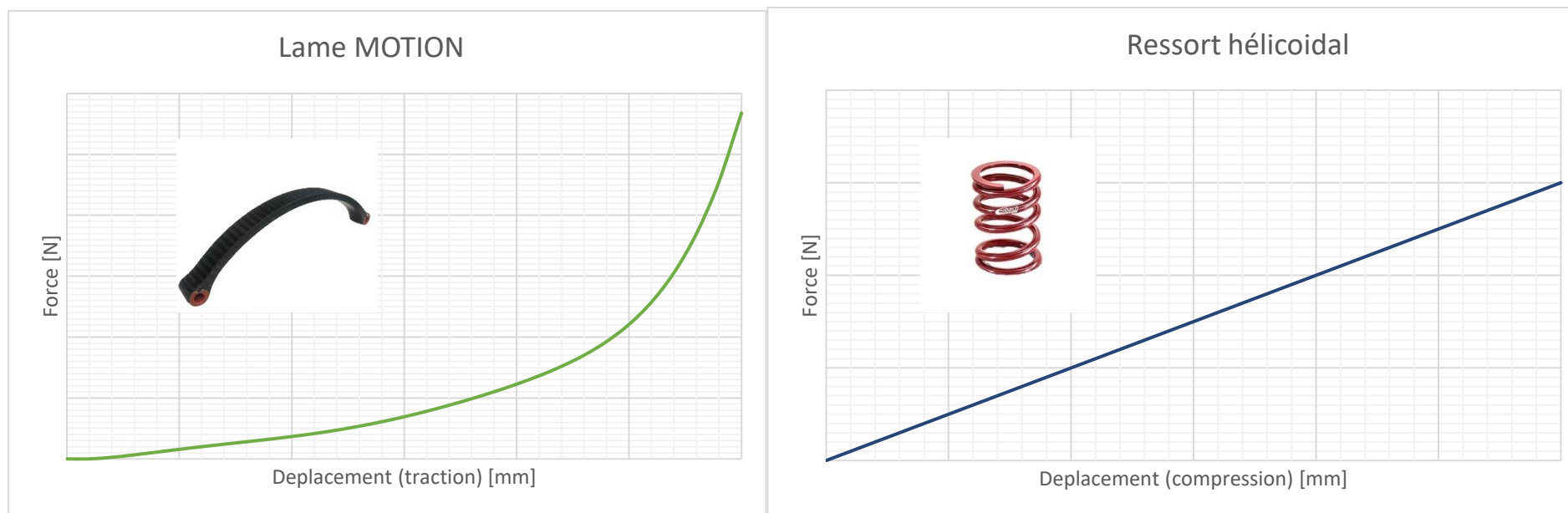
III – Cas d'usage

Nous allons analyser ici 2 architectures de suspensions différentes, ayant toutes 2 pour objectif d'atteindre une courbe de compression statique à la roue optimale



Fiche technique lames C3

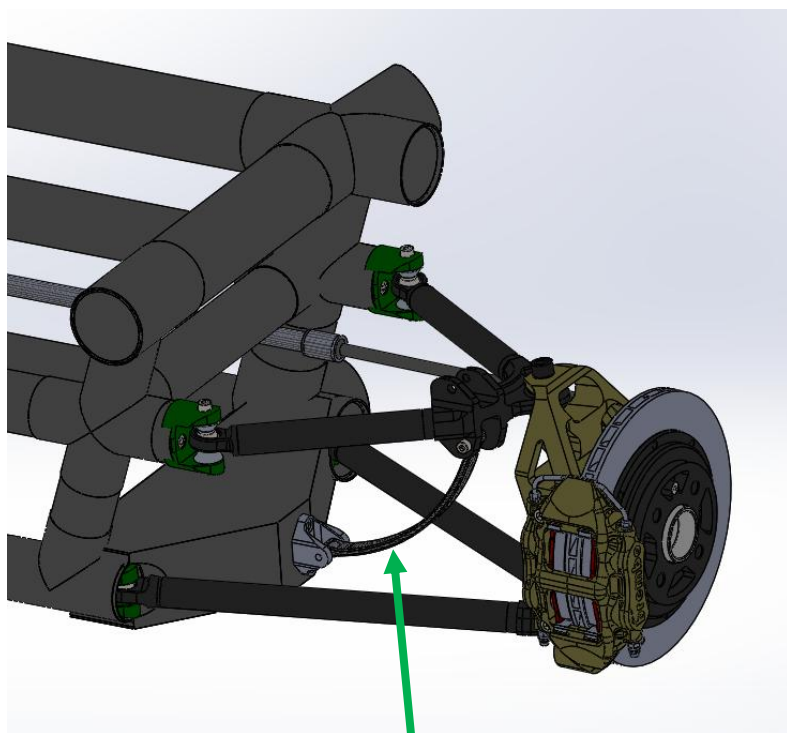
Essayons maintenant d'obtenir cette courbe de compression statique optimale, avec une lame MOTION d'une part, et d'autre part le ressort actuellement le plus utilisé dans l'industrie, le ressort hélicoïdal. Pour rappel, les courbes intrinsèques de ces 2 ressorts ci-dessous :



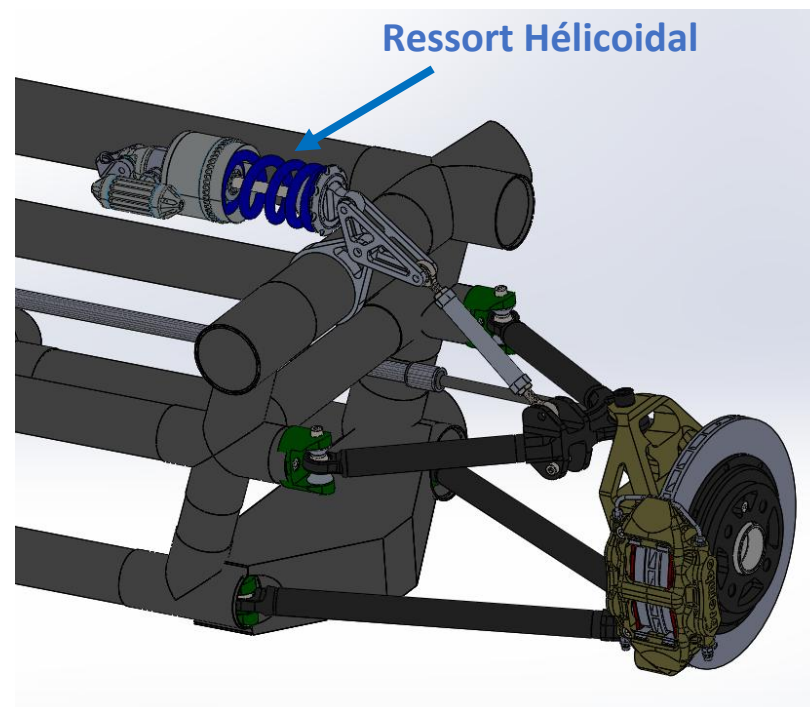
→ On remarque que le ressort MOTION a naturellement une courbe de traction **progressive**. A contrario, le ressort Hélicoïdal a une courbe de compression **linéaire**, ce qui nécessite la mise en place de pièce de cinématiques (type basculeurs) comme exposé ci-dessous.

Fiche technique lames C3

Analysons maintenant 2 architectures différentes, basées toutes 2 sur une cinématique « classique » type double triangulation et ayant pour objectif d'obtenir cette courbe de compression statique optimale avec les 2 ressorts présentés ci-dessus :

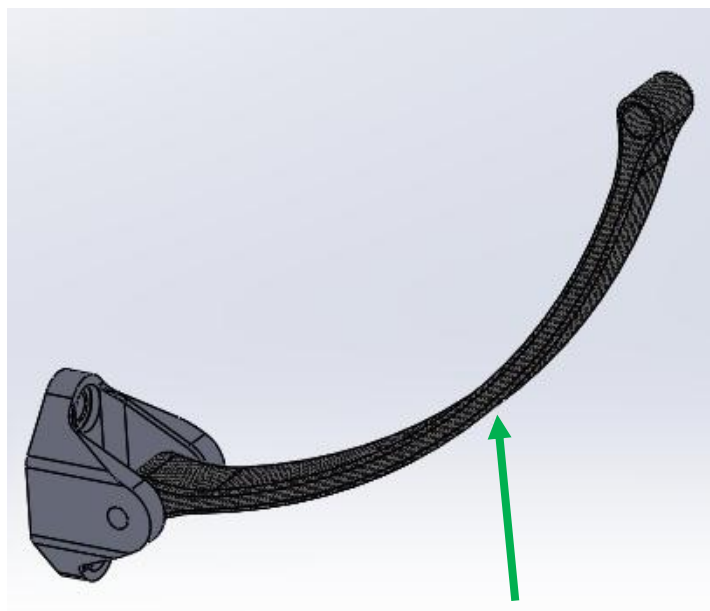


Lame MOTION

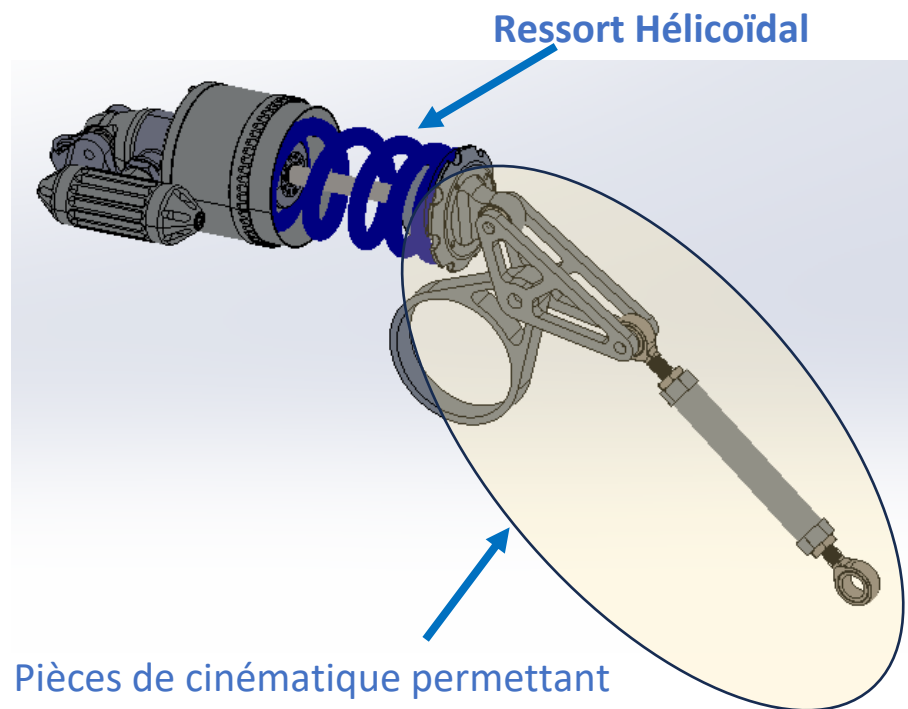


Fiche technique lames C3

Ci-dessous les éléments isolés qui permettent d'effectuer la fonction ressort de la suspension :



Lame MOTION



Pièces de cinématique permettant
de donner un caractère progressif
à la suspension

Fiche technique lames C3

Ci-dessous une comparaison de la BOM entre ces 2 architectures :



L'utilisation d'une lame MOTION permet de diminuer d'environ 70% le nombre de références

Architecture lame MOTION			Architecture ressort hélicoïdal	
Références	Qté		Références	Qté
Lame	1		Ressort hélicoïdal	1
Chape interface châssis	1		Chape interface châssis	1
Axes de lame	2		Basculeur	1
			Support basculeur	1
			Axe principal basculeur	1
			Axe secondaire basculeur	2
			Paliers basculeur	1
			Sleeve basculeur	1
			Biellette Push-rod	1
			Rotules	2
			Visserie	2

Fiche technique lames C3

Fiche technique lames C3					
Révision	Rédigé	Corrigé	Approuvé	Date	Commentaires
1	Damien Laroche	Loic COPPIN	Matthieu ALFANO	10/12/2025	Nouveau document
Signatures					