



# Top Copeau

**validation LAS avant le Top**

---

Date :

11/12/2019

# Avant de commencer : objectifs

Présenter les solutions techniques de chaque sous-système:

- quelle solution technique
- pourquoi une telle solution technique
- lister ce qui a été fait et pas fait
- bilan massique du sous-système

Valider la conception de façon claire pour passer à la fabrication ou l'achat des pièces

# Avant de commencer: attendus

Pour chaque solution proposée:

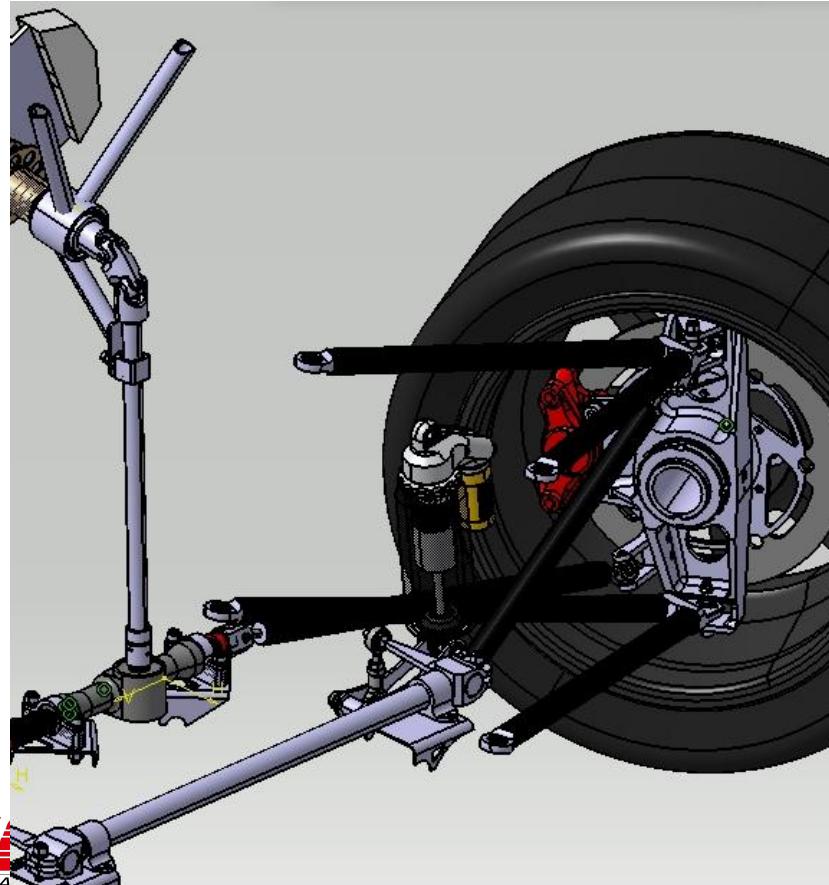
- remarques de validation:
  - oui, c'est bon → on peut passer au suivant.
  - oui → “vous changez ça de telle façon” et c'est bon → on passe au suivant.
  - *pas de remarques du type : “vous auriez pu ...”*
- remarques de non validation:
  - non, ce n'est pas bon → justification→ quoi faire en considérant le retard du projet
  - *pas de remarques du type : “vous auriez pu ...”*

# Ordre du jour - LAS

1. freinage
2. roue équipée avant
3. roue équipée arrière
4. triangles
5. basculeurs
6. barre antiroulis (BAR)
7. direction
8. transmission secondaire

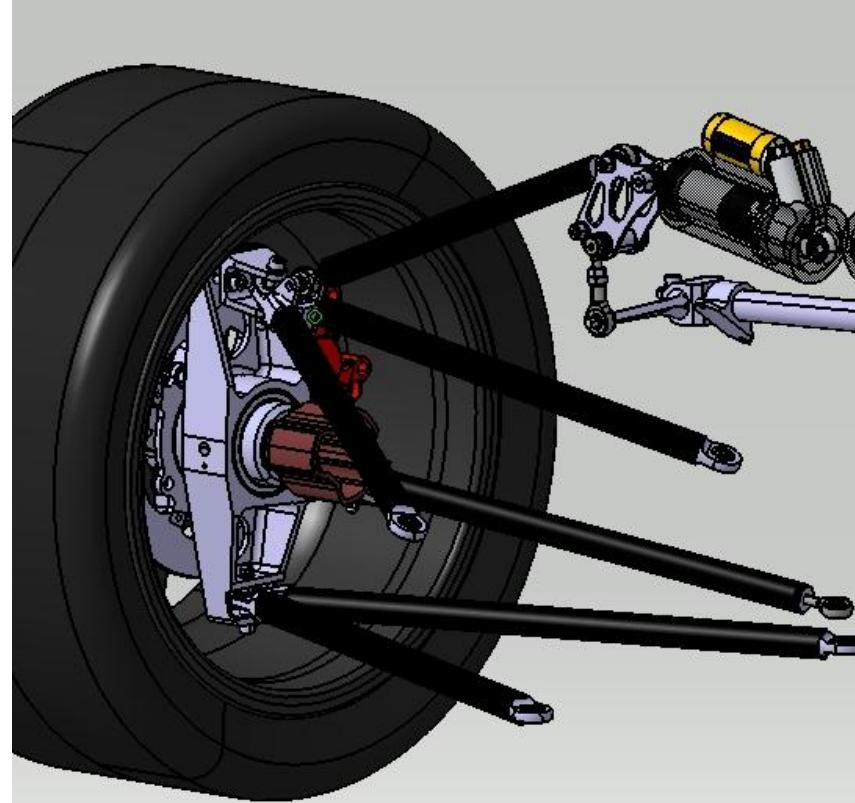
# bilan de système - Avant

Demi train avant	masse (g)
roue équipée	10100
triangles (haut + bas)	621
basculeur	212
amortisseur	668
BAR	1221
<b>Total</b>	<b>12822</b>



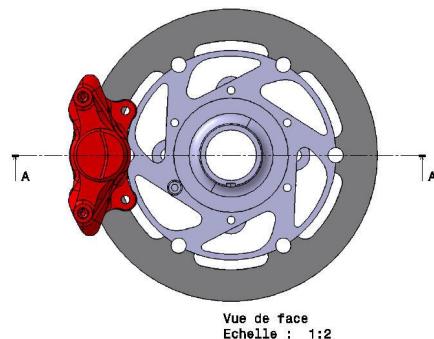
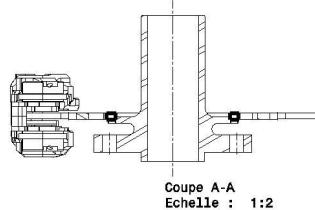
# bilan de système - Arrière

Demi train arrière	masse (g)
roue équipée	9700
triangles (haut + bas)	603
basculeur	144
amortisseur	668
BAR	1241
<b>Total</b>	<b>12356</b>

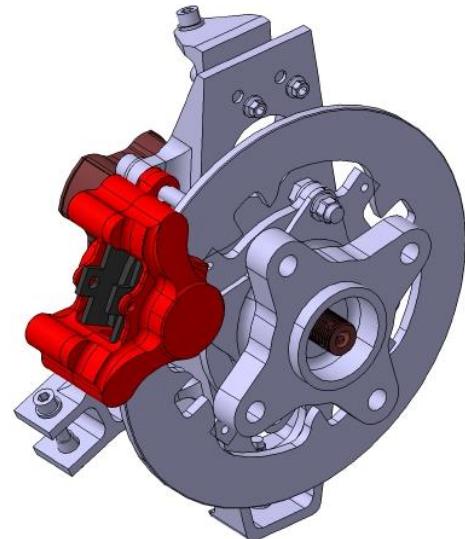


# Ordre du jour - LAS

1. freinage
  2. roue équipée (RE) avant
  3. roue équipée (RE) arrière
  4. triangles
  5. basculeurs
  6. barre antiroulis (BAR)
  7. direction
  8. transmission secondaire
- 1.1. identification des pièces
  - 1.2. assemblage de pièces
  - 1.3. liste
  - 1.4. simulations porte-moyeu
  - 1.5. goujons titane
  - 1.6. bilan massique

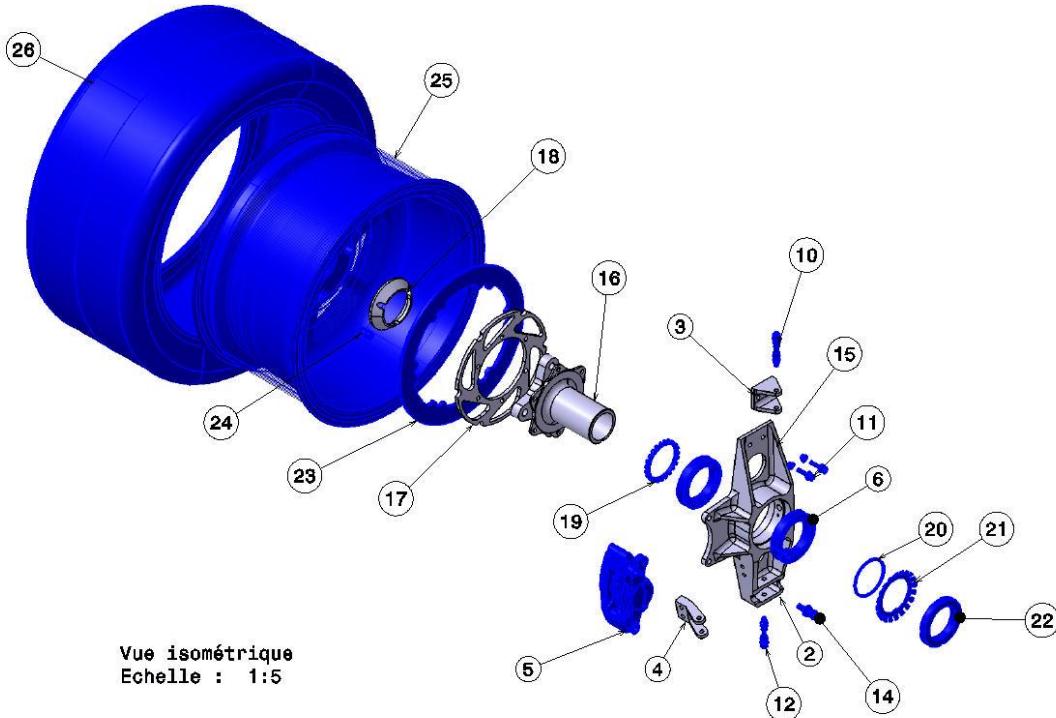


- manque de ressources
  - organisation du projet
  - pas dans les objectifs
- ⇒ On reprend le même qu'Optimus



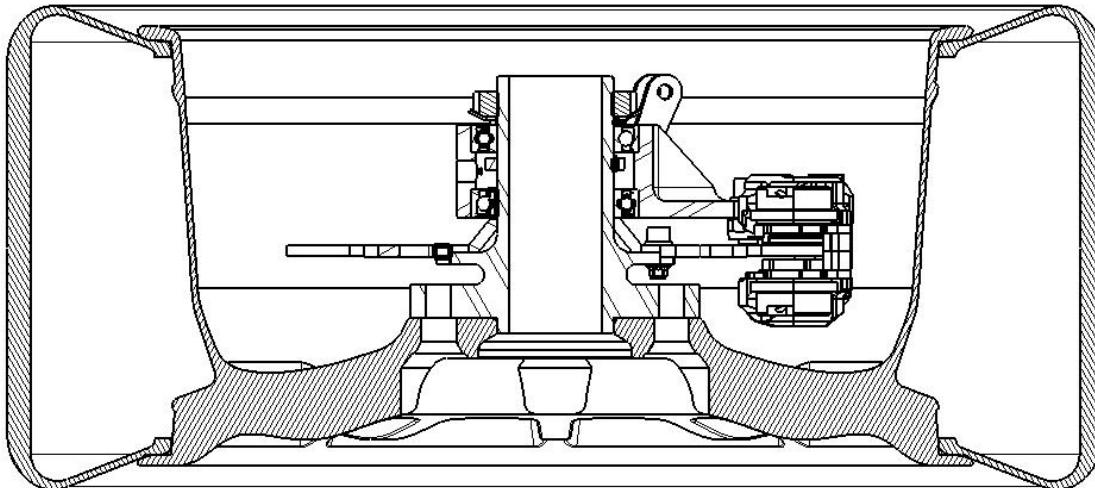
# RE Avant - identification

MSO



# RE Avant - assemblage

MSO



## Fait:

- ✓ validation fabricabilité par Boisard (RdV du 5/12/19)
- ✓ simulation cas de charge porte-moyeu goujons + écrous en titane (question rule)

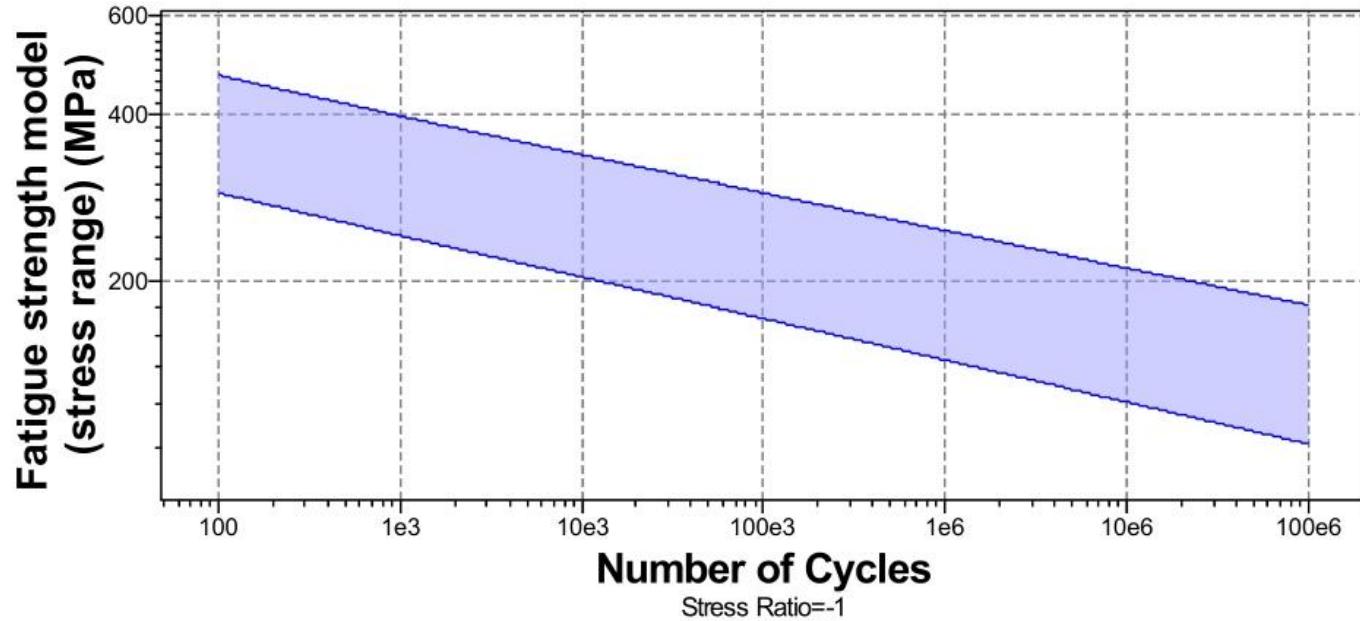
## Pas fait:



- simulation du cas de charge sur le moyeu
- simulation upper bracket
- design track bracket
- simulation track bracket
- cales de carrossage (découpe laser)
- capteur de température frein

## Dimensionnement en fatigue

Parameters: Stress Ratio = -1, Number of Cycles = 10e6cycles



# RE Avant - Simulation PM

MSO

steering 6.5 kN + braking 1G

B: front upright steering

Equivalent Stress

Type: Contrainte équivalente (von Mises)

Unité: MPa

Temps: 1

08/12/2019 00:14

558,58 Max

300

265

230

195

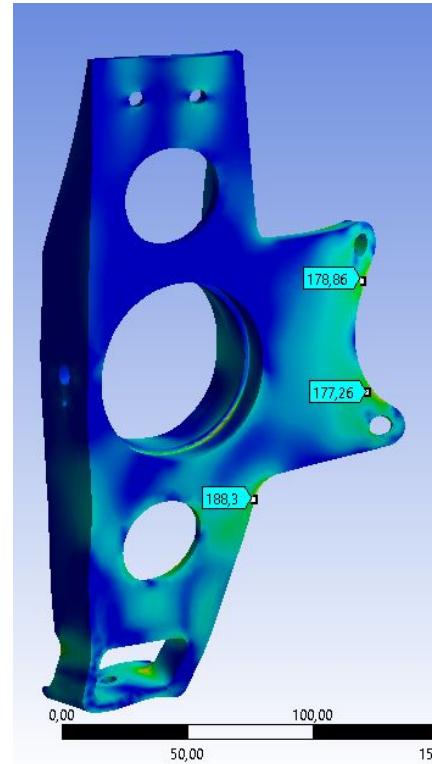
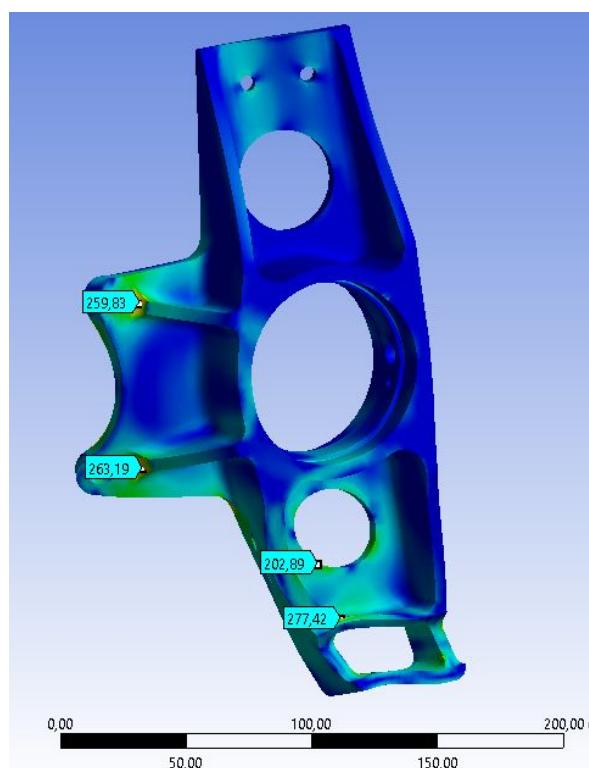
160

120,13

80,268

40,403

0,53676 Min



# RE Avant - Simulation PM

MSO

steering 6.5 kN + braking 1G

## B: front upright steering

Total Deformation

Type: Déplacement total

Unité: mm

Temps: 1

07/12/2019 12:08

**0,54876 Max**

0,48867

0,42858

0,36849

0,3084

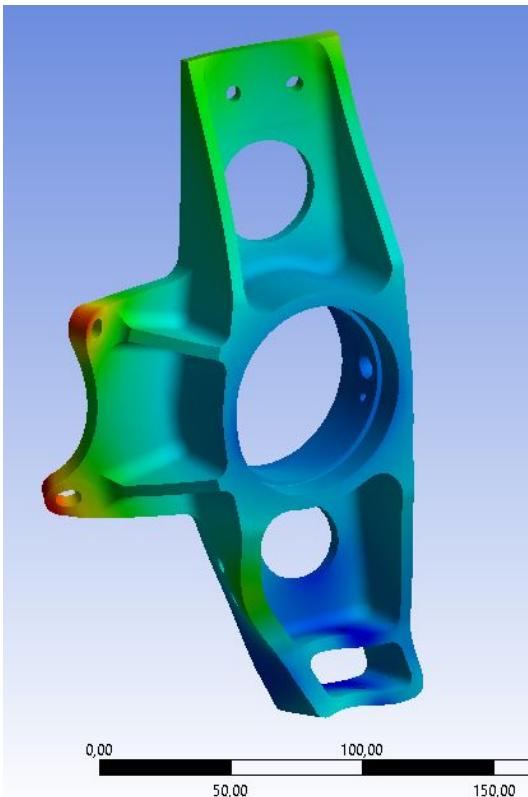
0,24831

0,18822

0,12813

0,068042

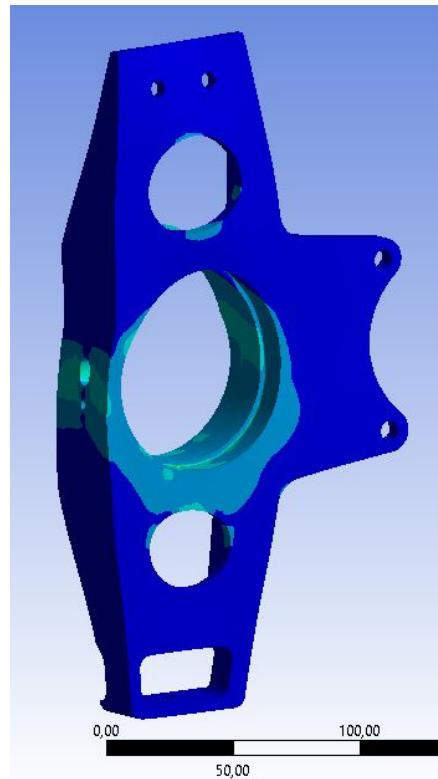
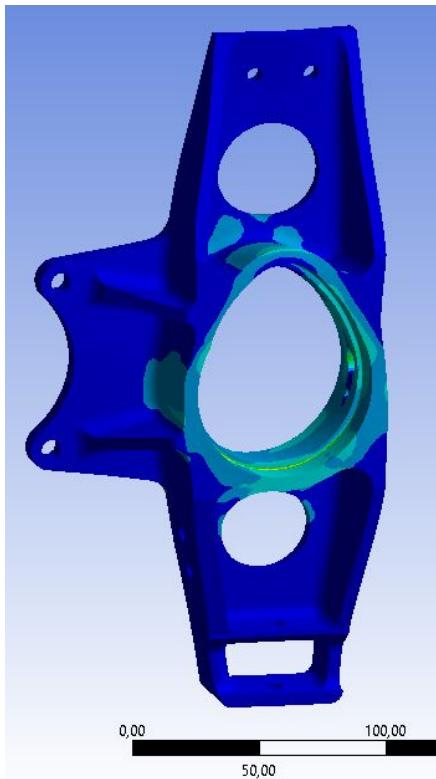
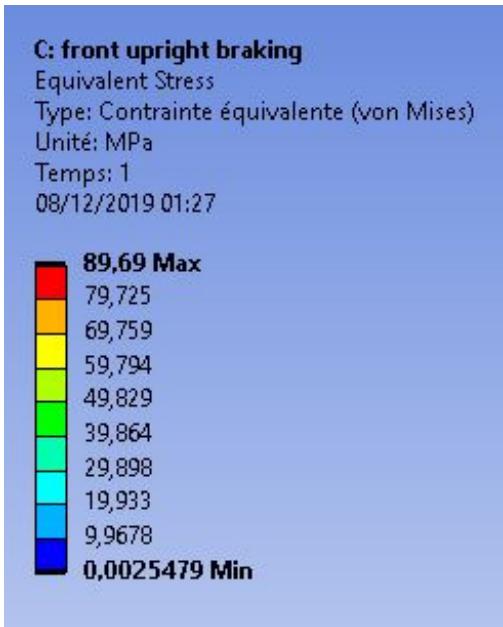
**0,0079521 Min**



# RE Avant - Simulation PM

MSO

turn 2g



# RE - goujons en titane

MSO

Goujons de roue en titane (achetés) :

Réponse des juges FS : pas de problème, il suffit d'avoir une facture.

From: Formula Student Combustion <noreply@formulastudent.de>  
Date: Mon, Nov 25, 2019, 09:01  
Subject: T[R-008540] - ANSWERED - Message added  
To: <schio.michele@gmail.com>

Hello,

this mail is to inform you about an updated rules ticket.

Ticket-ID: R-008540  
<<https://www.formulastudent.de/nc/officials/rules-questions/issue/edit/8540/>>

Rule: FS-CV 2.4.2  
Subject: titanium wheel studs and nuts

Question:  
We would like to buy titanium studs and nuts for our 2020 vehicle. What kind of good engineering proof should we provide? If we buy a commercial product (attached picture), does the receipt suffice?

Status: ANSWERED

Message

=====

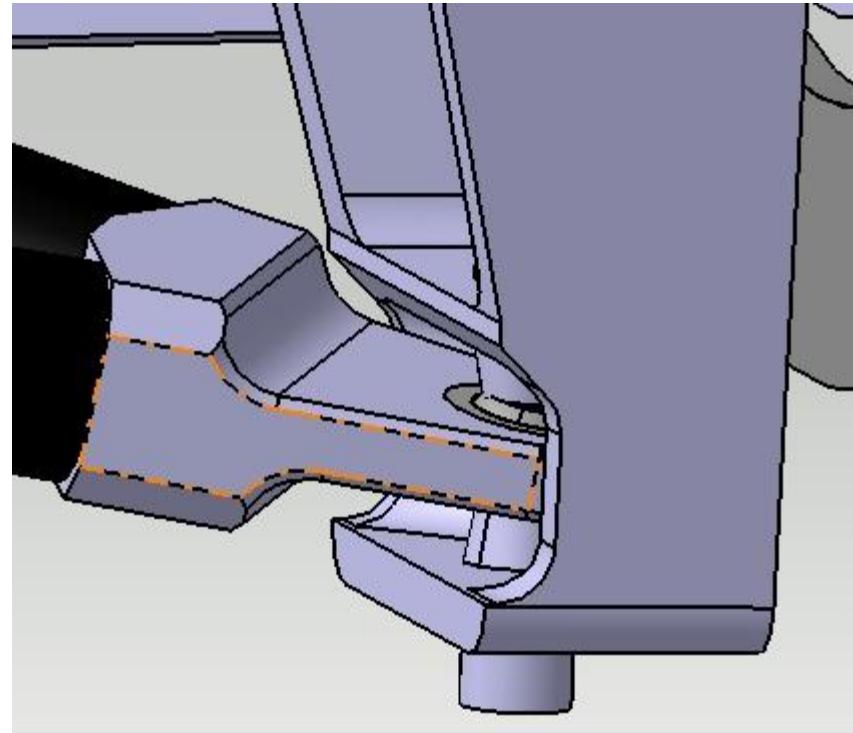
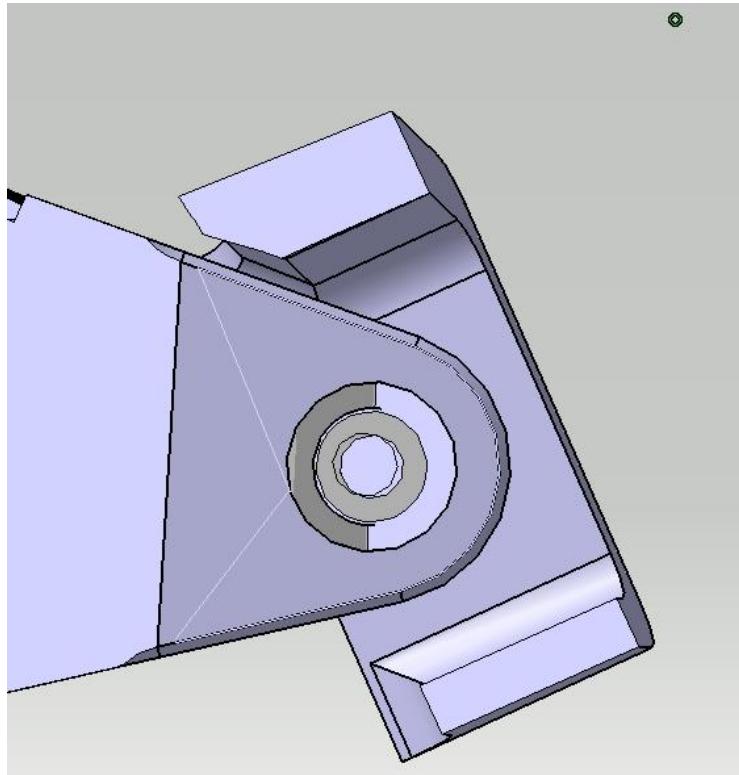
Having a receipt with you to technical inspection should be fine.

Updater: Ulf Steinfurth (ulf.steinfurth@formulastudent.de)



# RE Avant - collisions

MSO



# RE Avant - bilan massique

MSO

1 roue équipée AV: Optimus 11,6 kg; Invictus = 10,1 kg

WT_A0200	Front Hub		1 487,00	SU_A1000		front upright assembly		870
WT_02001	Front Hub	1	482,00	SU_10001	upright	1	655	
WT_02002	Brake Bell	1	106,00	SU_10002	Upper Arm Bracket	1	35	
WT_02003	bearing washer	1	40,00	SU_10003	Upper Arm Shim	1	100	
WT_02004	inner bearing spacer	1	2,00	SU_10004	Speed Sensor Washer	1		100
WT_02005	Speed sensor disc	1	22,00	SU_10005	track rod bracket	2	30	
WT_02006	wheel stud	4	61,00	6x20CHC		2	7	
WT_02007	wheel nut	4	18,5	rondelle_M6		2	1	
WT_02008	bearing	2	140,00	kNut_M6		2	2	
locknut		1	160,00	BR_A0100	front brake		1 370,00	
locknut washer		1	17,00	BR_01001	brake disc	1,00	676,00	
6x16CHC		6	7,00	BR_01002	brake caliper	1,00	606,00	
rondelle_M6		6	1,00		paliers	6,00	9,00	
kNut_M6		6	2,00	8x20CHC		2,00	15,00	
				rondelle M8		2,00	2,00	

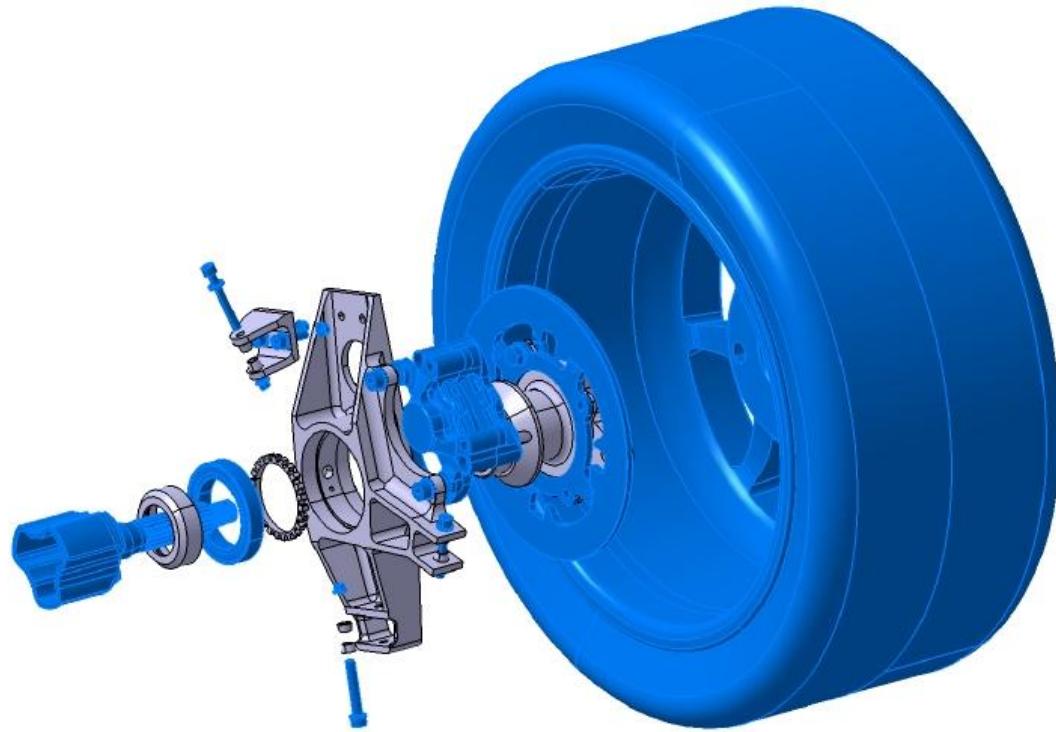
WT_A0100		Wheels assembly		8 374,00
	WT_01001	Oz Magnesium Rim	1,00	2 450,00
	WT_01002	Continental C19	1,00	3 924,00

# Ordre du jour - LAS

- 1. freinage
  - 2. roue équipée (RE) avant
  - 3. roue équipée (RE) arrière**
  - 4. triangles
  - 5. basculeurs
  - 6. barre antiroulis (BAR)
  - 7. direction
  - 8. transmission secondaire
- 1.1. identification des pièces
  - 1.2. assemblage de pièces
  - 1.3. liste
  - 1.4. simulations porte-moyeu
  - 1.5. étude collisions
  - 1.6. bilan massique

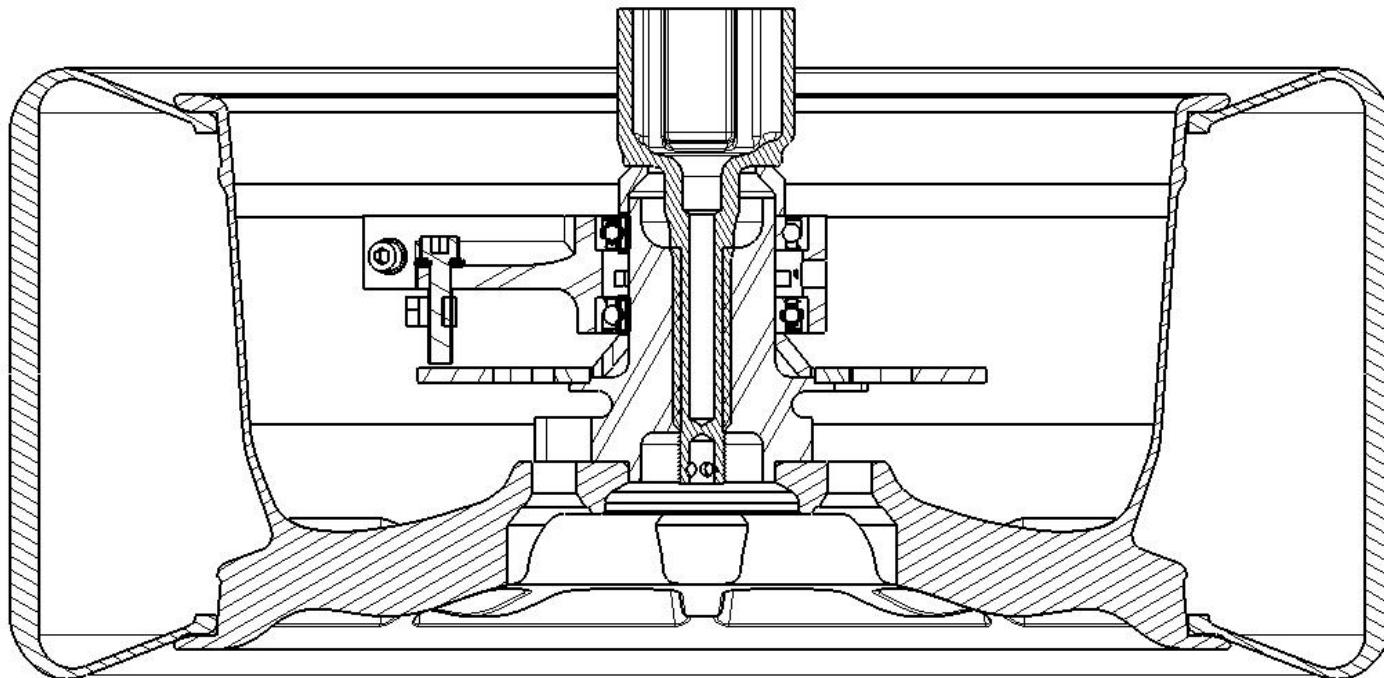
# RE Arrière - identification

MSO



# RE Arrière - assemblage

MSO



Fait:

- ✓ rayon étrier -3mm (usure plaquette)
- ✓ étude des collisions
- ✓ validation fabricabilité par Boisard (RdV du 5/12/19)
- ✓ simulation cas de charge port-moyeu
- ✓ goujons + écrous en titane (question rule)
- ✓

Pas fait:

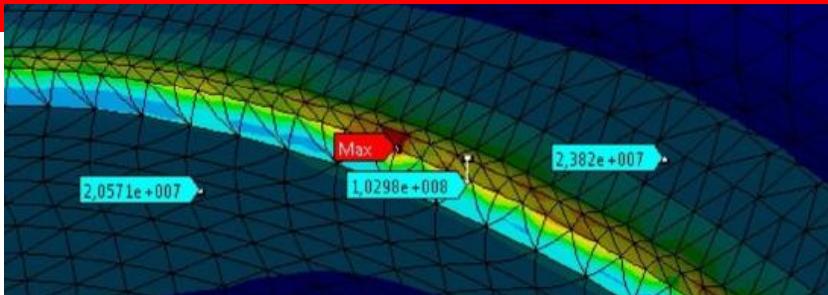


- simulation du cas de charge sur le moyeu
- simulation du cas de charge sur le bracket
- capteur de température frein

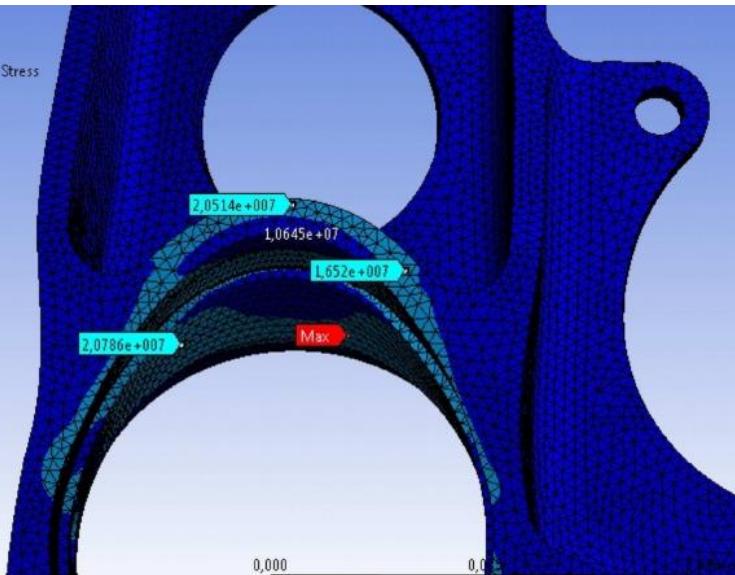
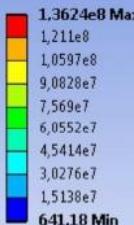
# RE Arrière - simulation PM

MSO

turn 2g

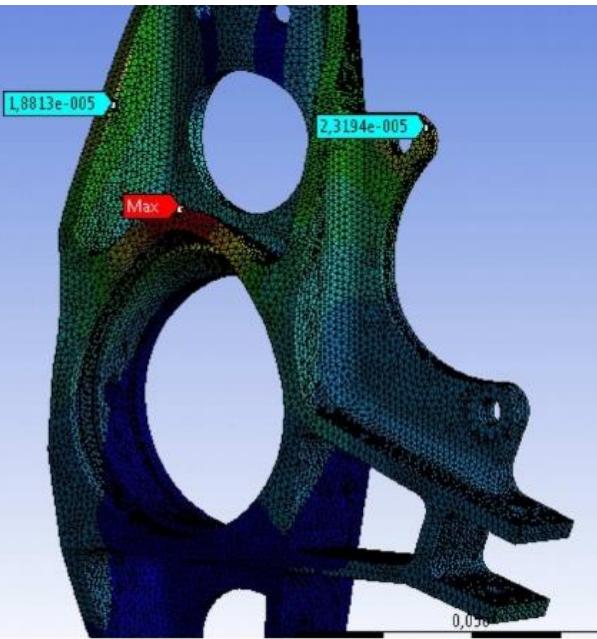
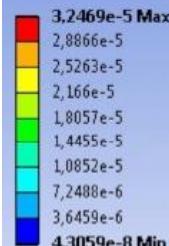


B: rear upright turn  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: Pa  
Time: 1  
03/12/2019 23:29



11/12/2019

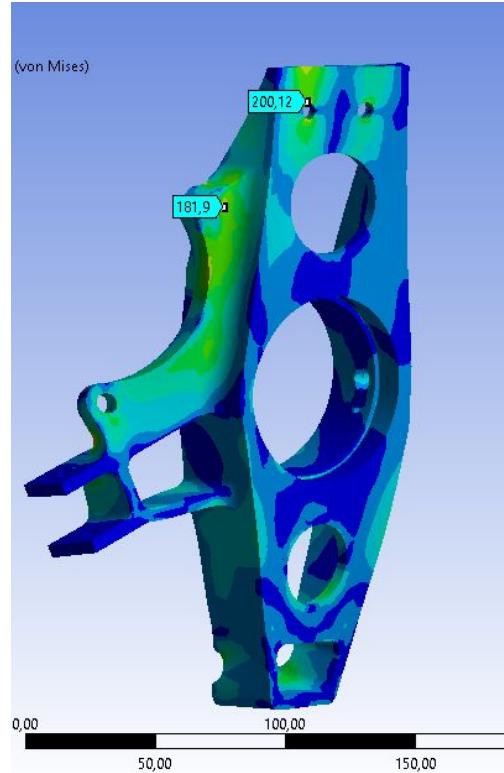
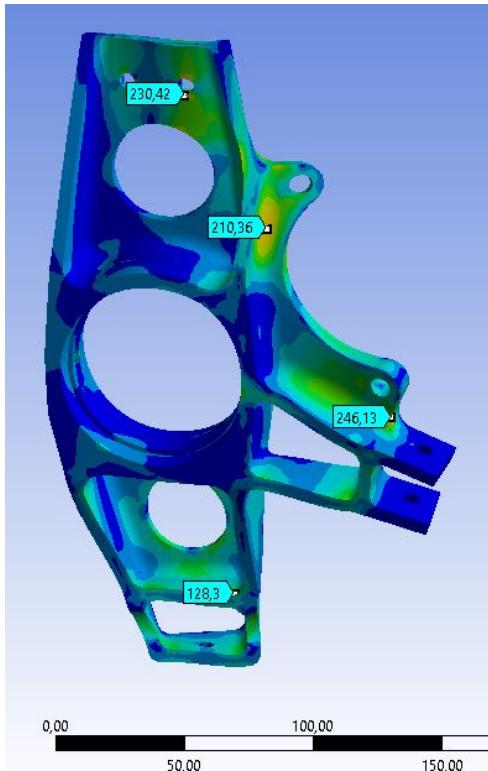
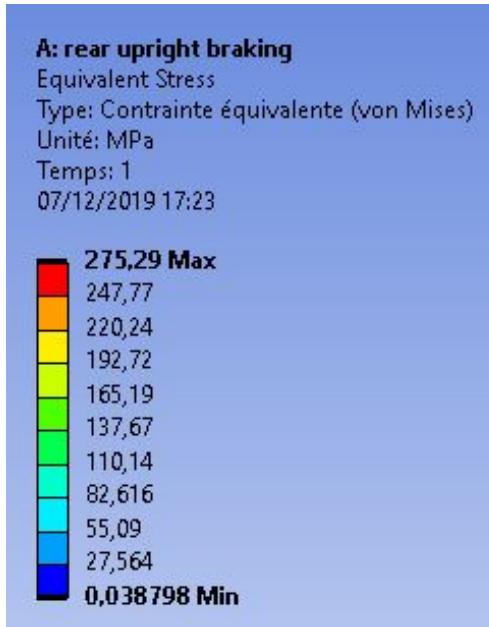
B: rear upright turn  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: m  
Time: 1  
03/12/2019 23:28



# RE Arrière - simulation PM

MSO

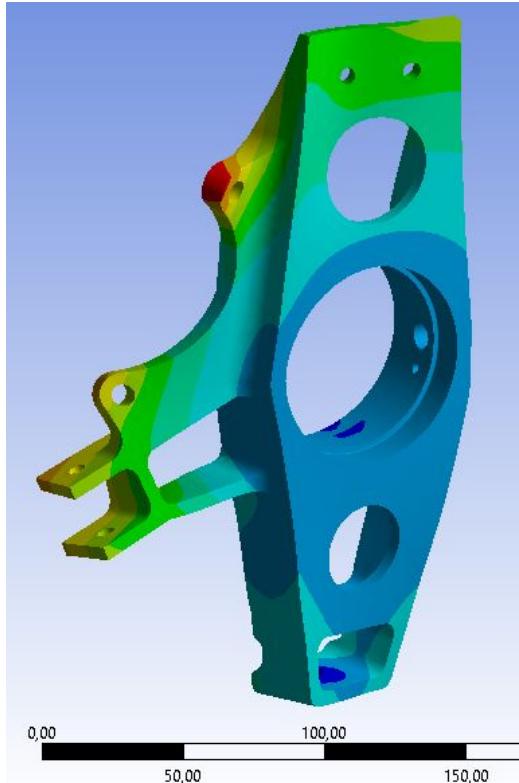
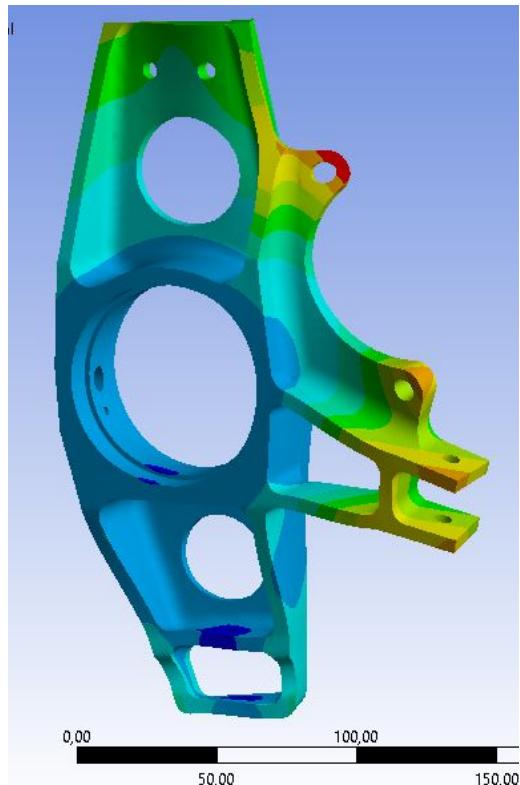
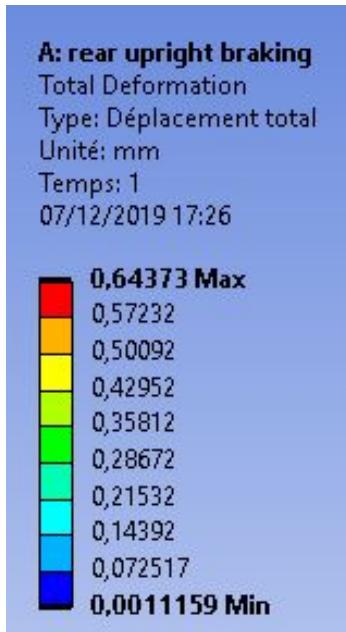
turn 1g + brake 1g



# RE Arrière - simulation PM

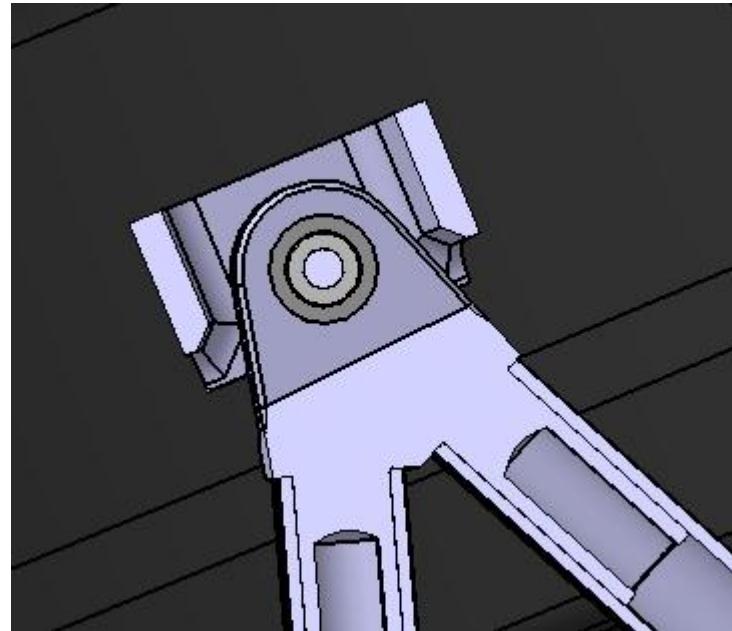
MSO

turn 1g + brake 1g



# RE Arrière - collisions

MSO



# RE Arrière - bilan massique

MSO

1 roue équipée AR: Optimus 11,9 kg; Invictus = 9,7 kg

WT_A0300	Rear Hub		1 617,00	SU_A1100		rear upright assembly		784,00
WT_03001	Rear Hub	1,00	632,00	SU_11001	Rear Left Upright	1,00	625,00	
WT_03002	Brake Bell	1,00	63,00	SU_11002	Upper Arm Bracket	1,00	39,00	
WT_03003	bearing spacer	1,00	40,00	SU_11003	upper arm shim	1,00	100,00	
WT_03004	tripod spacer	1,00	34,00	SU_11004	Speed Sensor Washer			
WT_03005	Tripod Housing	1,00	544,00	8x20CHC		2,00	7,00	
WT_03006	Speed sensor disc	1,00	22,00	rondelle_M8		2,00	1,00	
WT_03007	tripod nut	1,00	38,00	kNut_M8		2,00	2,00	
WT_03008	wheel stud	4,00	61,00					
WT_03009	wheel nut	4,00	18,50	BR_A0200	rear brake		1 002,00	
WT_03010	bearing	2,00	140,00	BR_02001	brake disc	1,00	580,00	
8x20HEX		6,00	14,00	BR_02002	brake caliper	1,00	405,00	
rondelle_M8		6,00	2,00	vis		4,00		
kNut_M8		6,00	4,00	8x20CHC		1,00	15,00	
				rondelle M8		1,00	2,00	

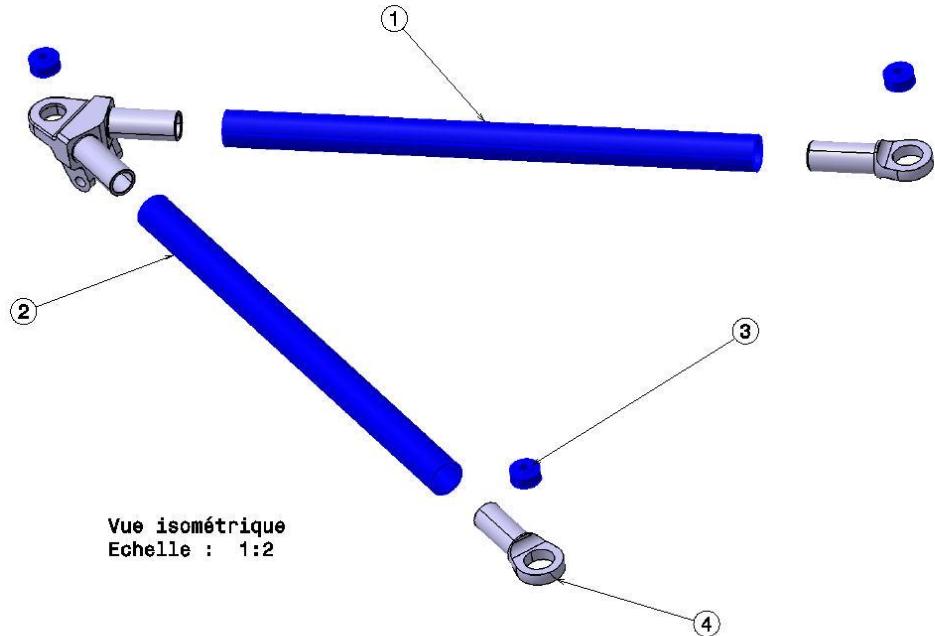
WT_A0100		Wheels assembly		6 374,00
	WT_01001	Oz Magnesium Rim	1,00	2 450,00
	WT_01002	Continental C19	1,00	3 924,00

# Ordre du jour - LAS

1. freinage
  2. roue équipée avant
  3. roue équipée arrière
  4. triangles & rods (T&R)
  5. basculeurs
  6. barre antiroulis (BAR)
  7. direction
  8. transmission secondaire
- 1.1. identification des pièces
  - 1.2. assemblage de pièces
  - 1.3. liste
  - 1.4. rotules
  - 1.5. collage
  - 1.6. simulations inserts
  - 1.7. bilan massique

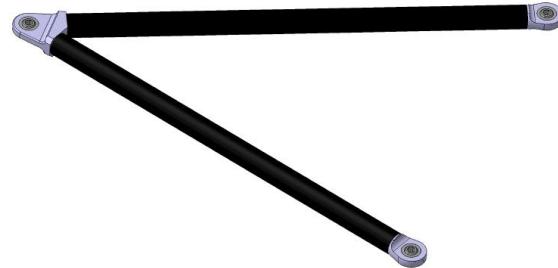
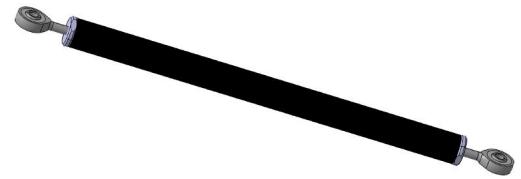
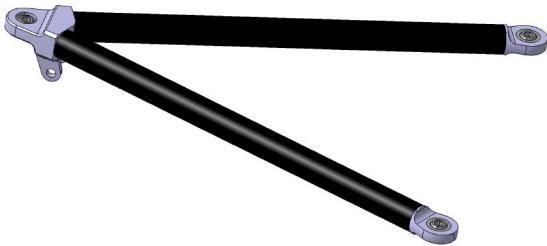
# T&R - identification

EPZ + RCT



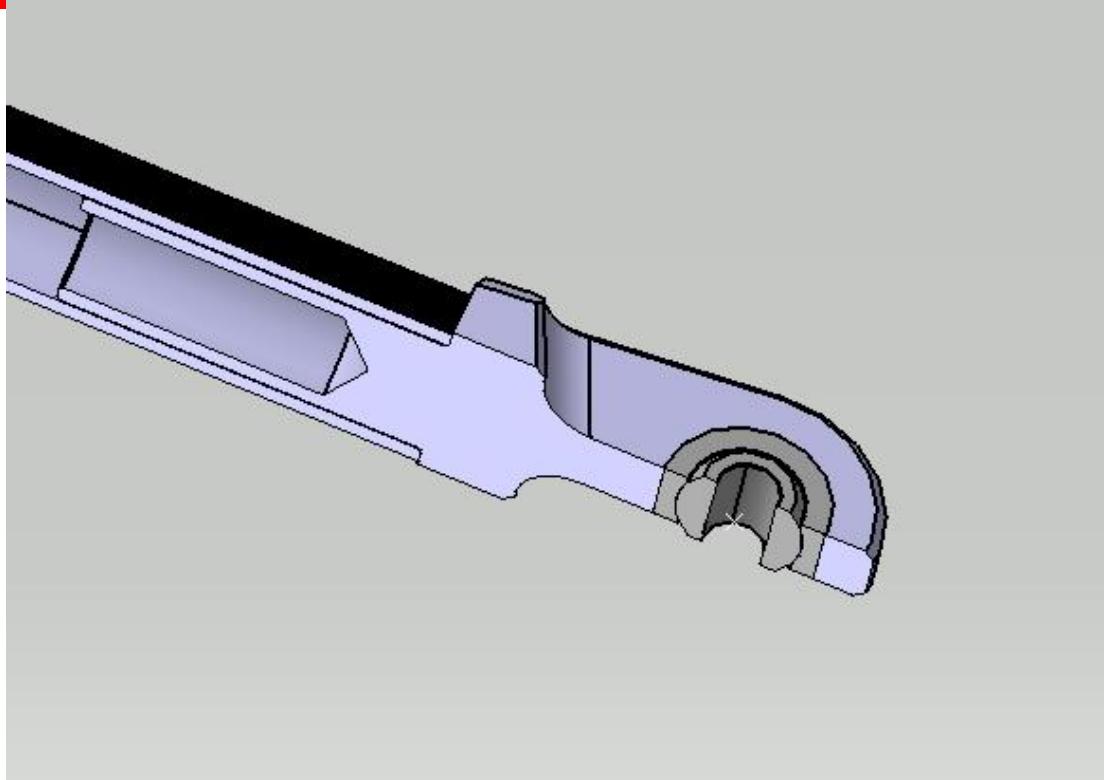
# T&R - identification

EPZ + RCT



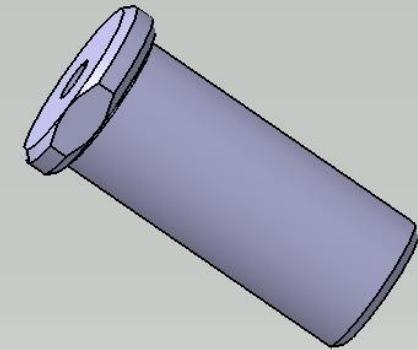
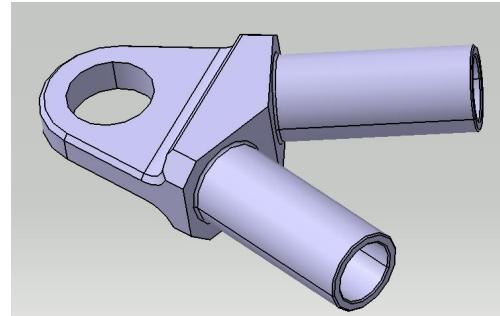
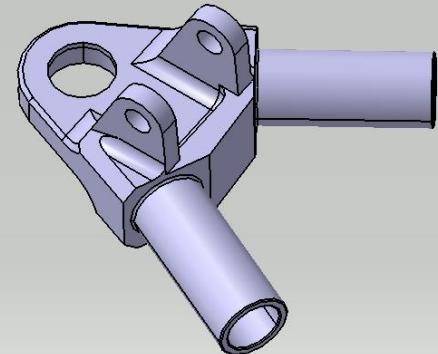
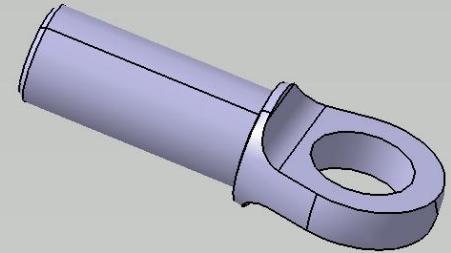
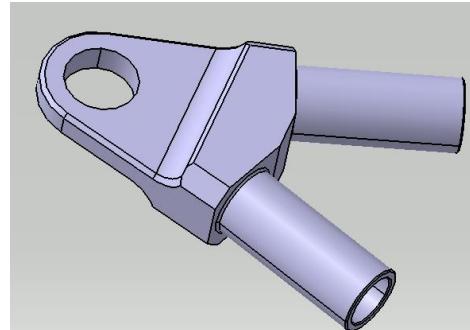
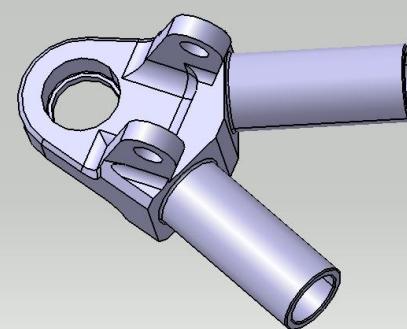
# T&R - assemblage

EPZ + RCT



# T&R - inserts

EPZ + RCT



Fait:

- ✓ validation fabricabilité par Boisard (RdV du 5/12/19)
- ✓ Fraise utilisée :  $\phi$ 8mm x 35mm

Pas fait:



- ✗ backup vissé
- ✗ backup acier
- ✗ simulations cas de charge inserts triangles



AW: Your inquiry

2 Décembre 2019 14:43

Expéditeur : Josip Jurkovic

A: michele schio

Cc: michael suess regina setzer

Dear Michele,

the tolerance of the bearings is according to the standard 0/-8µm, unfortunately the application is often very different, therefore it is not possible to say in general which press fit is suitable for you.

Recommended fits:

Steel housing: M7

Light metal housing: N7

But to be safe, it would be best to try.

For further questions please do not hesitate to contact us

Mit freundlichen Grüßen

Josip Jurkovic  
Anwendungstechnik

ASK Kugellagerfabrik  
Artur Seyfert GmbH  
Weilimdorfer Str. 32-36  
D-70825 Korntal-Münchingen  
Tel: +49 711 83008-152  
Fax: +49 711 83008-506  
Email: [josip.jurkovic@askubal.de](mailto:josip.jurkovic@askubal.de)  
Homepage: [www.askubal.de](http://www.askubal.de)

## Méthode retenue pour le nettoyage des surfaces

- Ponçage de la couche superficielle des tubes carbone
- Sablage
- Bain d'ultrasons
- Dégraissage (éthanol, acétone)

## Méthode retenue pour le collage

- Préparation des inserts avant le nettoyage (pour la solution vissée)
- Collage d'une pastille (en plastique) dans l'insert pour éviter que la colle ne rentre
- Collage d'une autre pastille dans le tube pour garantir un excès de colle
- Mise en position de l'insert dans le tube avec vérification que la colle sort bien (ce qui garantit l'excès de colle) jusque l'épalement tube/insert
- Collage vertical en environnement propre
- Polymérisation selon deux cycles différents (température ambiante et revenu)

# T&R - bilan massique

EPZ + RCT

SU_A0300	rear upper A-Arms		302,00
SU_03001	front rod	1	50,00
SU_03002	rear rod	1	45,00
SU_03003	outer bearing support	1	83,00
SU_03004	inner bearing support	2	20,00
SU_03005	bearing spacer frame side	4	1,00
SU_03006	ball joint bearing	3	10,00
SU_03007	bearing spacer upright side	2	2,00
SU_03008	Bracket triangle arrière haut bras av		
SU_03009	Bracket triangle arrière haut bras av		
SU_03010	Bracket triangle arrière haut bras ar		
SU_03011	Bracket triangle arrière haut bras ar		
	bouchon	4	
8x45CHC		1	13,00
rondelle_M6		3	1,00
kNut_M6		3	2,00
8x40CHC		2	12,00

SU_A0200	front lower A-Arm		329,00
SU_02001	front rod	1	66,00
SU_02002	rear rod	1	66,00
SU_02003	outer bearing support	1	76,00
SU_02004	inner bearing support	2	20,00
SU_02005	bearing spacer frame side	6	1,00
SU_02006	ball joint bearing	3	10,00
SU_02007	Bracket triangle avant bas bras av		
SU_02008	Bracket triangle avant bas bras arr		
SU_02009	Bracket triangle avant bas bras arr		
	bouchon	4	
8x40CHC		3	12,00
rondelle_M6		3	1,00
kNut_M6		3	2,00

SU_A0100	Front Upper A-Arm		292,00
SU_01001	front rod	1	51,00
SU_01002	rear rod	1	51,00
SU_01003	outer bearing support	1	66,00
SU_01004	inner bearing support	2	20,00
SU_01005	bearing spacer frame side	4	1,00
SU_01006	ball joint bearing	3	10,00
SU_01007	bearing spacer upright side	2	2,00
SU_01008	Bracket triangle avant haut bras av		
SU_01009	Bracket triangle avant haut bras av		
SU_01010	Bracket triangle avant haut bras ar		
	Bracket triangle avant haut bras ar		
	bouchon	4	
8x45CHC		1	13,00
rondelle_M6		3	1,00
kNut_M6		3	2,00
8x40CHC		2	12,00

SU_A0400	rear lower A-Arms		301,00
SU_04001	front rod	1	65,00
SU_04002	rear rod	1	61,00
SU_04003	outer bearing support	1	54,00
SU_04004	inner bearing support	2	20,00
SU_04005	bearing spacer frame side	6	1,00
SU_04006	ball joint bearing	3	10,00
SU_04007	Bracket triangle arrière bas bras av		
SU_04008	Bracket triangle arrière bas bras ar		
SU_04009	Bracket triangle arrière bas bras ar		
	bouchon	4	
8x40CHC		3	12,00
rondelle_M6		3	1,00
kNut_M6		3	2,00

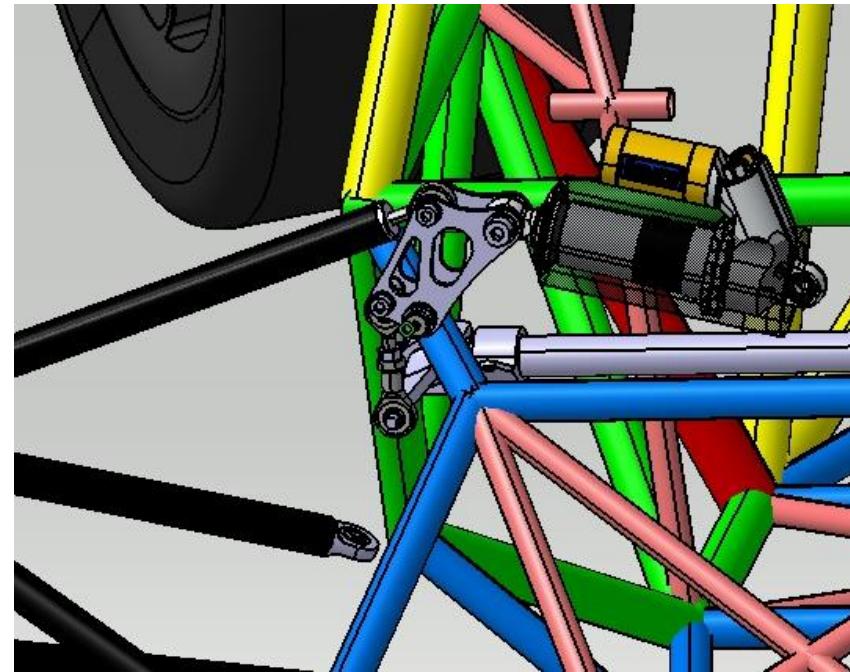
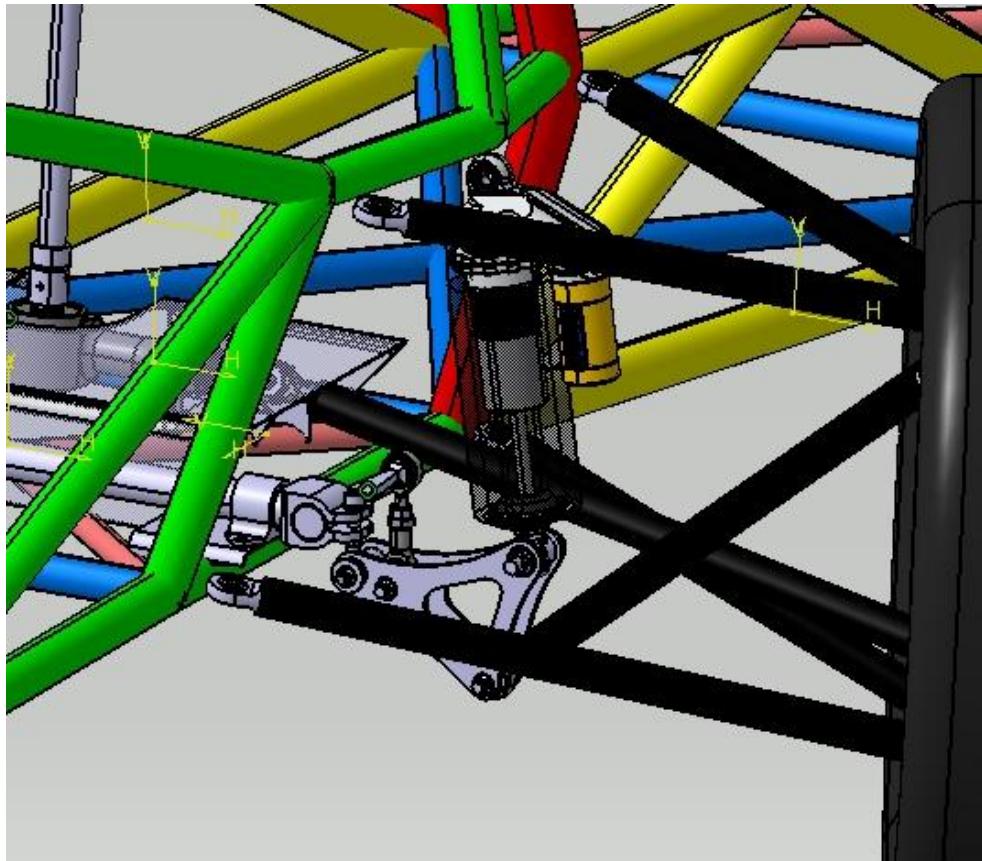
Optimus sans vis  
(8 triangles) = 2607g

# Ordre du jour - LAS

- 1. freinage
- 2. roue équipée avant
- 3. roue équipée arrière
- 4. triangles
- 5. basculeurs**
- 6. barre antiroulis (BAR)
- 7. direction
- 8. transmission secondaire
- 1.1. positionnement
- 1.2. identification des pièces
- 1.3. assemblage de pièces
- 1.4. liste
- 1.5. simulations
- 1.6. bilan massique

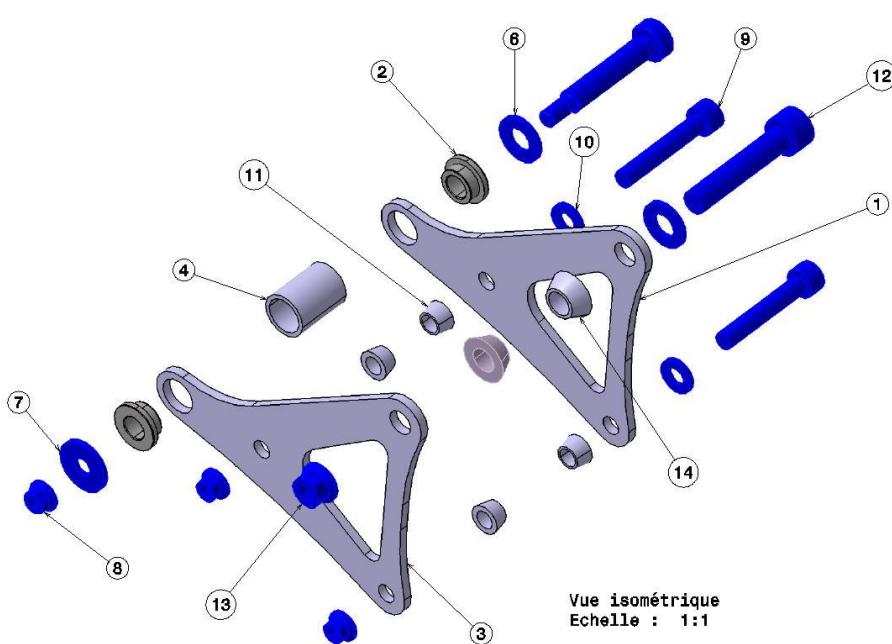
# Basculeurs - positionnement

MCU



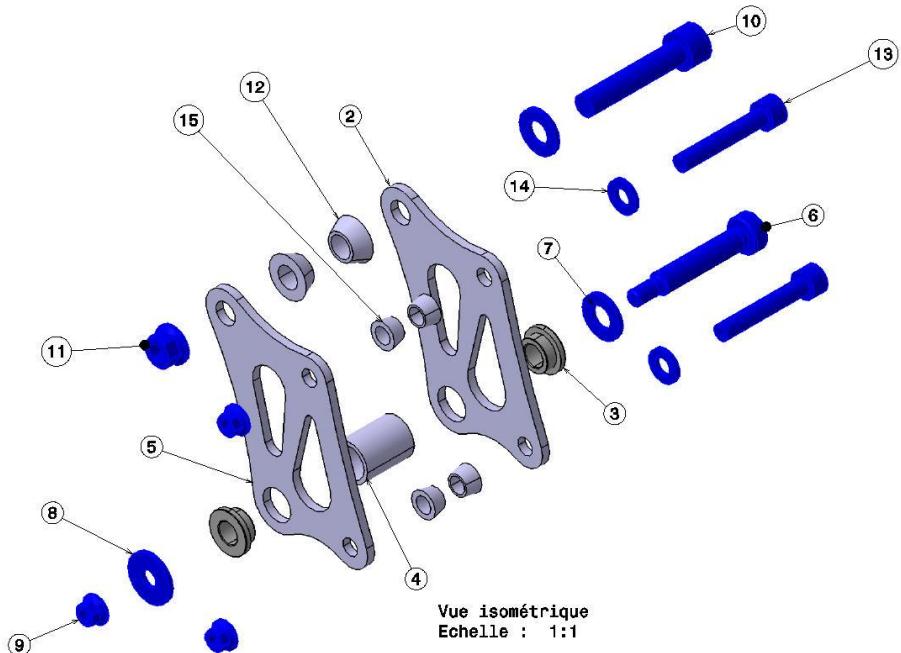
# Basculeurs - identification

MCU



Basculeurs avant

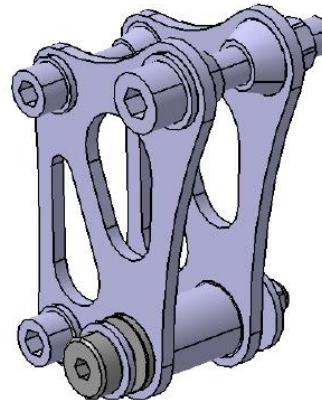
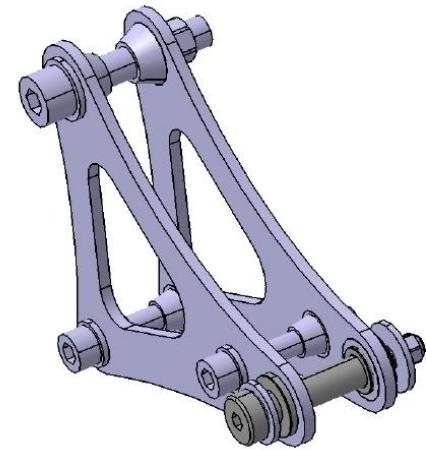
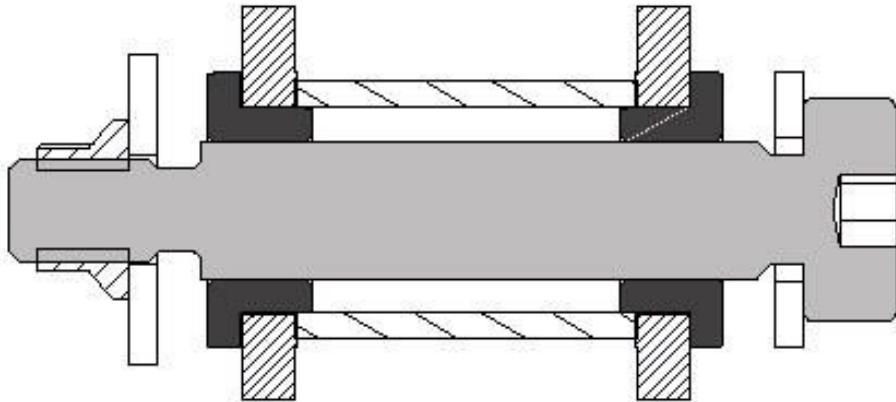
11/12/2019



Basculeurs arrière

# Basculeurs - assemblage

MCU



# Basculeurs - liste

MCU

Fait:

- ✓ étude collisions
- ✓ simulations basculeurs
- ✓

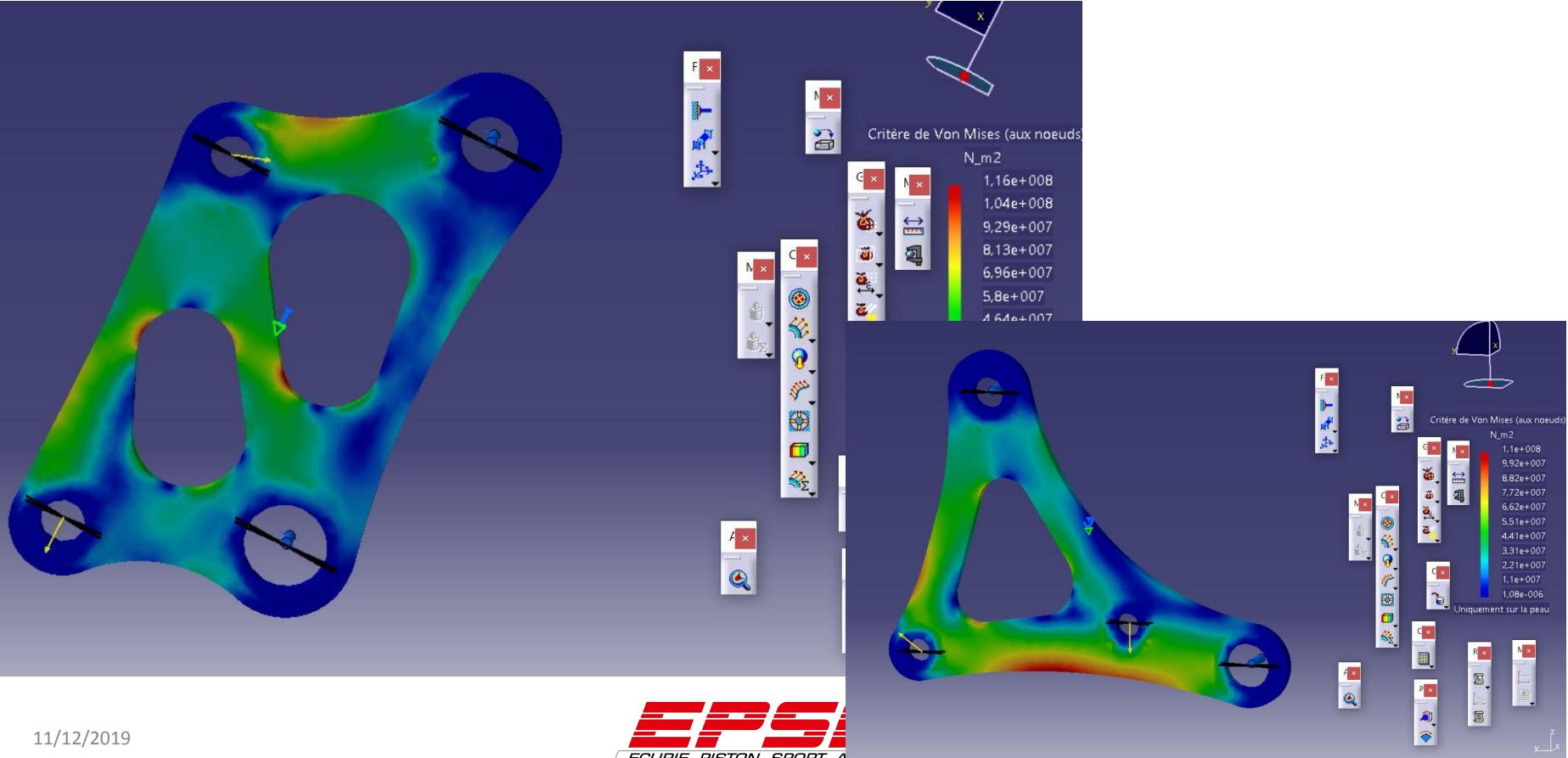
Pas fait:



intégration capteur de débattement

# Basculeurs - simulations

MCU



# Basculeurs - bilan massique

MCU

SU_A0800		front bell crank		212,00
	SU_A08001	Rocker	2	83,00
	SU_A08002	Pivot Joint Spacer	1	10,00
	SU_A08003	brushing	2	5,00
	31_520_6_35		1	21,00
	rondelle_M8		1	2,00
	rondelle_M6L		1	3,00

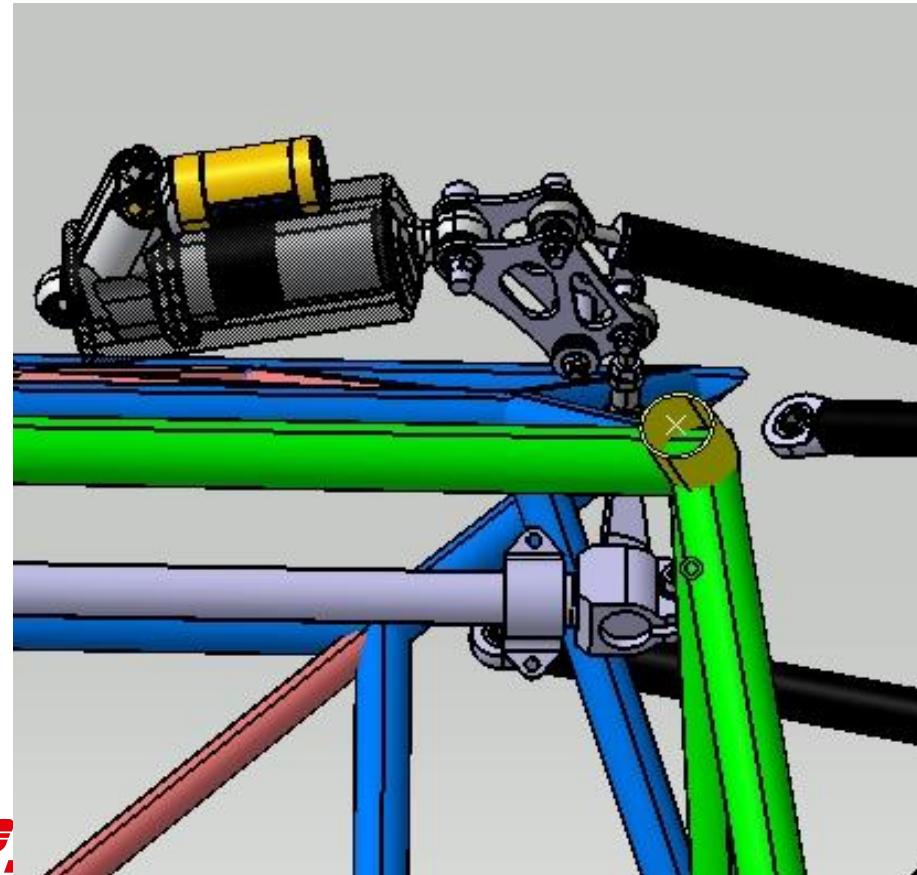
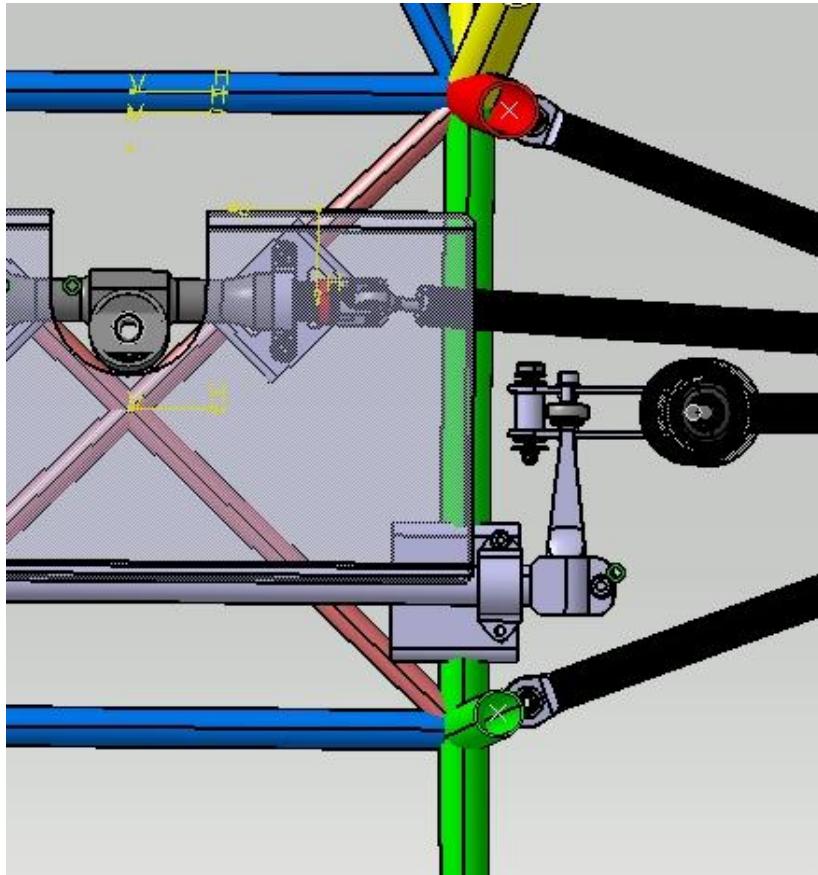
SU_A0800		rear bell crank		144,00
	SU_08001	Rocker	2	49,00
	SU_08002	Pivot Joint Spacer	1	10,00
	SU_08003	brushing	2	5,00
	31_520_6_35		1	21,00
	rondelle_M8		1	2,00
	rondelle_M6L		1	3,00

# Ordre du jour - LAS

1. freinage
  2. roue équipée avant
  3. roue équipée arrière
  4. triangles
  5. basculeurs
  6. barre antiroulis (BAR)
  7. direction
  8. transmission secondaire
- 1.1. positionnement
  - 1.2. identification des pièces
  - 1.3. assemblage de pièces
  - 1.4. liste
  - 1.5. calcule de raideur
  - 1.6. simulations
  - 1.7. bilan massique

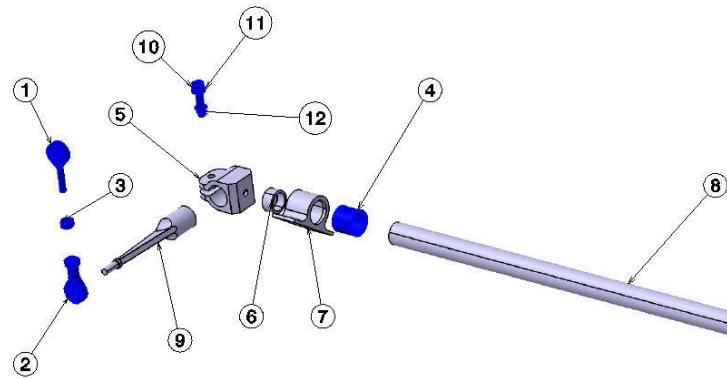
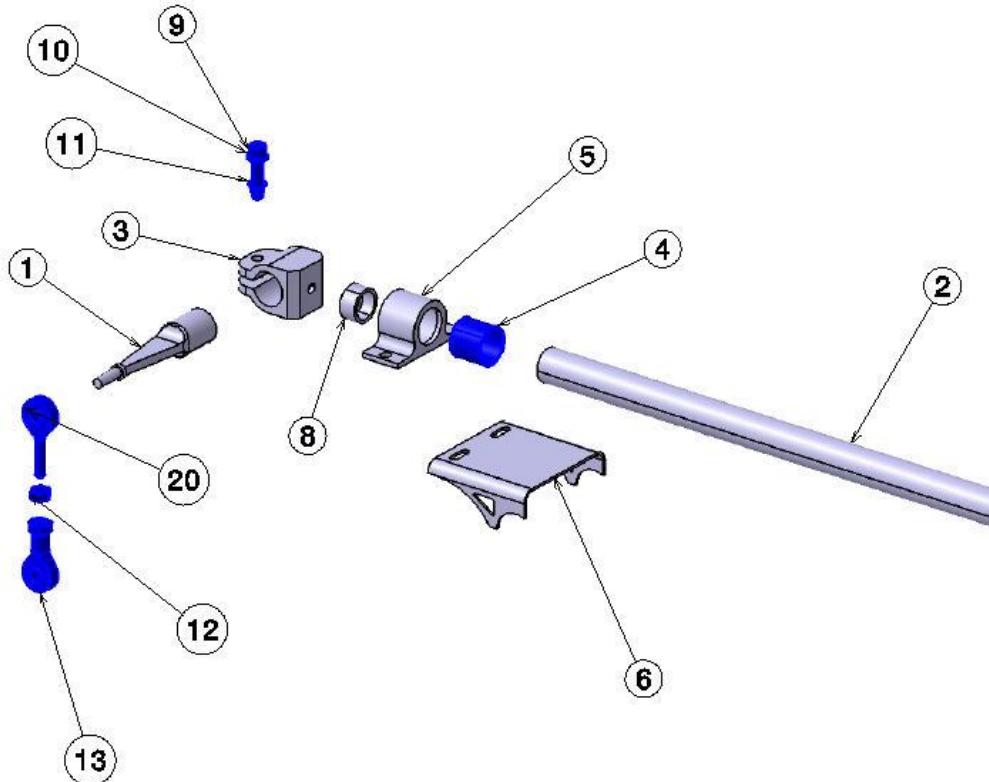
# BAR Avant - positionnement

PAX+ RNL



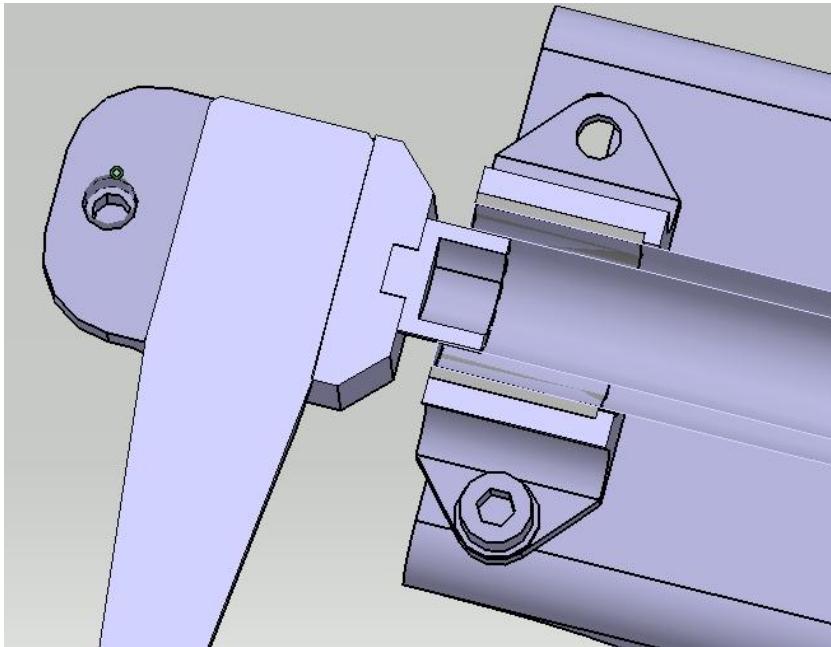
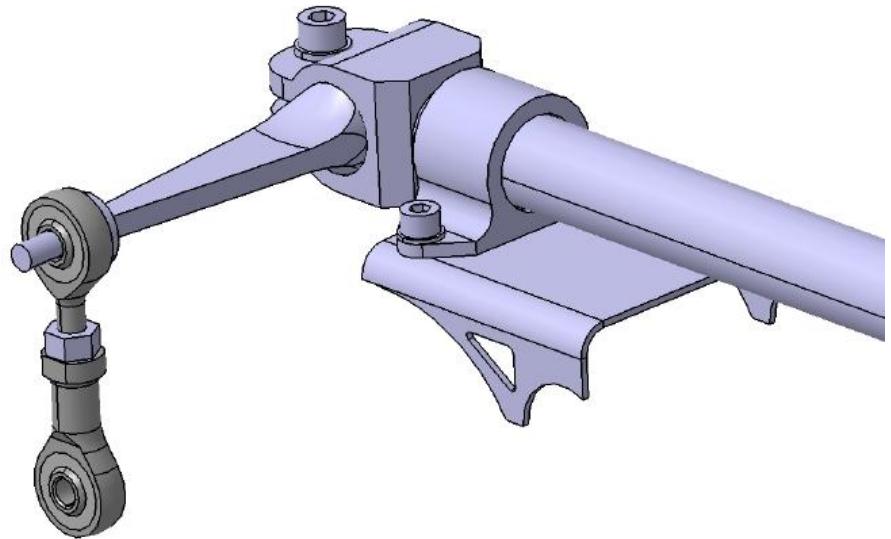
# BAR - identification

PAX+RNL



# BAR - assemblage

PAX+RNL



Fait:

- ✓ calcul raideur
- ✓ simulations couteaux
- ✓ validation fabricabilité par Boisard (RdV du 5/12/19)

Pas fait:



- ✗ simulations supports couteaux
- ✗ simulation barre de torsion avec paliers
- ✗ chapes AV et AR

justificatiion cible  
simus FEA

# BAR - bilan massique

PAX+RNL

SU_A1400	Front Anti Roll Bar		1221,00	SU_A1500	Rear Anti Roll Bar		1241,00
SU_14001	torsion bar	1	509,00	SU_15001	torsion bar	1	529,00
SU_14002	blade	2	124,00	SU_15002	blade	2	124,00
SU_14003	rocker link	2	54,00	SU_15003	rocker link	2	54,00
SU_14004	bar plug	2	8,00	SU_15004	bar plug	2	8,00
SU_14005	blade support	2	128,00	SU_15005	blade support	2	128,00
SU_14008	brushing	2	18,00		brushing	2	18,00
	chape x	1			chape x	1	
	chape y	1			chape y	1	
6x25CHC		2	9,00	6x25CHC		2	9,00
rondelle_M8		2	1,00	rondelle_M8		2	1,00
kNut_M8		2	2,00	kNut_M8		2	2,00
5x12CHC		4	4,00	5x12CHC		4	4,00
rondelle_M5		4	1,00	rondelle_M5		4	1,00
kNut_M5		4	1,00	kNut_M5		4	1,00

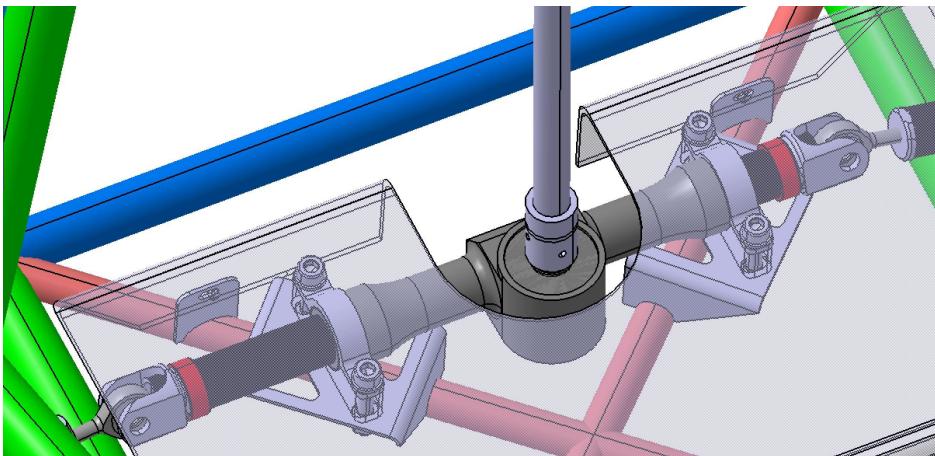
BAR Optimus (AV + AR) = 1946 g

# Ordre du jour - LAS

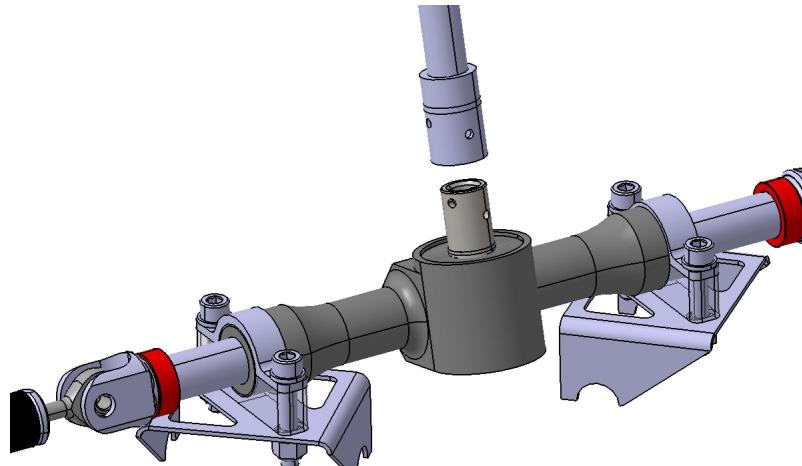
1. freinage
  2. roue équipée avant
  3. roue équipée arrière
  4. triangles
  5. basculeurs
  6. barre antiroulis (BAR)
  - 7. direction**
  8. transmission secondaire
- 1.1. positionnement
  - 1.2. identification des pièces
  - 1.3. assemblage de pièces
  - 1.4. liste
  - 1.5. double cardan
  - 1.6. bilan massique

# Direction - positionnement

SGX



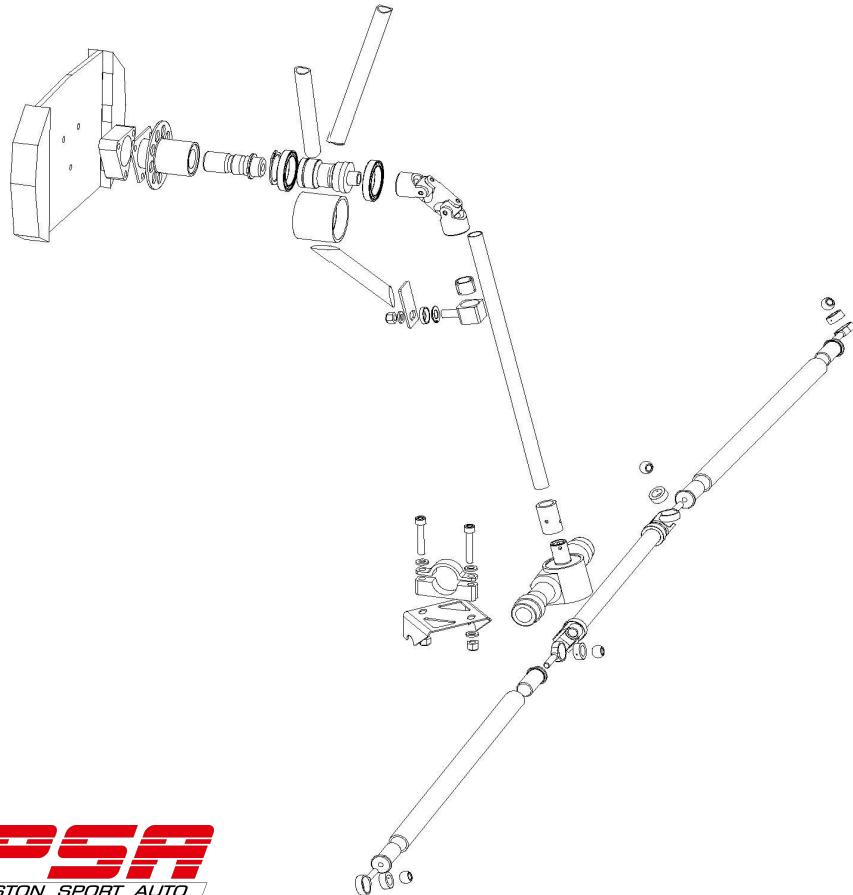
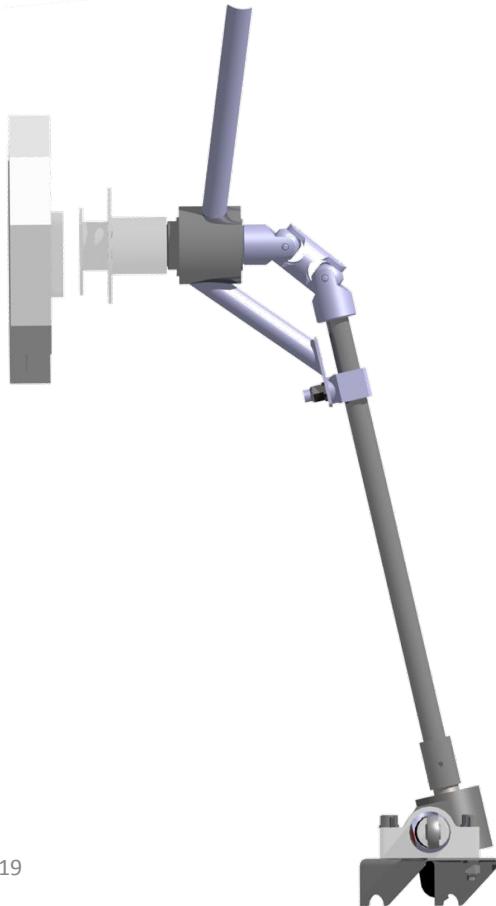
Nouvelle crémaillère Narrco



Couplage colonne-rack réalisé avec deux goupilles élastiques

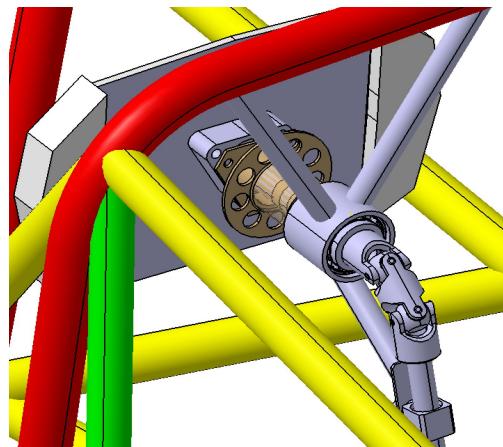
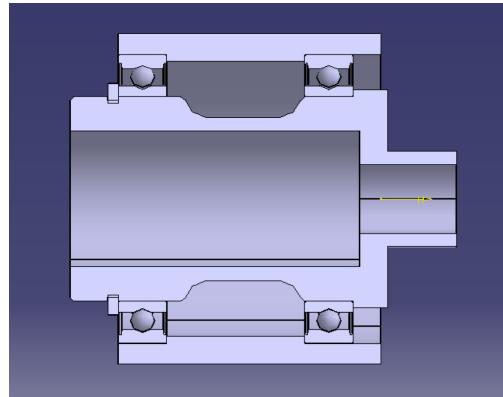
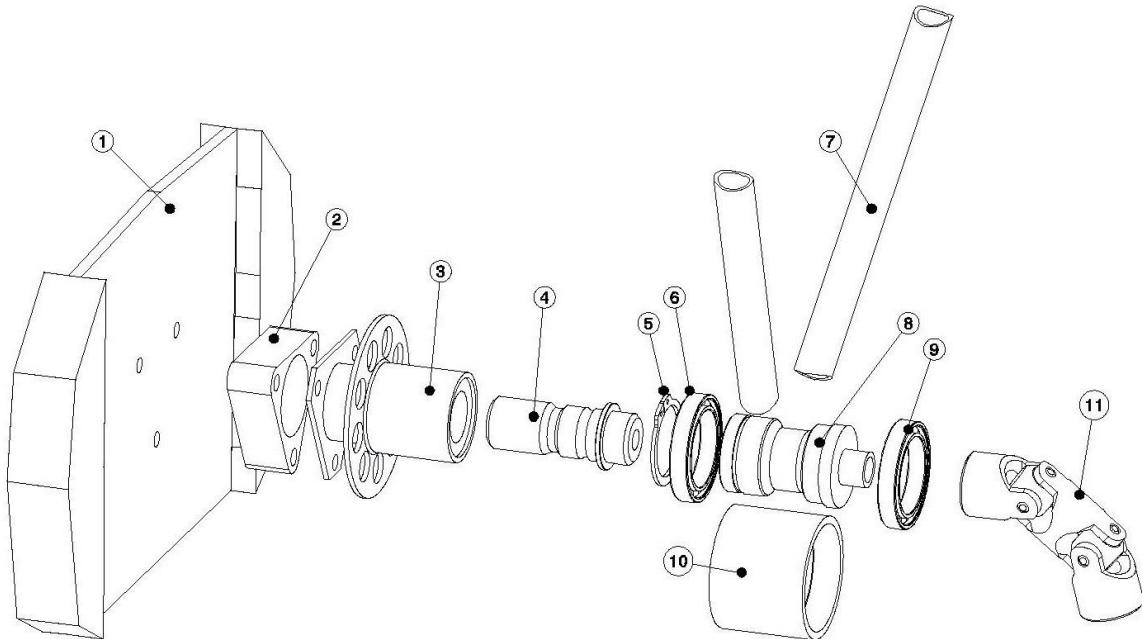
# Direction - identification

SGX



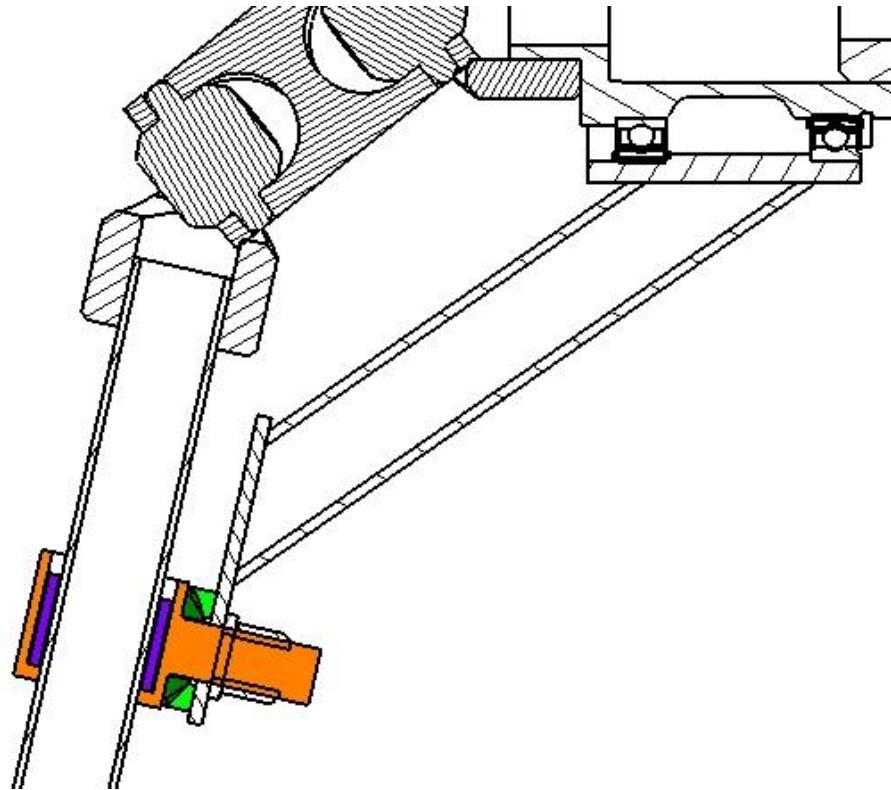
# Direction - assemblage

SGX



# Direction - assemblage

SGX



Fait:

- ✓ isostatisme colonne
- ✓

Pas fait:

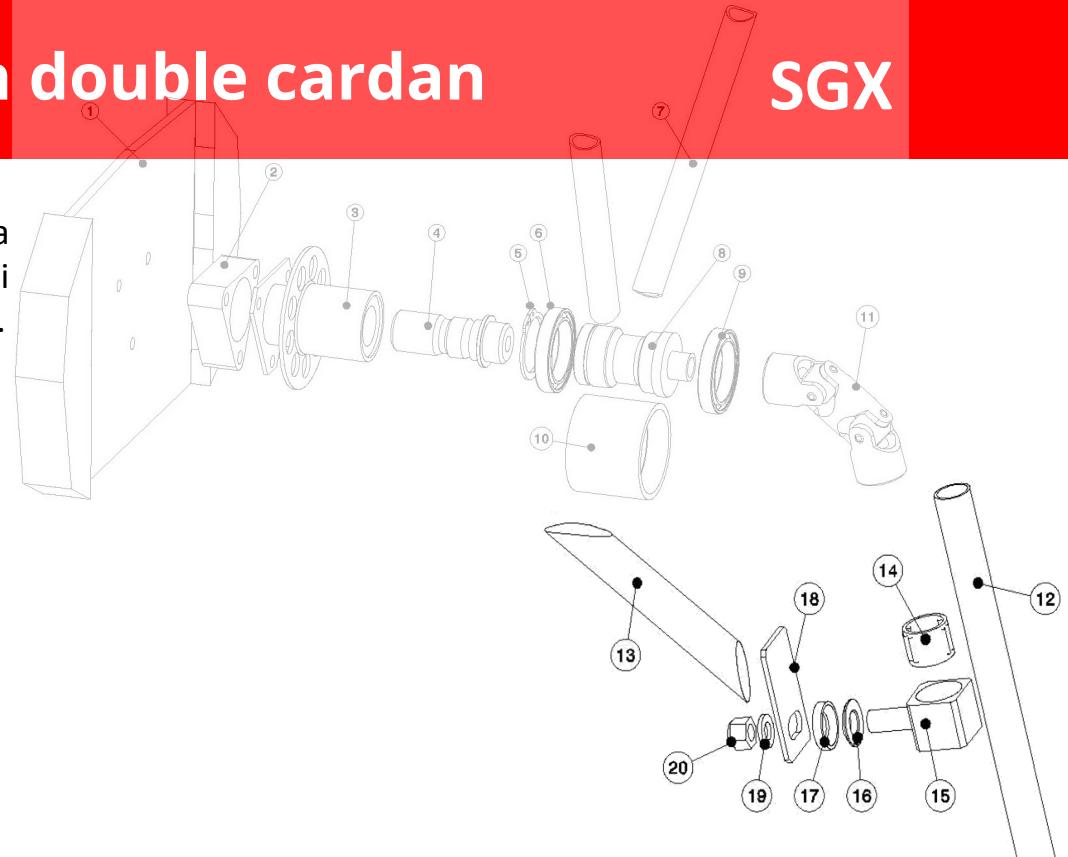
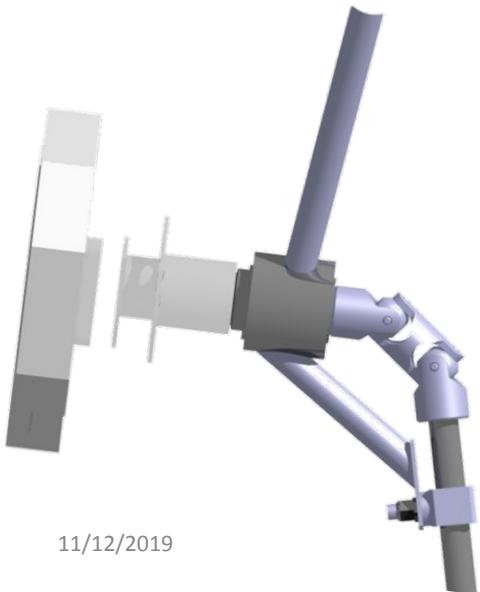


# Direction - Utilisation d'un double cardan

SGX

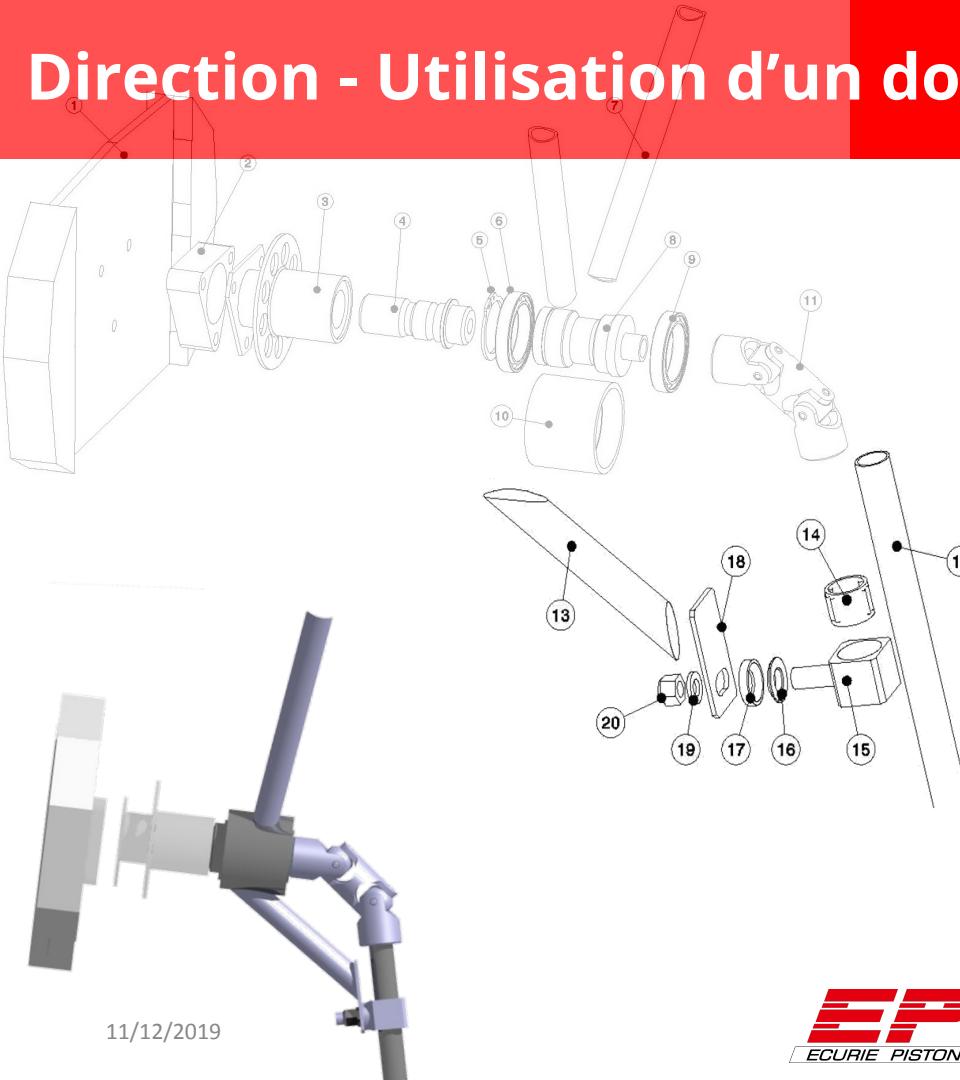
Pour respecter la géométrie d'Ackerman la crémaillère a été placée derrière l'axe des roues ce qui a augmenté l'angle entre la colonne et l'axe du volant.

- utilisation d'un double cardan
- ajout d'une liaison pivot glissante entre la colonne de direction et le châssis.



# Direction - Utilisation d'un double cardan

SGX



Pour respecter la géométrie d'Ackerman la crémallière a été placée derrière l'axe des roues ce qui a augmenté l'angle entre la colonne et l'axe du volant.

- utilisation d'un double cardan
- ajout d'une liaison pivot glissante entre la colonne de direction et le châssis.

+ vue en coupe

# Direction - bilan massique

SGX

BOM à mettre à jour

# Ordre du jour - LAS

1. freinage
2. roue équipée avant
3. roue équipée arrière
4. triangles
5. basculeurs
6. barre antiroulis (BAR)
7. direction
- 8. transmission secondaire**

# Porte-Couronne

VBU

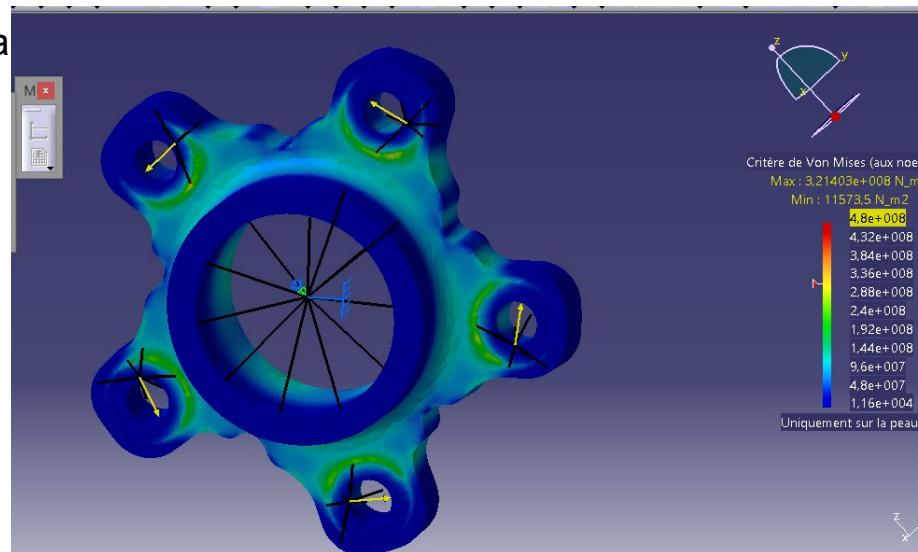
**Matériaux :** Aluminium 7075 T6 ( $\text{Re} = 480 \text{ MPa}$ )

**Masse prévisionnelle :** 0.293kg

**Partenaire concerné :** Drexler (fournisseur), Boisa

**Cas de charge porte couronne** (effort maximum transmissible par les vis) : 15 kN

**Contrainte max = 200MPa**

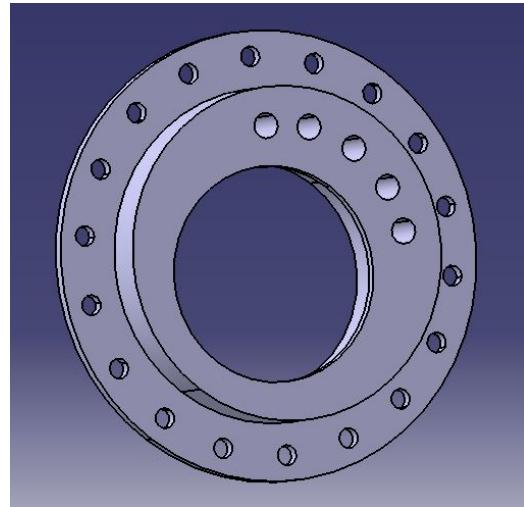


# Excentriques

VBU

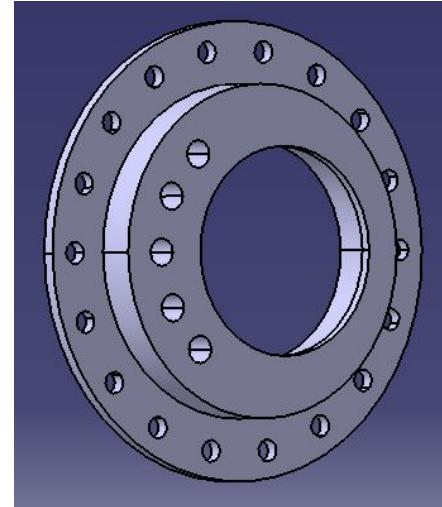
## Excentrique Gauche

Matériaux : Delrin  
Masse : 0,147 kg



## Excentrique Droit

Matériaux : Delrin  
Masse : 0,119 kg



Récupérés de Optimus

# Porte excentrique gauche

VBU

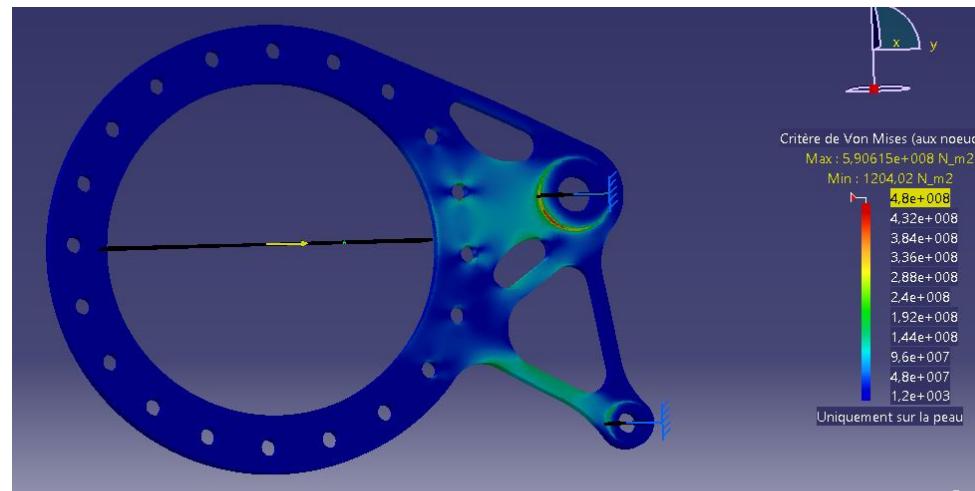
Matériaux : Aluminium 7075 T6 (Re = 480 MPa)

Masse prévisionnelle : 0.375kg

Partenaire concerné : Boisard

Cas de charge différentiel (dû à la force max sur la chaîne) : 47 kN

Contrainte max = 220MPa



# Porte excentrique droit

VBU

**Matériaux :** Aluminium 7075 T6 (Re = 480 MPa)

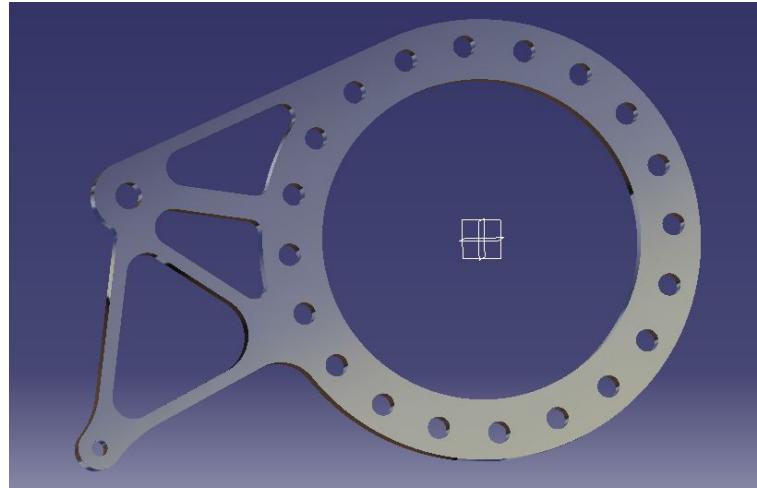
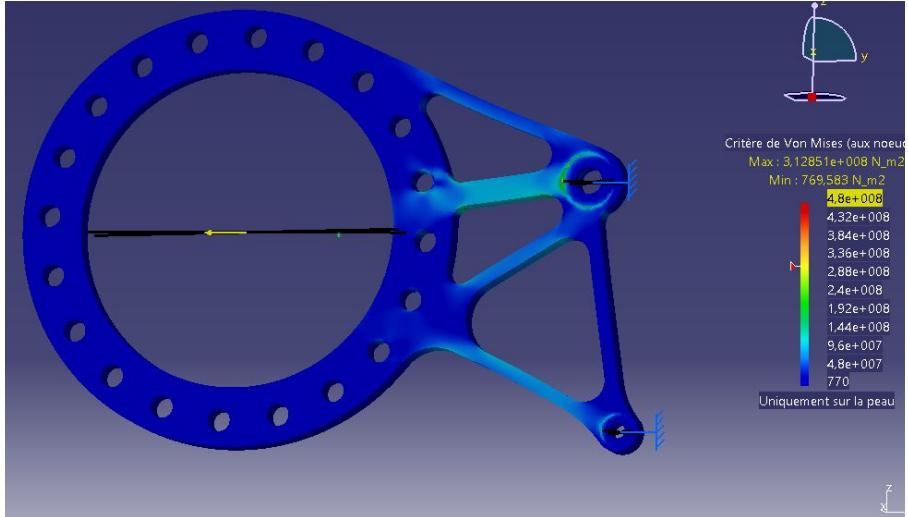
**Masse prévisionnelle :** 0.324kg

**Partenaire concerné :** Boisard

**Cas de charge différentiel**

(dû à la force max sur la chaîne) : 20 kN

**Contrainte max = 215 MPa**



Désignation	Masse	
	Optimus	Invictus
Couronne	350	
Porte-Couronne	350	293
Porte excentrique gauche	480	375
Porte excentrique droit	470	324
<b>TOTAL</b>	<b>1650 (1300)</b>	<b>992</b>

# Fin

Merci pour vos retours et votre attention !