

Le E-SPIDER développé par la société SWINCAR est un véhicule tout terrain électrique permettant de se déplacer sur des chemins très escarpés. Ce véhicule pendulaire a pour vocation la pratique de la randonnée motorisée en milieu montagnard pour le grand public et facilement accessible aux personnes à mobilités réduites (PMR).



Fig. 1 : vues du E-SPIDER

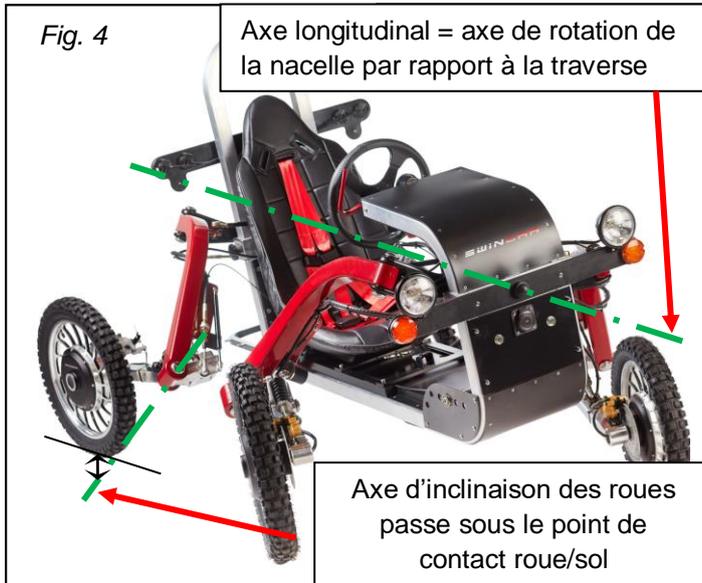


Fig. 2 : E-SPIDER effectuant un virage et en position de dévers



Fig. 3 : franchissement de fossé appelé également franchissement de « pont »

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	22CP42CP	Page 1/17



Le principe de la pendularité se résume en deux points :

① L'ensemble de la nacelle, sur laquelle le pilote prend place, est articulé autour d'un axe de rotation situé au dessus du centre de gravité. Ainsi, tout naturellement, la nacelle voudra se positionner verticalement à faible vitesse et s'incliner dans les virages pour ne pas faire subir les effets d'inerties au pilote (Fig. 4).

② L'axe d'inclinaison des roues doit passer sous le point de contact entre la

roue et le sol afin de permettre à cette dernière de s'incliner dans le même sens et parallèlement au plan médian de la nacelle (ce parallélisme est légèrement modifié suivant le nivellement du terrain et éventuellement le rayon de braquage en virage). La réaction du sol sur le véhicule est ainsi dirigée vers l'intérieur du véhicule (Fig. 4). Cet effet génère un braquage induit.

Pour corriger ce braquage induit sur l'organe de direction, la commande du volant s'effectue autour de l'axe de rotation longitudinal, rendant ainsi indépendant l'inclinaison du véhicule et le braquage. Le pilote conserve ainsi les sensations de pilotage d'une automobile (Fig. 5).



Axe de commande de la direction = axe longitudinal

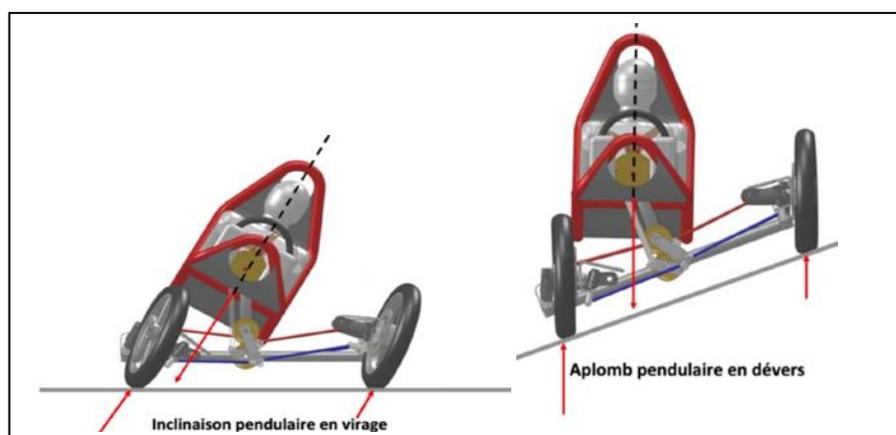


Fig. 6 : exemple de mouvements pendulaires

Le E-SPIDER fonctionne suivant 5 axes (voir Fig. 7) :

- axe longitudinal de la nacelle : axe de la liaison pivot entre la nacelle et les traverses centrales (AV et AR) ;
- axe pivot de direction : axe de la liaison pivot entre les traverses et les jambes cintrées ;
- axe pivot inclinaison de roue : axe entre la jambe cintrée et l'organe de suspension ;
- axe de suspension (ici un ROSTA) : axe entre le composant de suspension et le bras de roue ;
- axe de roue : axe de rotation de la roue par rapport au bras de roue.

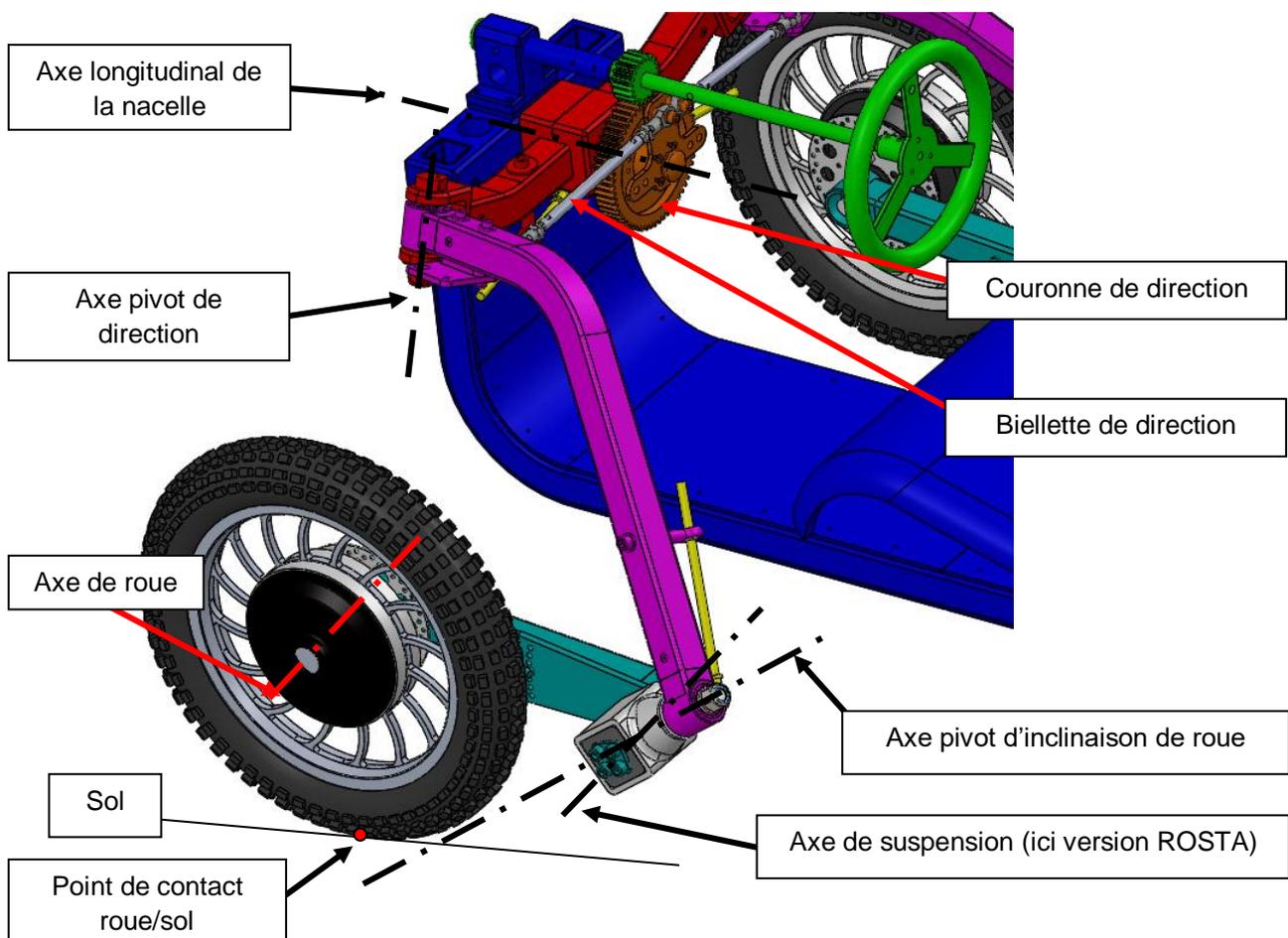


Fig. 7 : axes principaux du E-SPIDER

Le véhicule est mis en mouvement par des moteurs brushless qui sont des **moteurs-roues** en fonderie d'aluminium dont les rayons constituent les ailettes de refroidissement. En version 4 roues motrices, une puissance nominale de 1kW par moteur est délivrée pour un couple maxi de 80 N.m (par moteur).

Les contrôleurs électroniques de puissance permettent notamment la gestion :

- de l'inversion de sens (marche arrière) ;
- du frein moteur et la récupération d'énergie en descente ;
- du paramétrage de la vitesse et du couple.

Les batteries utilisées sont en LiFePo4 (accumulateur lithium fer phosphate) et sont intégrées dans le châssis de la nacelle (sous l'assise). Elles délivrent une tension de 48 V et ont une capacité d'environ 80 Ah permettant de délivrer les 4 kWh nécessaires au fonctionnement du véhicule. Elles sont rechargeables en 2h. Leur autonomie permet de réaliser un parcours en montagne de 3h30min avec un dénivelé de 1000 m positif (montée) sur un parcours de 50 km.

Fig. 8 : repérage des principaux composants du E-SPIDER

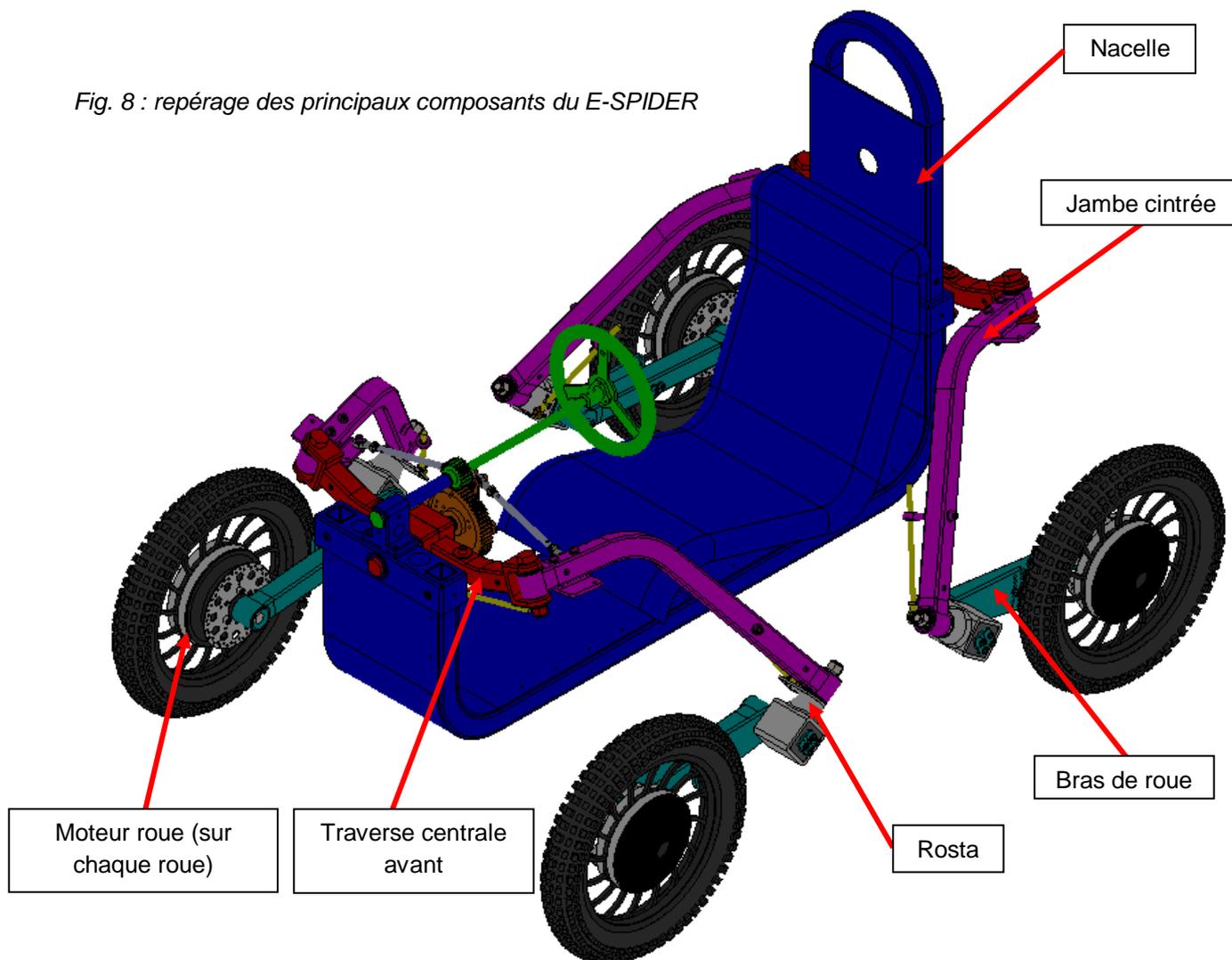
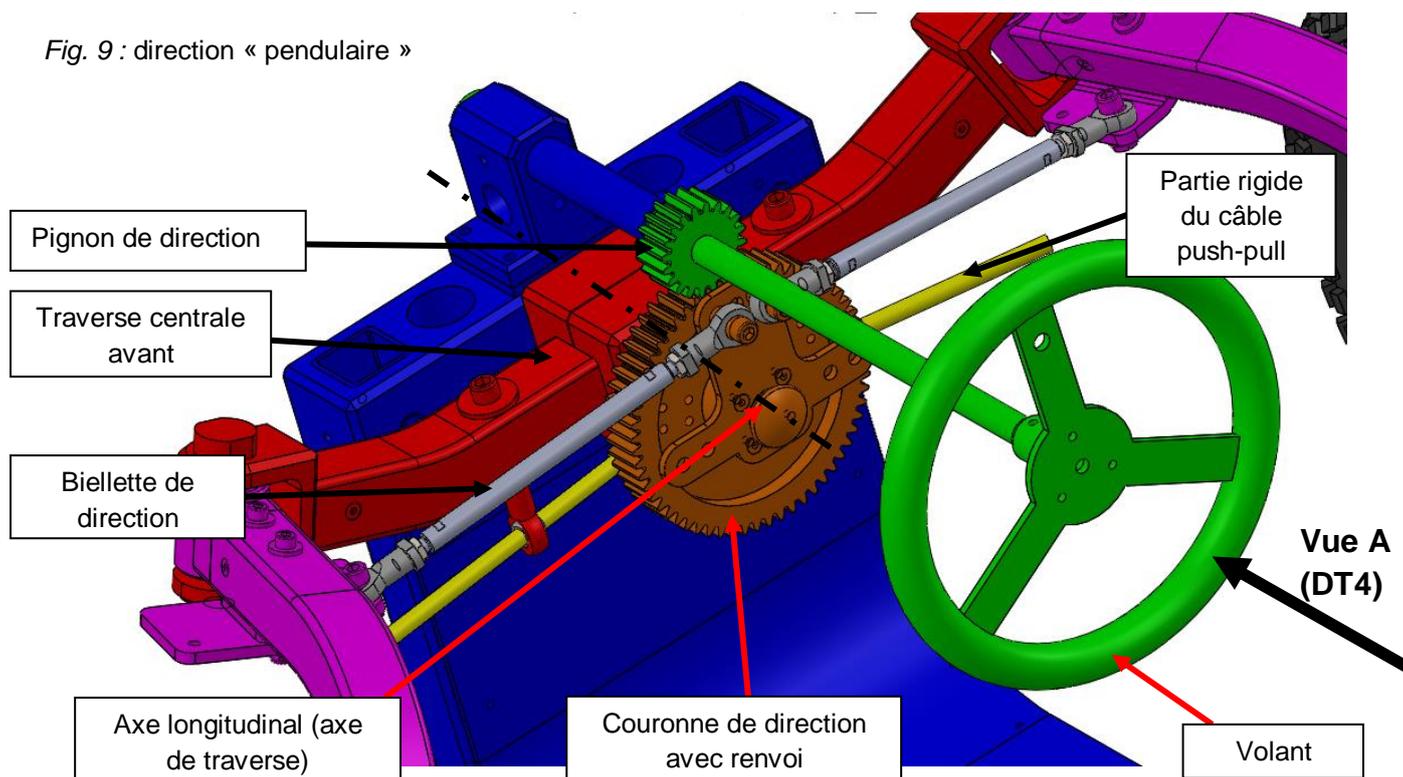
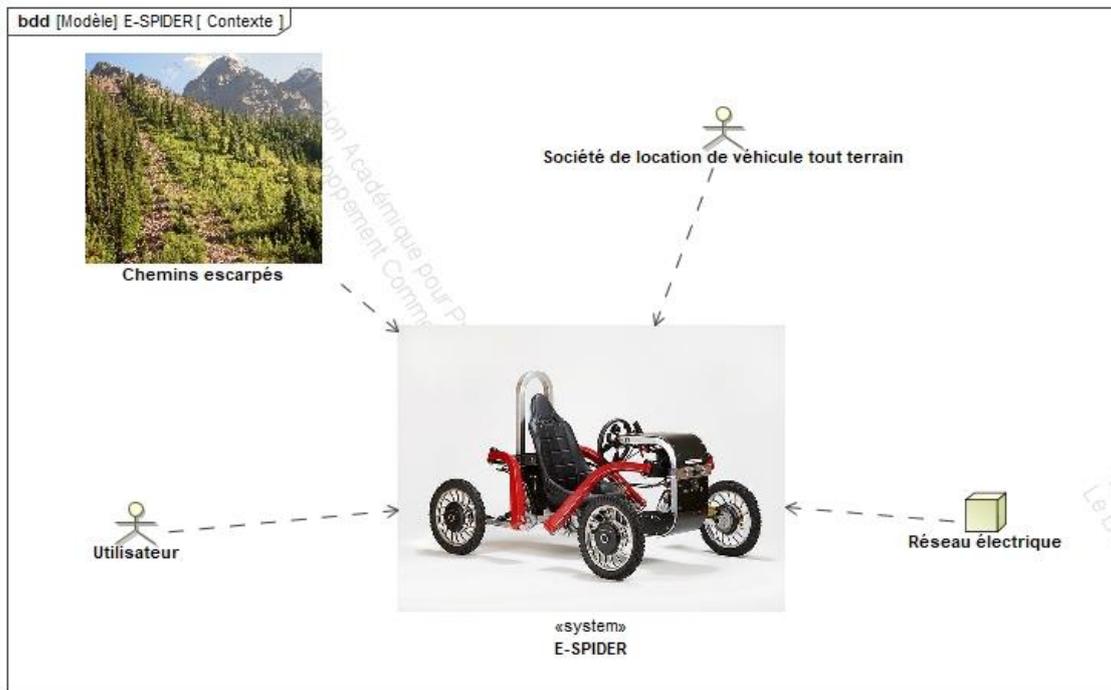


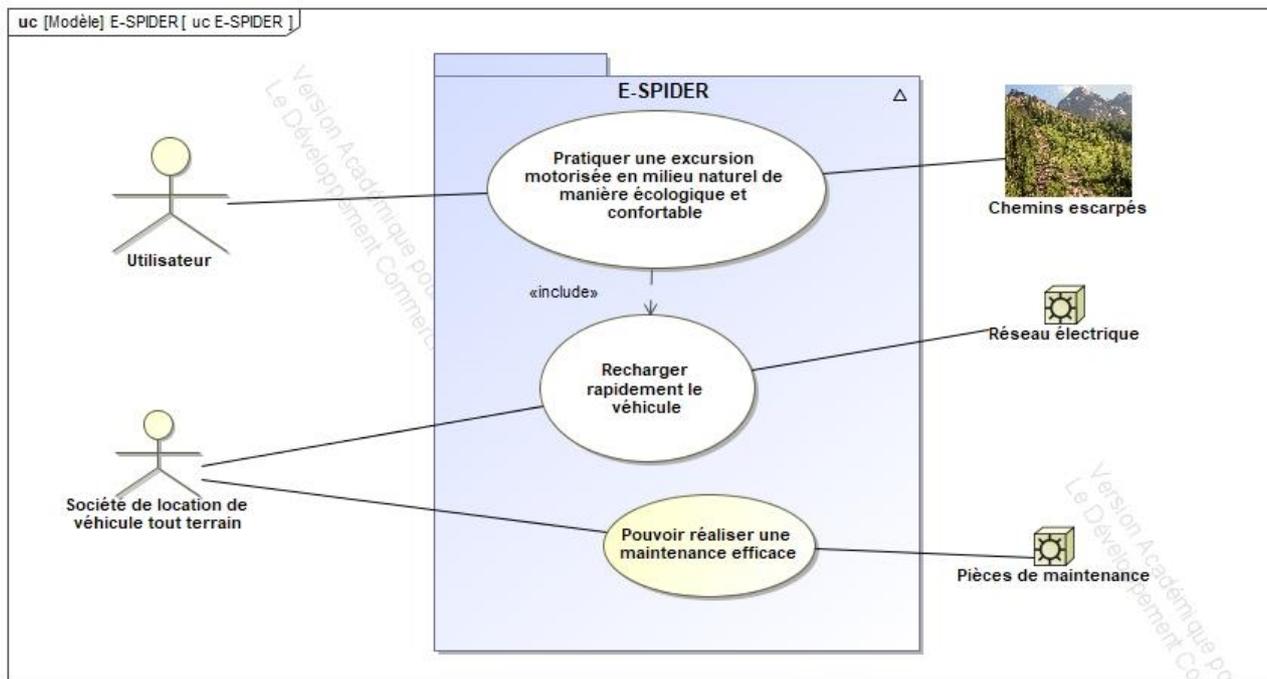
Fig. 9 : direction « pendulaire »



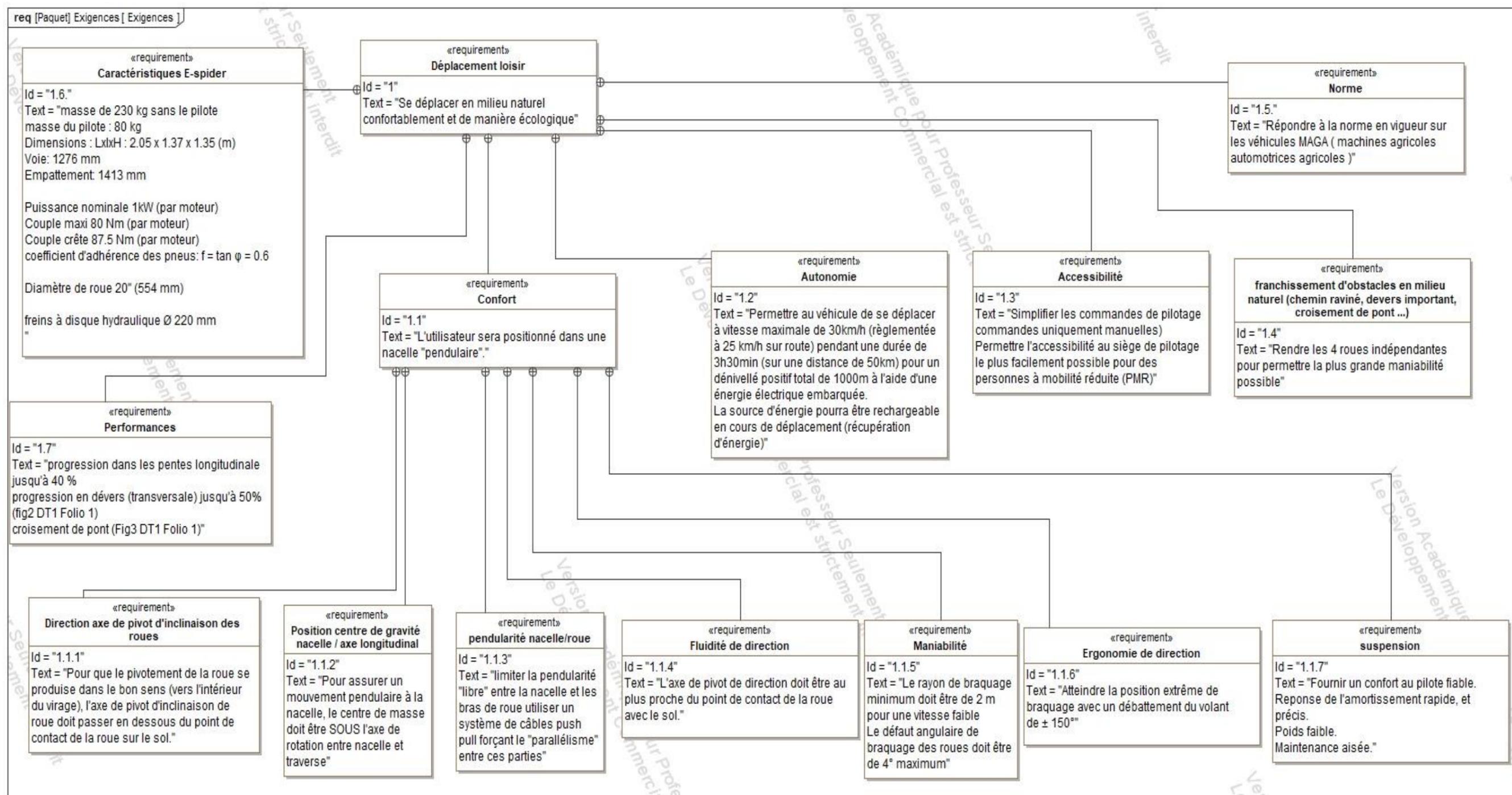
1. Diagramme de contexte



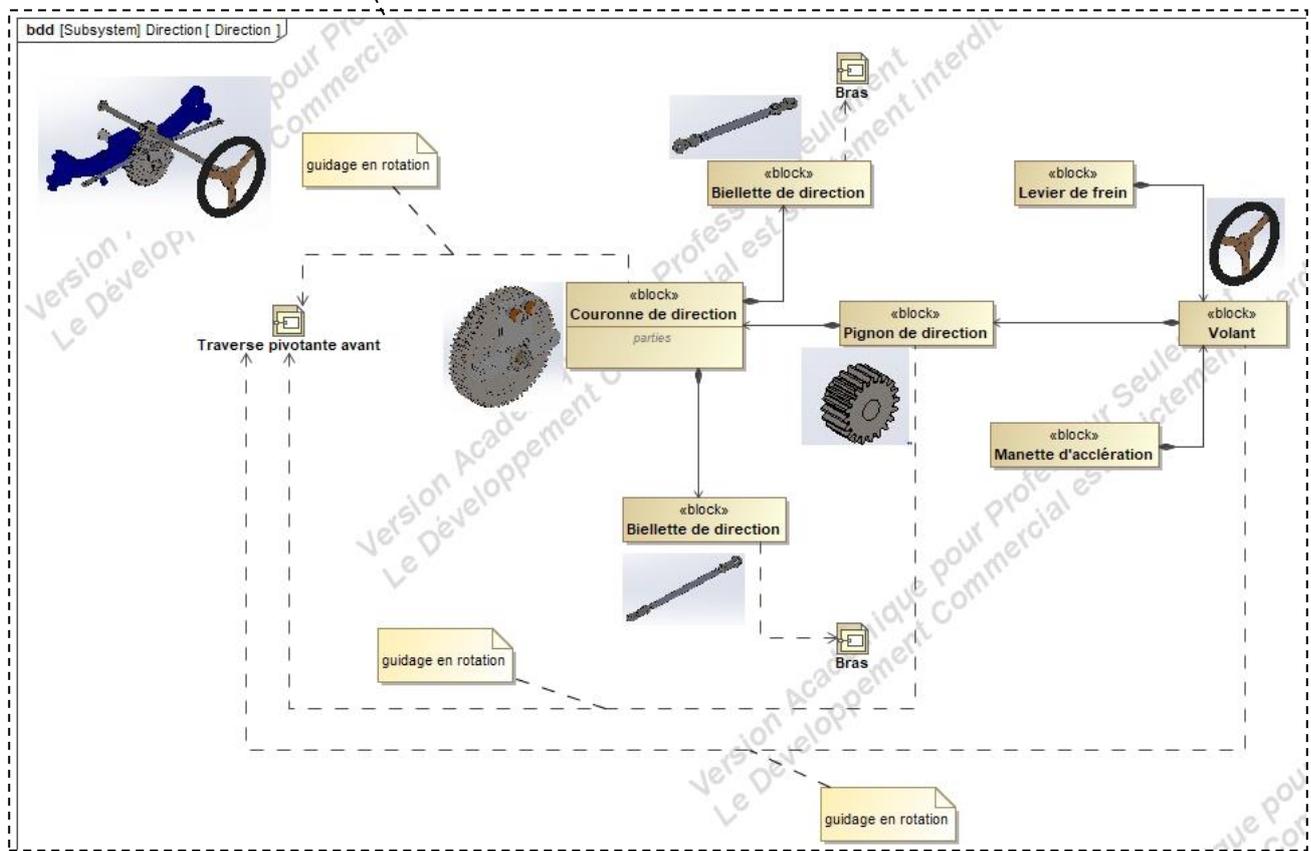
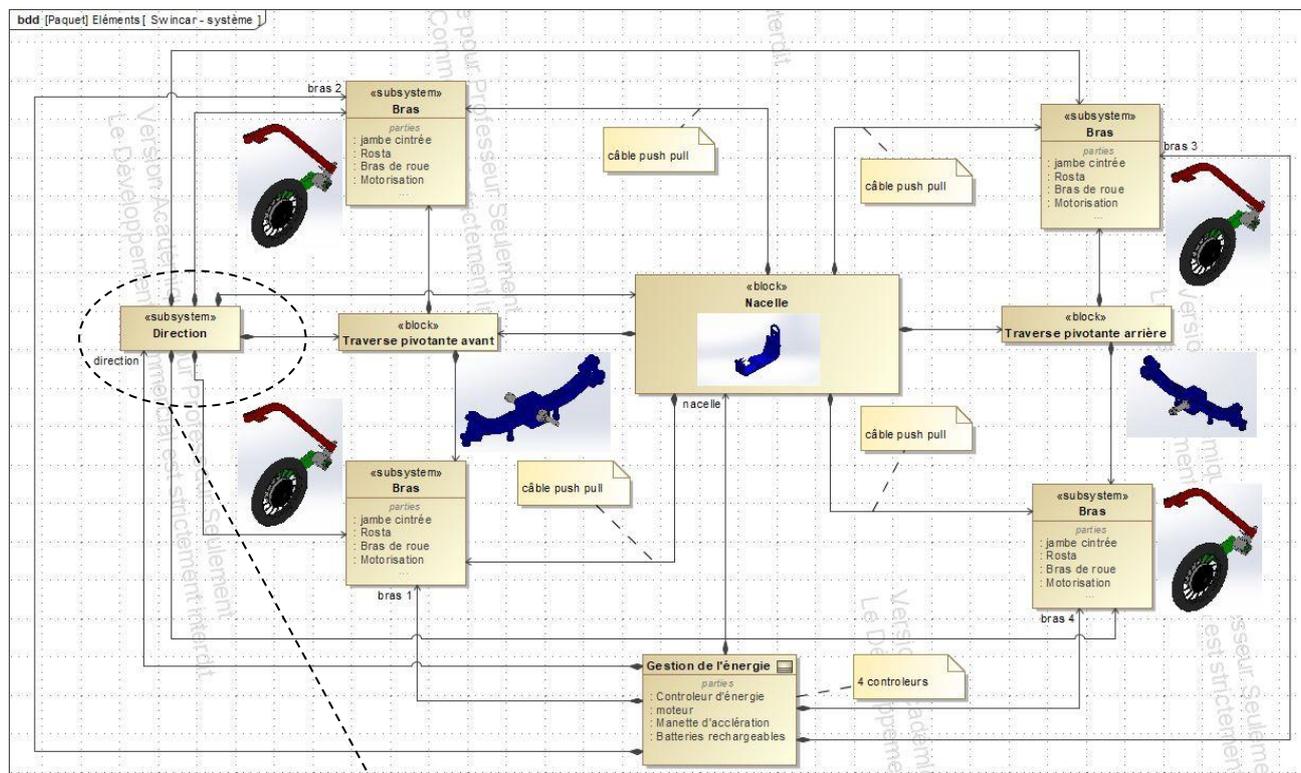
2. Diagramme de cas d'utilisation



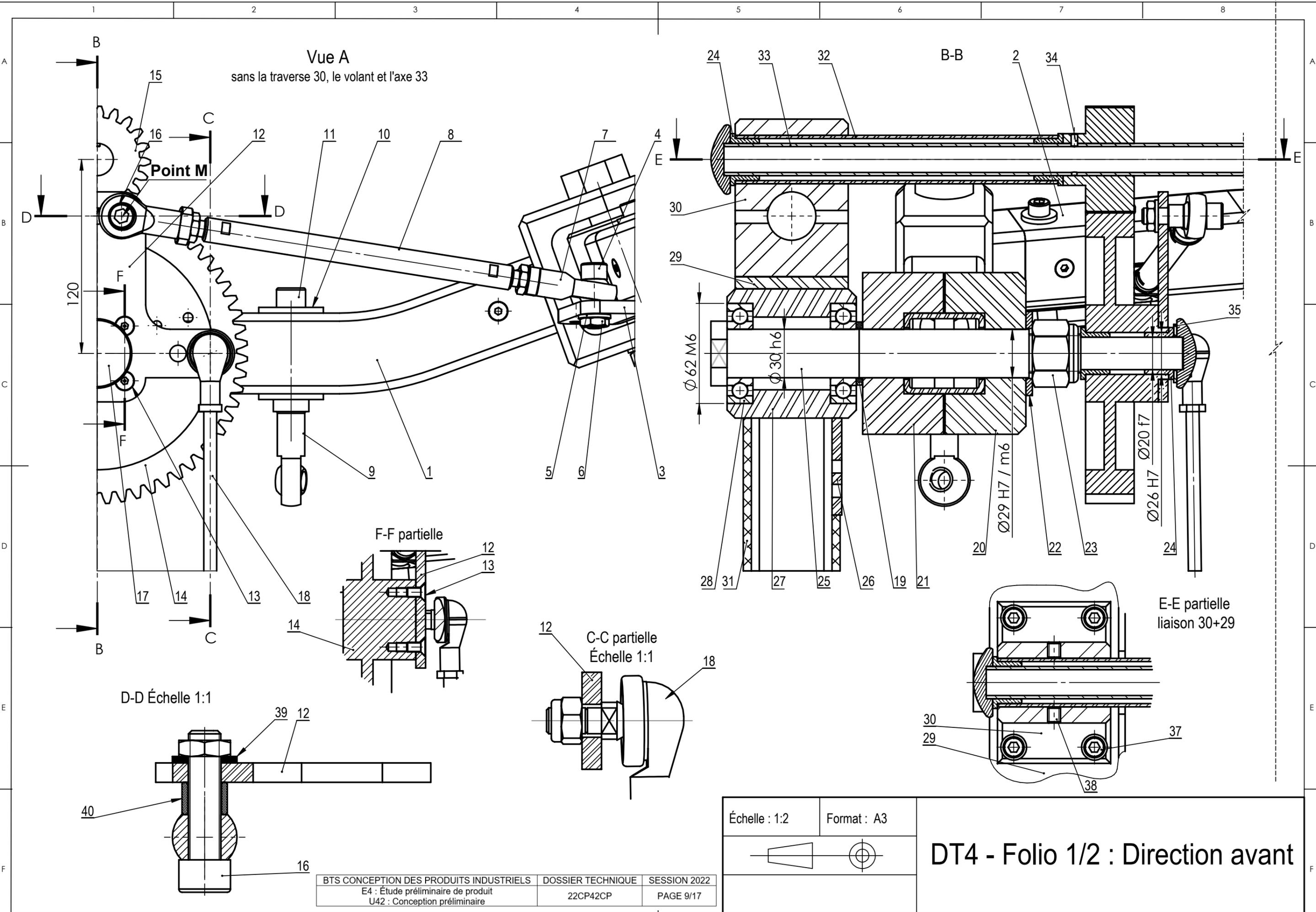
3. Diagramme des exigences



4. Diagramme de définition des blocs



Vue A
sans la traverse 30, le volant et l'axe 33



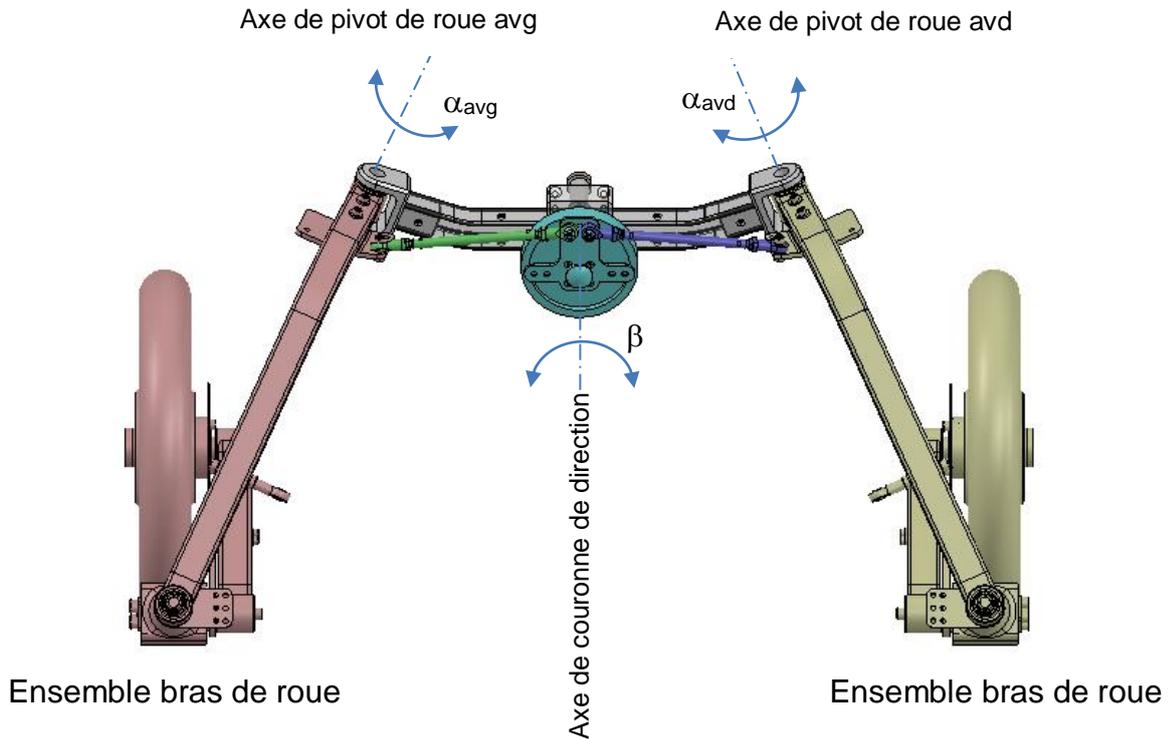
Échelle : 1:2	Format : A3

DT4 - Folio 1/2 : Direction avant

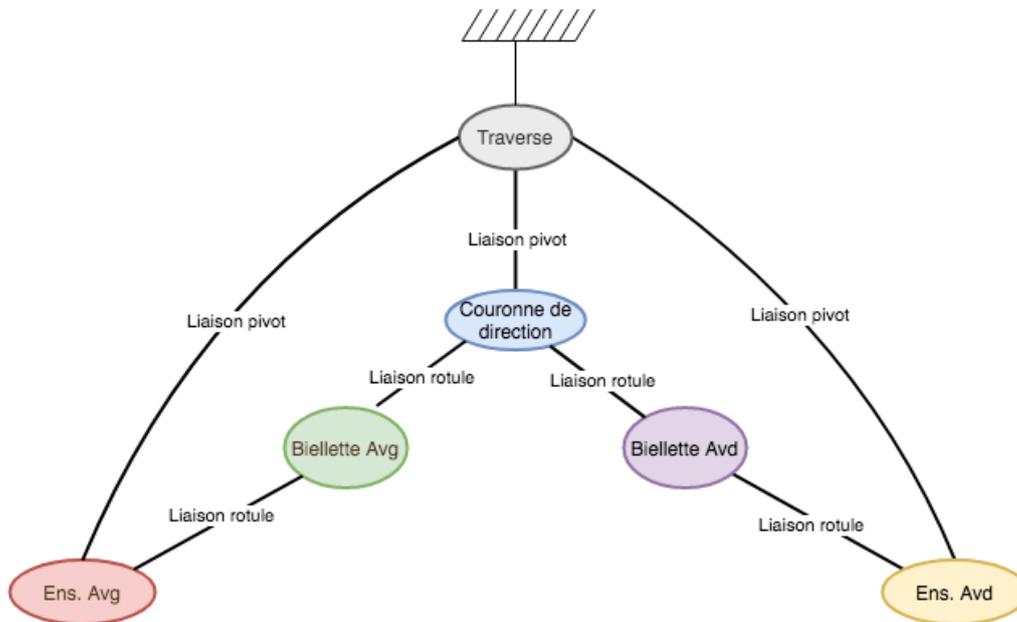
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit	22CP42CP	PAGE 9/17
U42 : Conception préliminaire		

Rep.	Nb.	Désignation	Matériau	Observations
1	1	Traverse centrale avant	EN AW 2024	
2	4	Jambe cintrée	EN AW 1050	
3	4	Plaque coudée ancrage biellette	EN AW 1050	
4	4	Vis CHC M10 - 30		
5	6	Rondelle plate Z - M10		
6	10	Écrou HM - M10		
7	4	Embout rotulé		Unibal
8	2	Biellette de direction		
9	2	Rotule femelle 12 mm pour câble push-pull		
10	4	Rondelle plate LLE - 12x40		
11	2	Vis CHC M12 - 80		
12	1	Plaque couronne de direction	EN AW 1050	
13	4	Vis FHC M6 - 12		
14	1	Couronne de direction $Z_c = \dots$ dents	15 Cr Ni 6	m = 3 mm
15	1	Pignon de direction $Z_p = 20$ dents	15 Cr Ni 6	m = 3 mm
16	2	Vis CHC M10 - 40		
17	2	Calotte d'arrêt		Starlock
18	2	Push pull de direction		
19	1	Rondelle usinée 30x39x4	S235	
20	1	Demi bride A de traverse	EN AW 1050	
21	1	Demi bride B de traverse	EN AW 1050	
22	1	Rondelle plate Z - 30		
23	1	Écrou hexagonal autofreiné - M24		
24	4	Coussinet autolubrifié 20 - 26		
25	1	Axe de traverse	S235	
26	1	Traverse ancrage Push-pull	EN AW 1050	
27	1	Traverse nacelle usinée	EN AW 1050	
28	2	Roulement radial à une rangée de billes 30x62x16		
29	1	Plaque sous palier de direction	EN AW 1050	
30	1	Palier de direction	EN AW 1050	
31	2	Demi plancher	PE HD	
32	1	Tube palier de direction	EN AW 1050	Serré dans 30
33	1	Arbre de direction	S235	
34	1	Vis sans tête bout plat M4 - 6		
35	1	Rondelle plate S - 20		
36	4	Rondelle plate ZE M8		
37	4	Vis CHC M8 - 45		
38	2	Vis sans tête bout plat M8 - 10		
39	2	Rondelle plate Z - 10		
40	2	Entretoise	X2CrNiMo17-12	

Architecture du mécanisme de direction avant, vue depuis le siège du pilote :



Grphe des liaisons du mécanisme de direction avant :



Calcul du degré d'hyperstaticité du mécanisme :

$$h = N_s - 6 (p - 1) + m_u + m_i$$

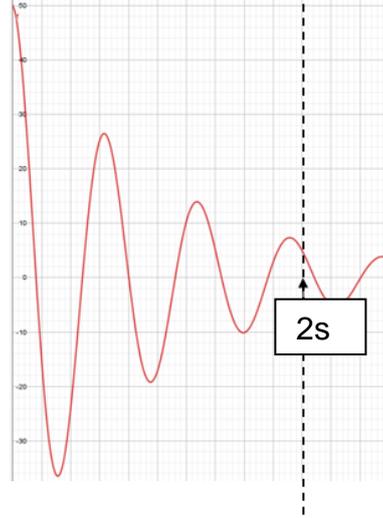
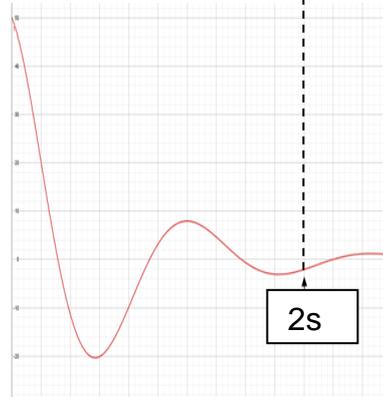
avec : h : degré d'hyperstaticité ;

N_s : nombre d'inconnues statiques ;

p : nombre de pièces du mécanisme bâti (Traverse) compris ;

m_u : nombre de mobilités utiles du mécanisme ;

m_i : nombre de mobilités internes du mécanisme.

Critères	Poids	Coût	Choc	Maintenance et réglage	Mise en œuvre	Performances d'amortissement (amplitude / temps de réponse)
<p>ROSTA (système actuel)</p> 	1,83 kg	-	+++	--	++	<p>Courbe 1</p> 
<p>Lame en carbone</p> 	200 g (pièces de liaisons comprises)	--	---	+	++	<p>Courbe 2</p> 
<p>Amortisseur de VTT</p> 	300g (chapes comprises)	++	++	++	++	<p>Courbe 3</p> 

--- : très mauvais

+++ : très bon

Amortisseur DT DNM

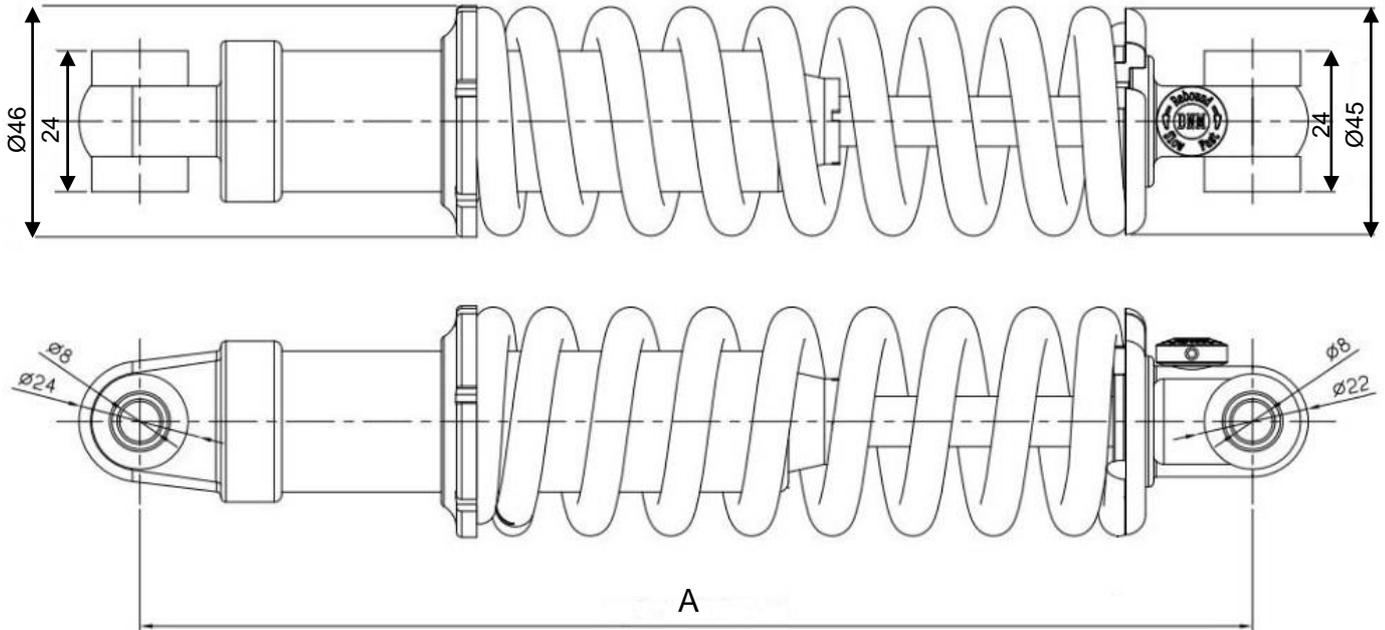
DV-22AR



Weight	0,22 KG (0,49 lb), 190 mm (7,48 inch)
Adjustments	Rebound / Preload
Damper shaft	Hard chromed shock \varnothing 10 mm (0,39 inch) shaft, Dark hard-anodized AL-6061 "in one piece" shock body.
Riding style	XC / AM / Electric wheelchair
Color	Black

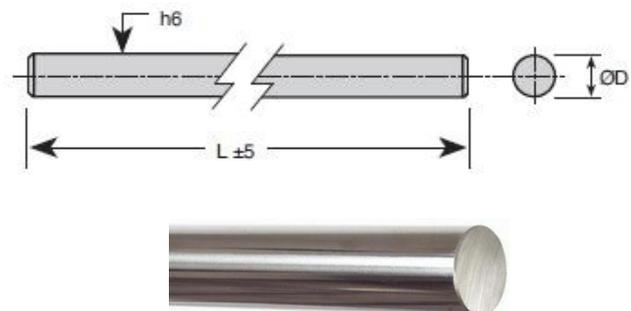


A (\pm 2mm)	B (\pm 2mm) - Course
165	35
190	50
200	55



Axe Rectifié

Réf.	\varnothing D nominal (h6)	Longueur (mm)
Z-5-1000 A	5	1000
Z-6-1000 A	6	1000
Z-8-1000 A	8	1000
Z-10-1000 A	10	1000
Z-12-1000 A	12	1000
Z-14-1000 A	14	1000
Z-15-1000 A	15	1000
Z-16-1000 A	16	1000
Z-18-1000 A	18	1000
Z-20-1000 A	20	1000

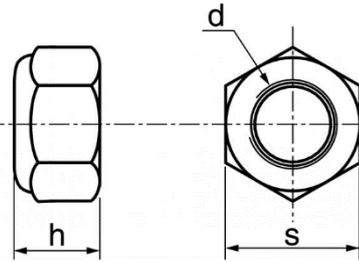
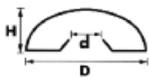


CALOTTES AUTOBLOQUANTES

ÉCROU H freiné avec bague nylon

Applications :

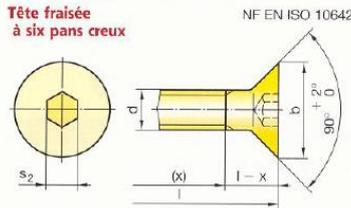
- fixation indémontable de roues sur axes ;
- s'adapte sur des axes bruts non usinés et en protège l'extrémité.



d (mm)	D (mm)	H (mm)
4	12	4
5	12	4
6	16	5
7	16	5,8
8	16	5,8
10	20	6
12	22	7
14	22	8
16	30	9
17	30	9
20	38	12
25	43	13

ø d nominal	h _{max} (mm)	s (mm)
M2,5	4,3	5
M3	4,5	5,5
M4	5,7	7
M5	6,3	8
M6	8	10
M8	10,8	13
M10	12,4	16
M12	14,2	18
M16	18,8	24
M20	22,7	30

Vis FHC

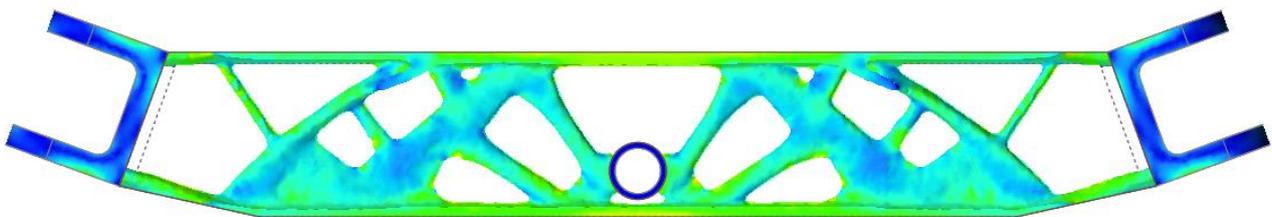
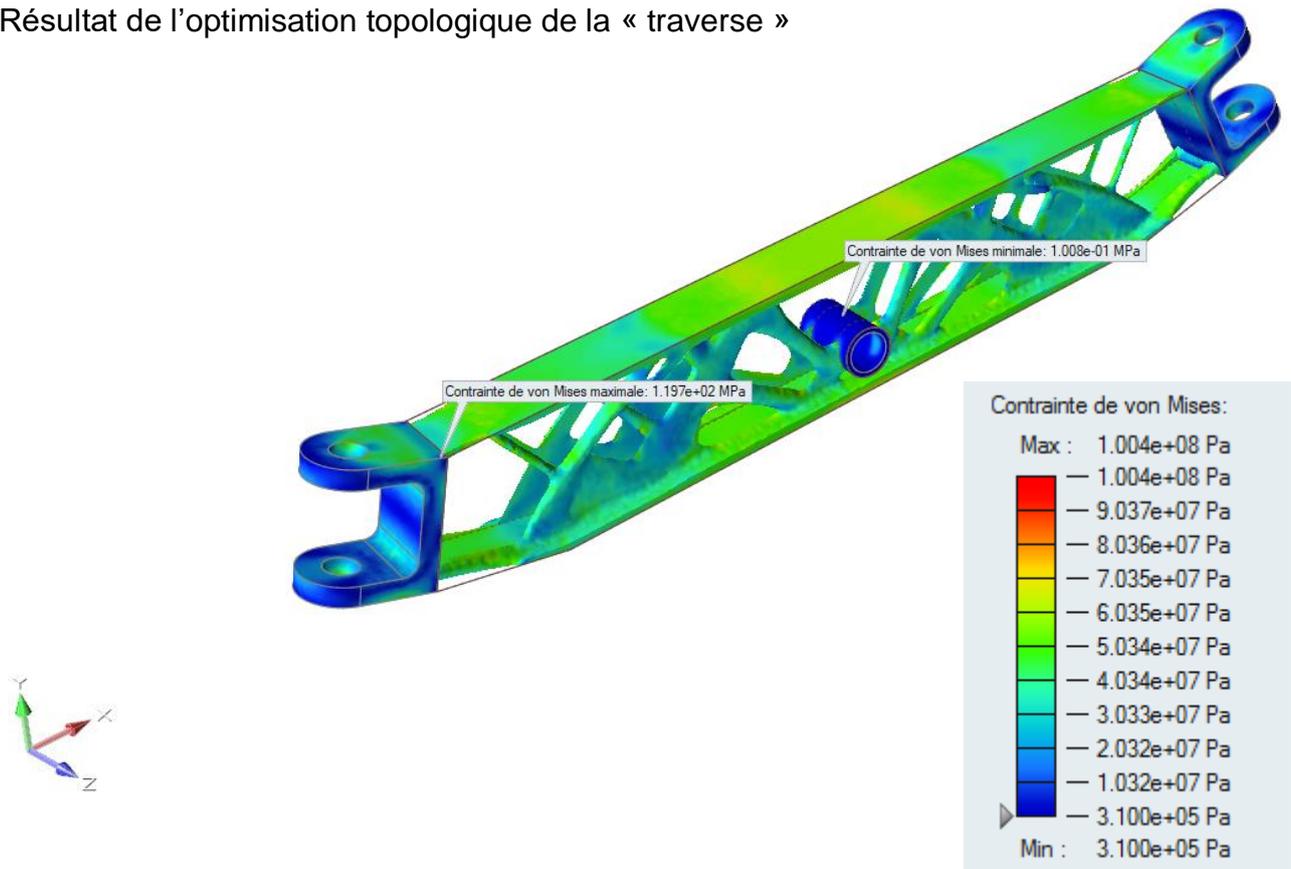


	d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
	b	6	8	10	12	16	20	24	30	36
	s ₂	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Longueurs l* et longueurs filetées x**	6									
	8									
	10									
	12									
	14									
	16									
	18									
	20									
	25	18								
	30	18	20	22						
35		20	22	24						
40		20	22	24	28					

*: toutes les valeurs de l dans la zone grisée correspondent à des tiges entièrement filetées.

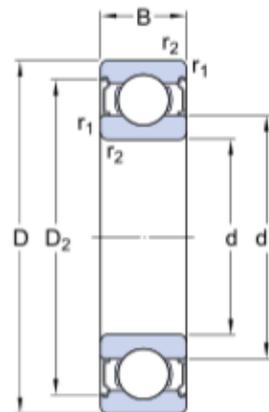
** : les valeurs numériques indiquent les longueurs filetées x des vis partiellement filetées.

Résultat de l'optimisation topologique de la « traverse »



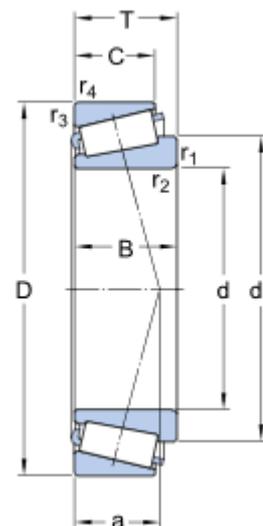
Vue de face de la traverse optimisée

Caratéristiques du roulement actuel (une rangée de billes)



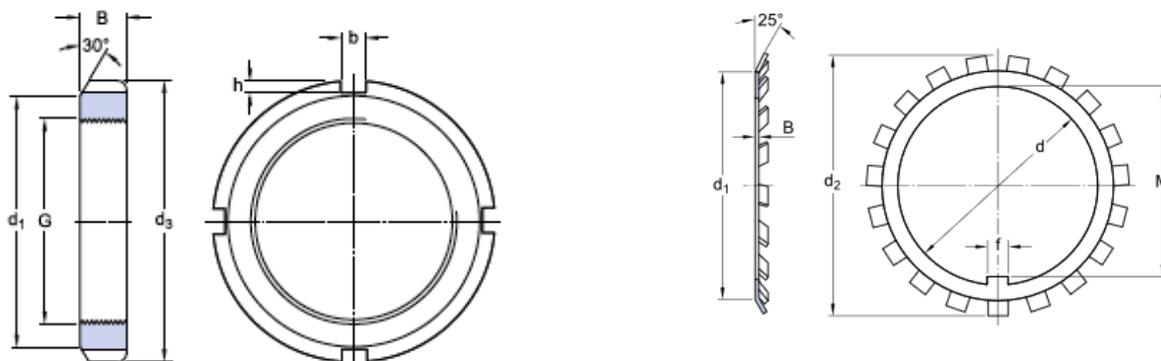
Dimensions principales			Charges de base		Limite de fatigue	Vitesses de base		Désignation
			Dynamique	Statique		Vitesse de référence	Vitesse limite	
d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C ₀ [kN]	P _u [kN]	[tr.min ⁻¹]	[tr.min ⁻¹]	
30	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	12 000	6206-2Z

Caratéristiques du nouveau roulement (rouleaux coniques)



Dimensions principales			Charges de base		Limite de fatigue	Vitesses de base		Désignation
			Dynamique	Statique		Vitesse de référence	Vitesse limite	
d [mm]	D [mm]	T [mm]	C [kN]	C ₀ [kN]	P _u [kN]	[tr.min ⁻¹]	[tr.min ⁻¹]	
30	55	17	35,8	44	4,55	9 000	12 000	32006 X/Q
30	62	17,25	40,2	44	4,8	8 500	11 000	30206 J2/Q
30	62	21,25	50,1	57	6,3	8 500	11 000	32206 J2/Q
30	62	25	64,4	76,5	8,5	7 500	11 000	33206/Q

Caractéristiques de l'écrou de serrage avec rondelle frein



Dimensions écrous						Capacité de charge axiale (statique)	Masse	Désignation	Rondelle frein
G	d ₁	d ₃	B	b	h				
[mm]						[kN]	[kg]		
M 25x1,5	32	38	7	5	2	31,5	0,028	KM 5	MB 5
M 30x1,5	38	45	7	5	2	36,5	0,039	KM 6	MB 6
M 35x1,5	44	52	8	5	2	50	0,059	KM 7	MB 7

Dimensions rondelles frein						Masse	Désignation
d	d ₁	d ₂	B	f	M		
[mm]						[kg]	
25	32	42	1,25	5	23	0,006	MB 5
30	38	49	1,25	5	27,5	0,008	MB 6
35	44	57	1,25	5	32,5	0,011	MB 7

Caractéristiques du joint d'étanchéité

Dimensions			Désignation
d ₁	d ₂	h ₁	
[mm]			
30	40	7	E1-30x40x7 BA
30	42	7	E1-30x42x7 BA
30	47	7	E1-30x47x7 BA
30	60	10	E1-30x60x10 BA
35	58	10	E1-35x58x10 BA

