

TOP Pré-Dim



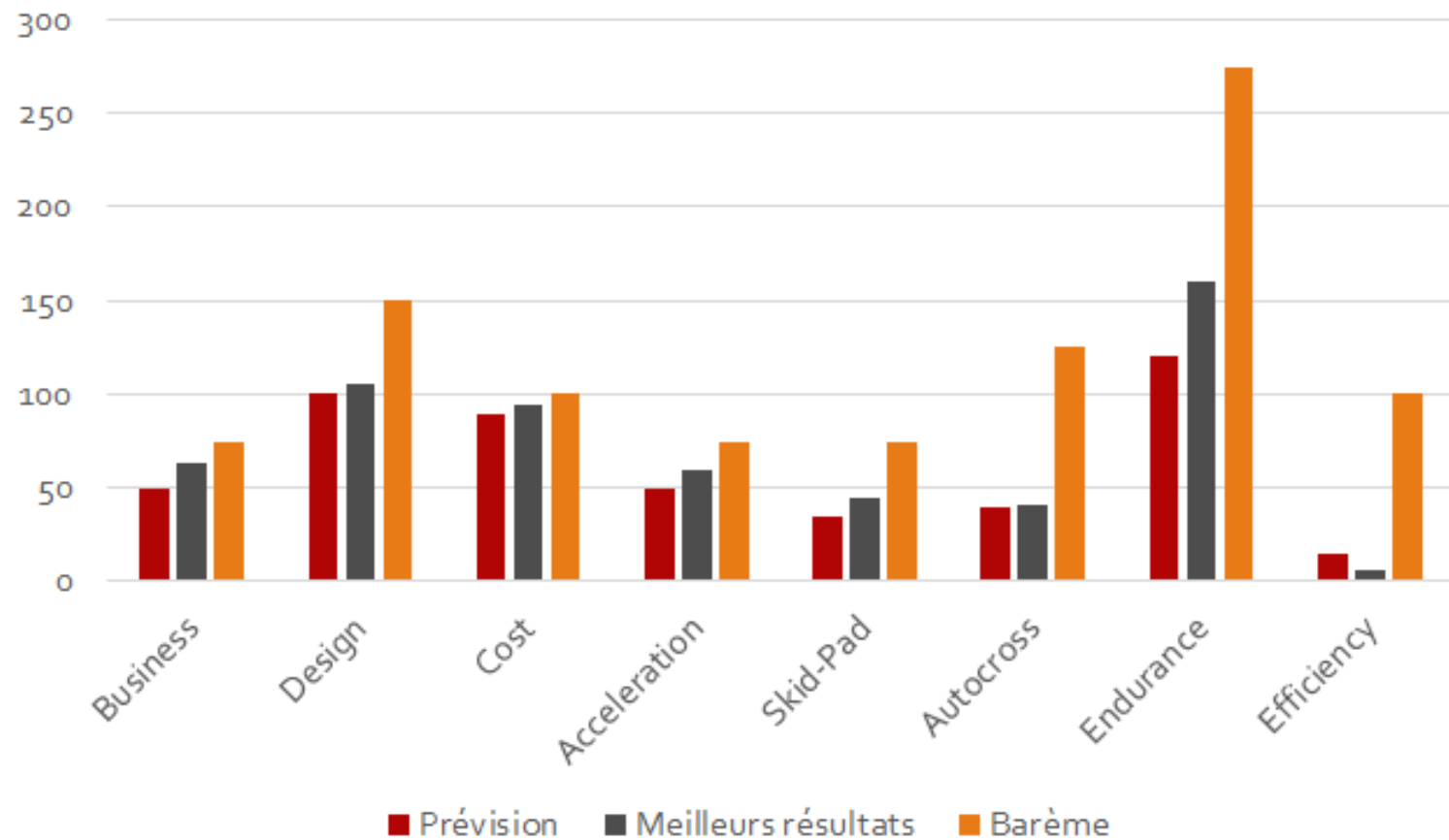
Sommaire :

- **Modèles utilisés**
- **S0 : Invictus**
- **S1 : Châssis équipé**
- **S1 : Aérodynamique**
- **S2 : LAS**
- **S3 : Motorisation**
- **S4 : SEISM**
- **Annexe**



TOP Pré-Dim Objectifs

Points visés par épreuve



TOP Pré-Dim Objectifs

Skid-Pad :
5.3 s

Accélération :
_____ 4.0 s



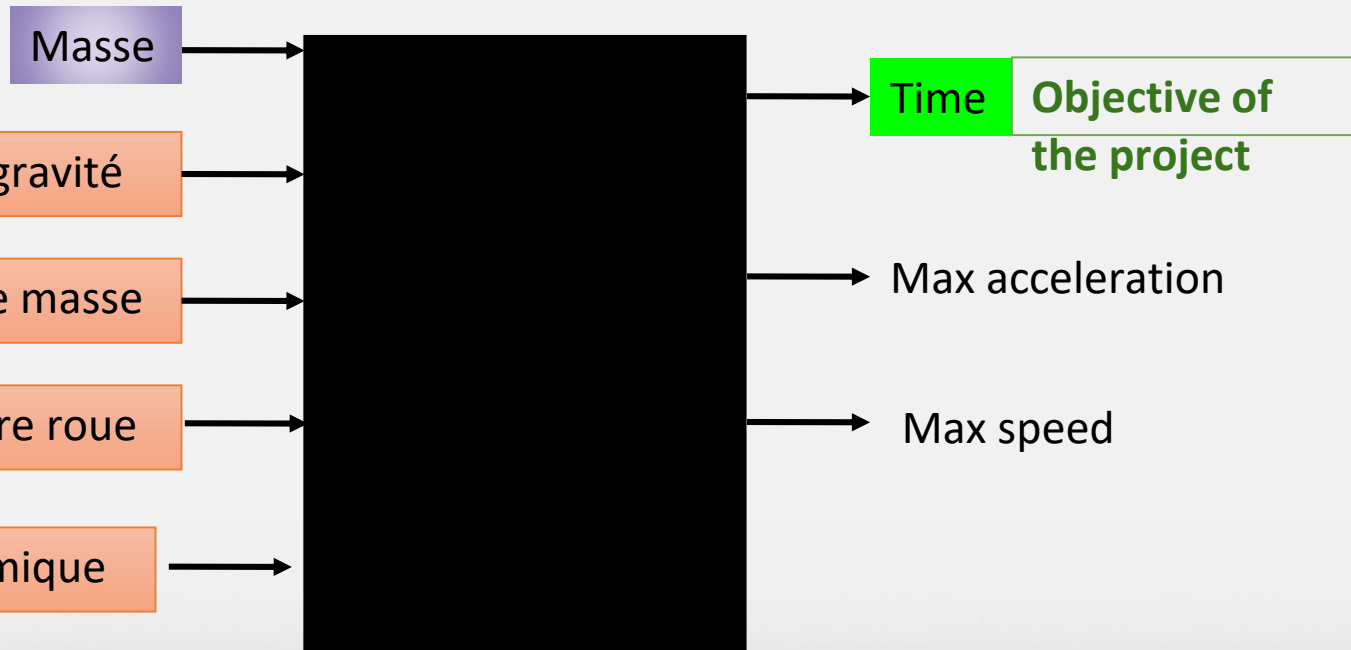
TOP Pré-Dim

Modèle d'Accélération

Modèle d'origine TDN

Entrées

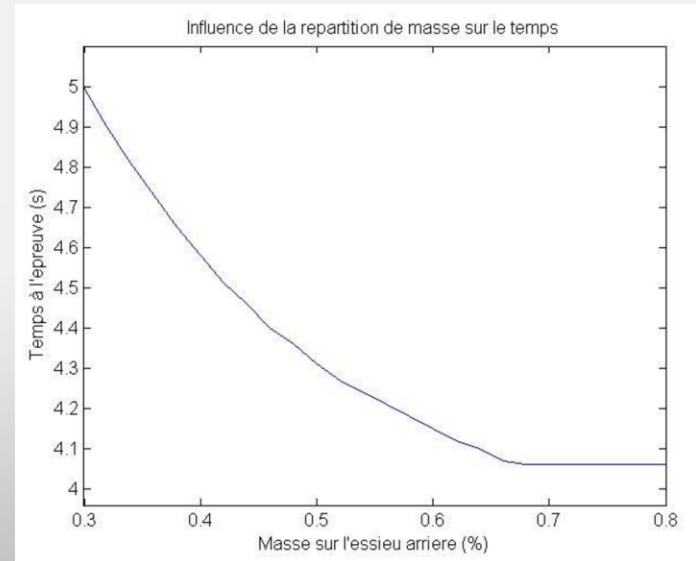
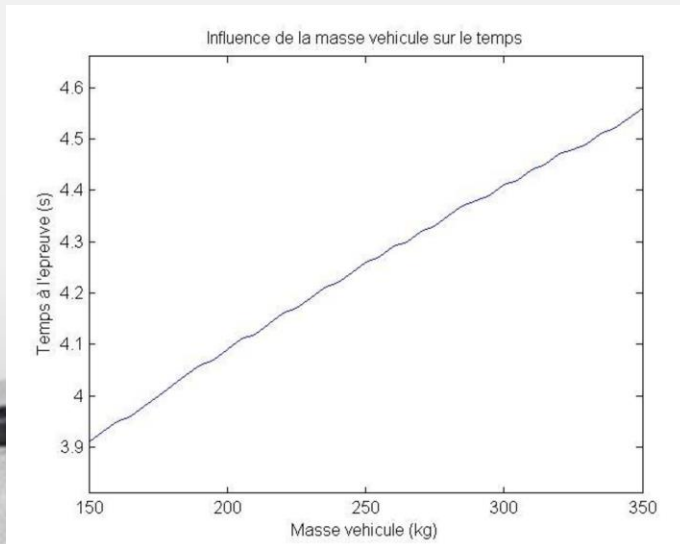
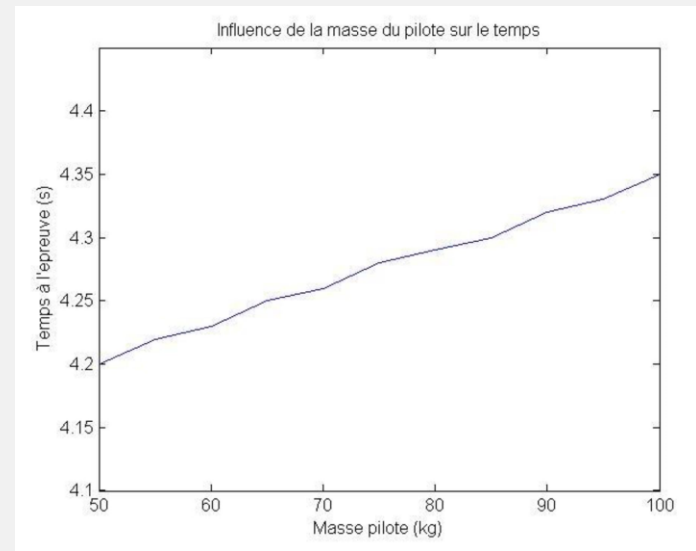
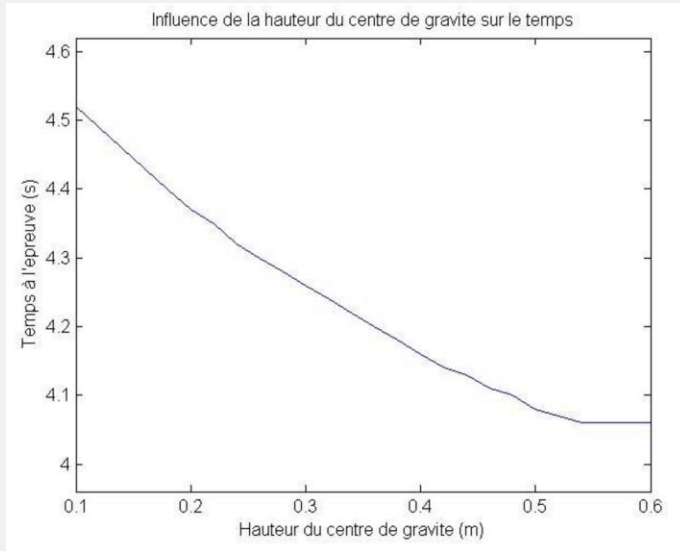
Sorties



Define the vehicle weight objective

Inputs for the design of the suspension

Modèle d'Accélération



Modèle d'Accélération

Constantes : Masse pilote = 70kg, H centre gravité pilote = 0.38

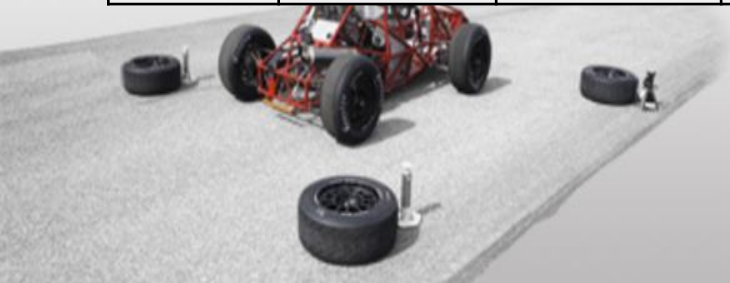
Hypothèses :

- coefficients d'adhérence, de roulement, de traînée et de déportance constants
- véhicule sans suspension

Temps	Masse Vehi	H centre de gravité	Diamètre roue	Rapport transmission final	Empattemen t	% Masse arrière stat
4.21	200	0.27	0.57	0.2444	1.55	0.55

Avec kit aérodynamique

Temps	Masse Vehi	H centre de gravité	Diamètre roue	Rapport transmission final	Empattemen t	% Masse arrière stat
4.16	220	0.27	0.57	0.2444	1.55	0.60
4.63	210	0.27	0.42	0.2444	1.55	0.60



Gain de 3 points à l'accélération sur 75 points, gain de 6%

TOP Pré-Dim

Modèle de skid-pad

Constantes : Masse pilote = 70kg, H centre gravité pilote = 0.2

Temps	Masse Vehi	H centre de gravité	Voie	Empattement
5.17	200	0.27	1.26	1.55

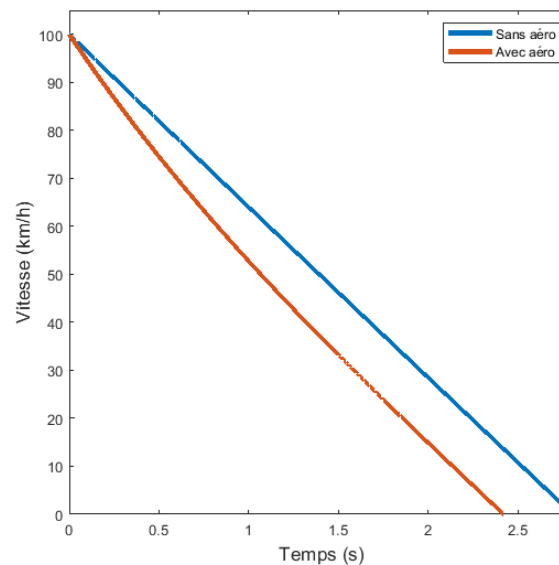
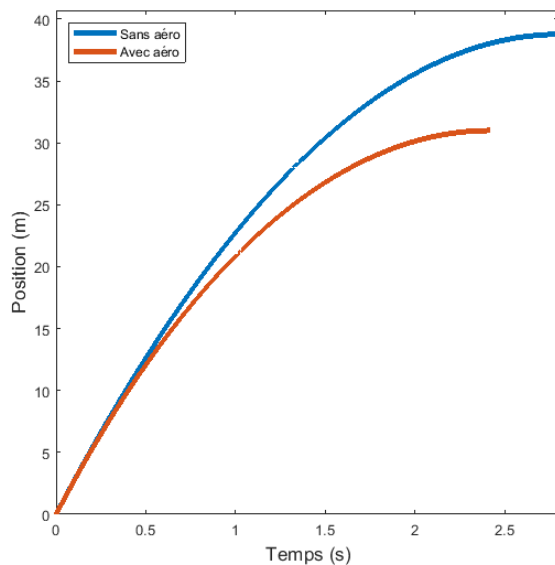
Avec kit aérodynamique

Temps	Masse Vehi	H centre de gravité	Voie	Empattement
5.09	220	0.27	1.26	1.55



Gain de points: 5 points ~ 15% d'amélioration

Freinage & Pédalier



Sans aéro

Distance de freinage : 38.771 m

Durée du freinage : 2.805 s

Avec aéro

Distance de freinage : 31.0017 m

Durée du freinage : 2.42 s

TOP Pré-Dim Invictus

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Classement à la compétition		Points	500	-5%
	FP1-1 : Respecter le règlement	Binaire	oui	0
	FP1-2 : Rapport poids/puissance	kg/ch	2.4	+0.1
	FP1-3 : Voie	mm	1250mm	
	FP1-4 : Empattement	mm	1550mm	+10/-30
	FP1-5 : Hauteur du centre de gravité	mm	270mm	+/-10
	FP1-6 : Répartition de masse	%	60% AR 40% AV	
FC1 : Durée de vie	FC1-1 : Durée de vie	km	1000	min
	FC1-2 : Fiabilité			
	FC1-3 : Résistance à la pluie	*IP	IPX4	0

TOP Pré-Dim Aérodynamique

- Roadmap
- Ouïes
- Ailes



TOP Pré-Dim Roadmap Aéro



- Prototypage
- Test en soufflerie

- Recalage des modèles
- Finaliser la maquette
CATIA et les attaches
- Vérification règlement

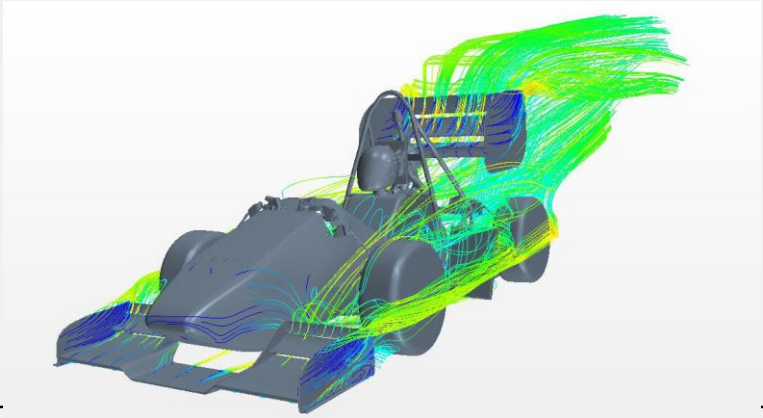
- Production

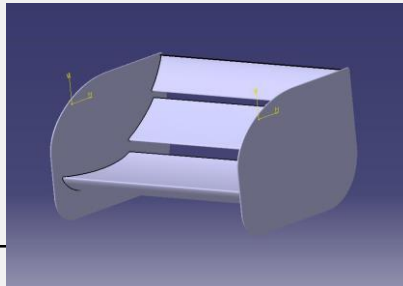
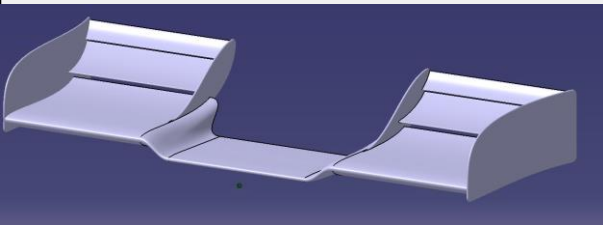
- Test en soufflerie
- Intégration

- Test sur le véhicule





Ailes (avant et arrière)	Simulations : (ligne droite, 50km/h) Aile avant Aile arrière Ailes avant et arrière sur Optimus
Exigences : Apporter de la déportance en minimisant la traînée Cas de charges : Nom. : 500N de downforce (par aileron, à 100km/h) (équivalent à ~750 Pa) Lim. : 800N de downforce (par aileron, à 120km/h))	



Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Améliorer les performances du véhicule		Points en plus à la compétition		
	FP1-1 : Maximiser les performances aérodynamiques	Rapport déportance/traînée (ligne droite, 50 km/h) (ailerons uniquement)	3	0,5
	FP1-2 : Garantir la balance aéro (équilibre avant/arrière de la déportance)	Rapport déport_av/déport_arr (idem)	1	20%
	FP1-4 : Minimiser la masse	kg	< 10	25%
	FP1-4 : Être réglable	Plusieurs points de réglage pour les angles d'attaque		

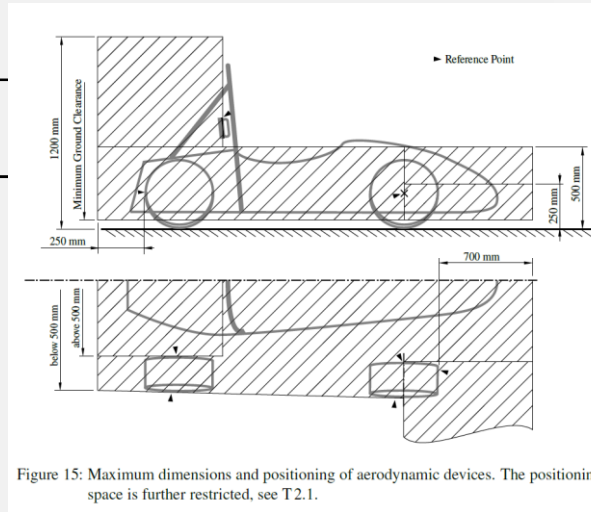
Ouïes

Exigences et cas de charges

Assainir le flux d'air sur les roues arrières

Améliorer l'esthétique globale du véhicule

Améliorer le flux d'air arrivant sur le radiateur



Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Améliorer les performances du véhicule	FP1-1 : Procurer de la downforce	N	30N par ouïe	25%
	FP1-3 : Minimiser la masse	kg	< 2kg (avec allongement fond plat)	50%
	FP1-3 : Orienter les flux d'air pour le refroidissement	Débit d'air sur le(s) radiateur(s)	1,2m ³ /s	25%
FP2 : Respecter le règlement	FP2-1 : Placer les ouïes	Position et dimension	Volume enveloppe défini par la Figure 15 de la partie T2 du règlement FSG	0%
	FP2-2 : Protéger les sous-systèmes (radiateur, échappement,...)			0%
FP3 : Être esthétique / Assurer la visibilité de l'école, des sponsors, de l'écurie	FP3-1 : Proposer une surface de collage des stickers suffisante	Surface (m ²) Nb de stickers (total)	0,6 30	0,4 10



Ailes (avant et arrière)

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FP2 : Respecter le règlement	FP2-1 : Placer les appendices aérodynamiques	Position et dimension des appendices	Volume enveloppe défini par la Figure 15 de la partie T2 du règlement FSG	0%
	FP2-2 : Être rigide	Déformation suite à l'application de 200N étalés sur 225cm ²	< 10mm	0%
		Déformation suite à l'application de 50N en un point qcq dans une direction qcq	< 25mm	0%
	FP2-3 : Être sécurisé	Taille minimale des rayons d'attaque	3mm (vertical) 5mm (horizontal)	0%
FP3 : Être transportable	FP3-1 : Être démontable simplement	Rapidité du démontage	10min/aileron	50%
FP4 : Être abordable	FP4-1 : Respecter le budget massique	Prix total (€)	7k	2k, 30%
FP5 : Être temporellement réalisable	FP5-1 : Respecter le budget horaire (cf. RoadMap Aéro)	Heure/Homme		



TOP Pré-Dim

Châssis équipé

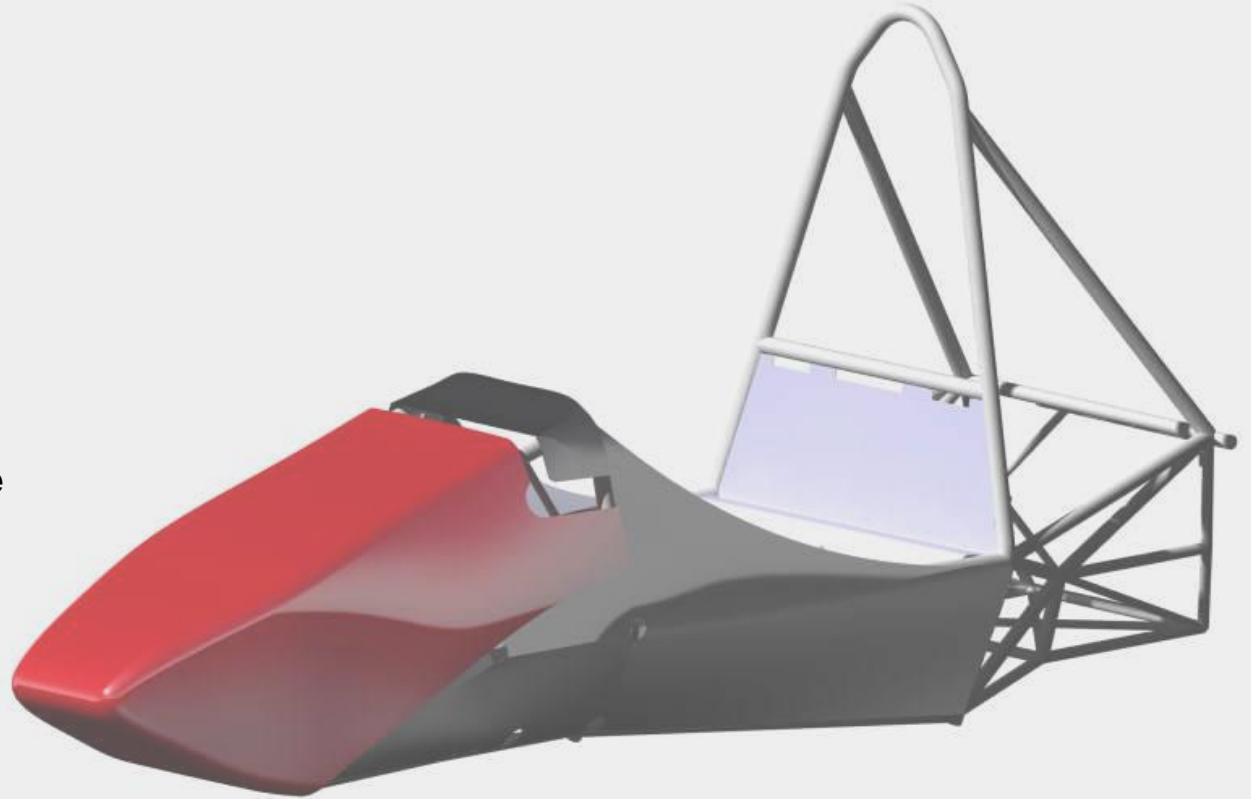
CMI




- Châssis équipé
- Embrayage

Annexe :

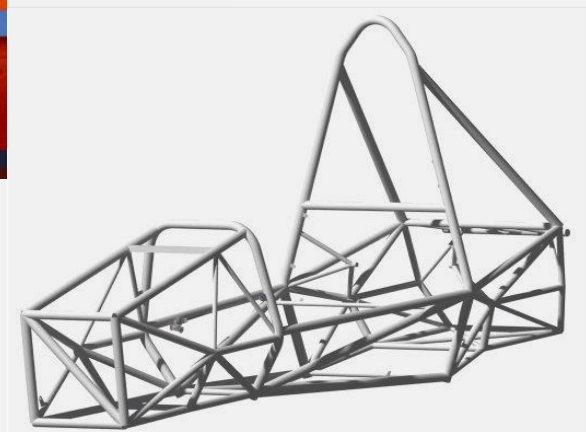
- Pare-Feu
- Fond plat
- Crash-Box
- Support Batterie



<div>CMI</div> <div>  <div> <div>TOP Pré-Dim</div> <div>Châssis équipé</div> </div> </div>	Cas de charges				Accélération en Virage Freinage/Accélération
	<i>Nominal:</i> virage en skid pad ou accélération en endurance à 30°C				1.5 g
	<i>Limite:</i> virage en skid pad +50 % plus accélération à 40°C				2 g
	<i>Ultime:</i> dérapage + freinage brutal à 40°C				3g
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Supporter l'ensemble des sous-systèmes et le pilote	FP1-1 : Fournir les points de fixation	Enveloppe, Volume cellule arrière , Interfaces			
	FP1-2 : Assurer la position de ces points	Avoir un cockpit sécurisé et accessible	Ouverture, Présence de Pare-feu, Fond plat, Impact Structure, IA,...	0%	T.4
	FP1-3 : Habiller le véhicule	Carrosserie (Nez, plaques latérales)	Supporter les 50 stickers pour la compétition et les sponsors	0% -> retours sponsors+com pet	IN 1.31.
FP2 : Supporter le pilote	FP2-1 : Permettre au pilote de se mouvoir sans gêne	Vision	Champ de vision de 200° (100 de chaque côté)	0%	T.4.10.1
FP3 : Habiller le véhicule					
FC1 : Respecter le règlement					
FC2 : Respecter les attentes de Direction de Projet	FC2-1 : Budget Massique	kg	55kg	10%	
	FC2-2 : Budget Financier	€	20000-25000€	10%	
	FC2-3 : Budget horaire	h.h	Voir Budget Calendaire (suite)	10%	17

TOP Pré-Dim : Châssis équipé

CMI



Le Châssis Équipé - Structure Tubulaire

Exigences et cas de charges

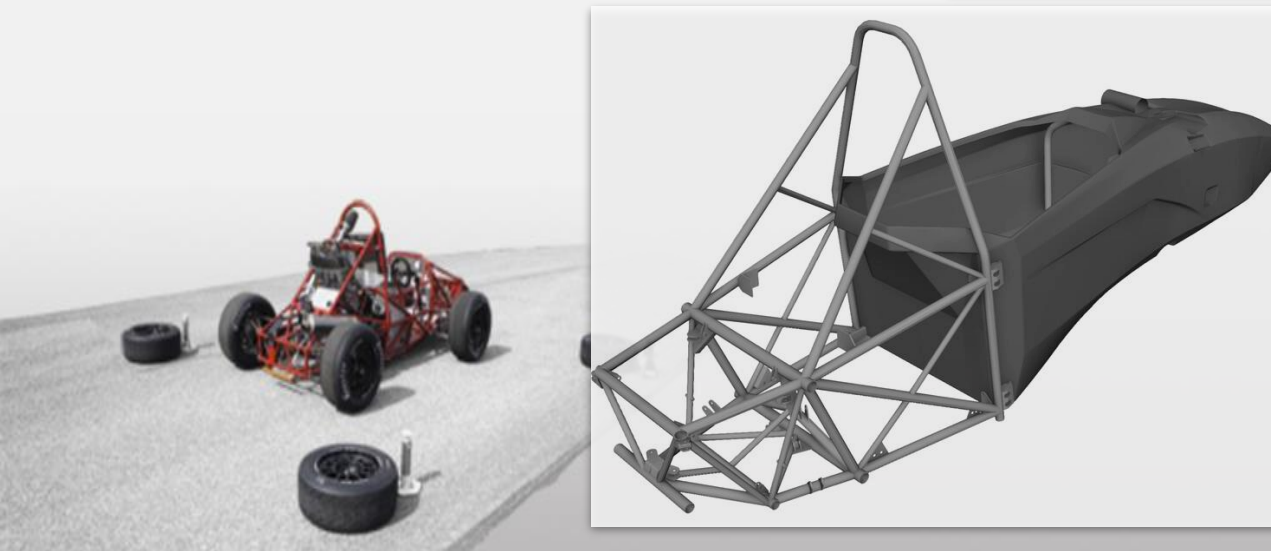
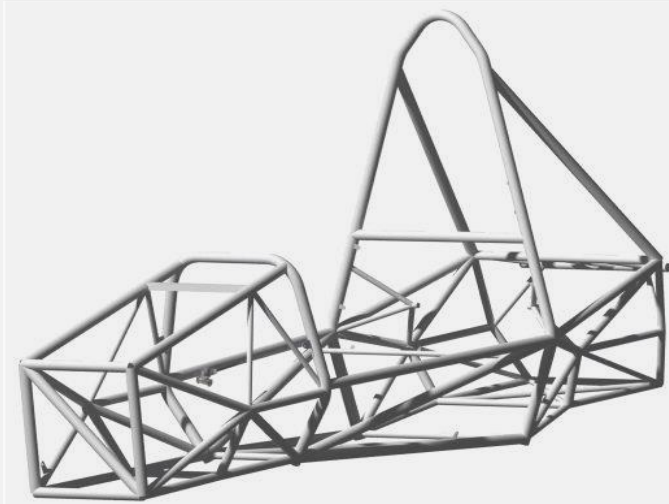
Utilité d'après le règlement : Supporter l'ensemble des sous-systèmes tout en étant un ensemble de structures soudés ou composites

Sollicitations : Poids moteur, Poids Pilote, Poids autre Sous-Systèmes, Transfert de Charges, Torsion en virage, Accélération, Décélération

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement	FS1.1 : Doit disposer d'un Main Hoop, Front Hoop, Front Bulkhead et Side Impact Structure	Sécurité	x	0%	T3.1.1
	FS1.2 : Pouvoir déplacer le véhicule lors de la compétition : pushbar	Sécurité	x	0%	T.13.1.1
	FS1.3 : Permettre au pilote de sortir en moins de 5 sec	Sécurité/Compétition	Volume du cockpit dédié au pilote	0%	T.4.11.1
	FS1.4 : Protéger le Pilote en cas de retournement de la voiture	Sécurité	Droite entre Front et Main Hoop : >5cm au dessus du casque	0%	T.4.3.4
FP2 : Respecter les Cas de Charges	FS2.1 : LAS	Rigidité en torsion	5x rigidité suspensions (1400Nm/deg)	20%	
	FS2.1 : Motorisation	Rigidité en flexion (surtout la transmission secondaire)	40000 N	10%	
FP4 : Attentes de la Direction de Projet	Budget Financier	Ne pas dépasser le budget	environ 10000€	20 %	x
	Budget Massique	Peint et équipée	35kg	20%	x
	Délais	Pas de retard	3 mois de production, de décembre à mi février	10%	x
FP5 : Déplacement	Invictus doit pouvoir rentrer dans la rampe	Largeur véhicule	<1.2 m	0%	x



Le Châssis Équipé
Concepts existants



TOP Pré-Dim : Châssis équipé

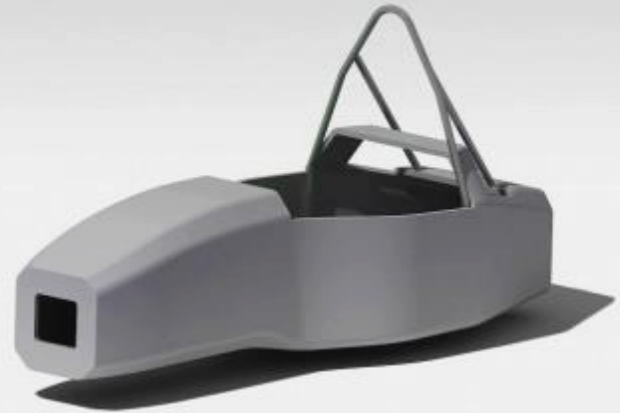
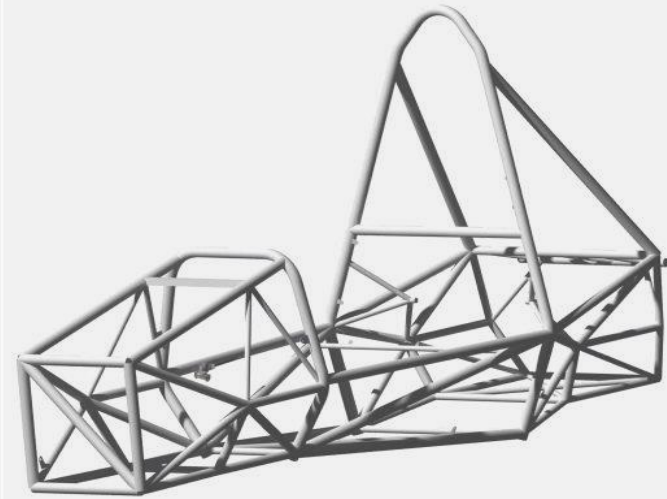
Source : US Naval Academy,
https://www.researchgate.net/publication/296642077_Production_of_a_Composite_Monocoque_Frame_for_a_Formula_SAE_Racecar

CMI



Le Châssis Équipé

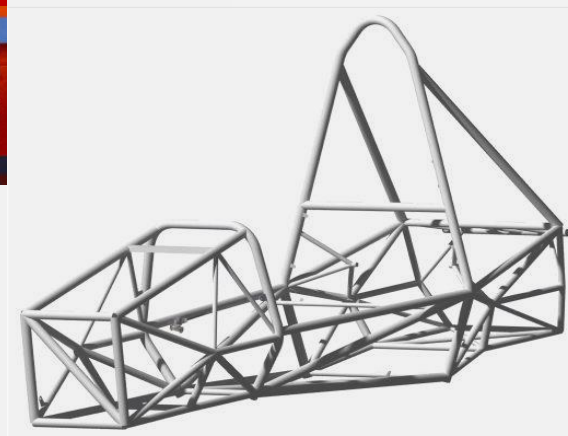
Concepts existants



<i>Structure Tubulaire</i>	<i>Monocoque Carbone</i>	<i>Hybride</i>	<i>Moule : 12000€ Couches de CFRP : 28 Prix usinage par couche : 300€</i>
Rigidité de l'ordre de 1200 Nm/deg	$x1.4 = 1680 \text{ Nm/deg}$	1440 Nm/deg	
Masse : 40 kg	$x0.5 = 20 \text{ kg}$	30 kg	
Fiabilité de production	½ de rater (cf Retour Expérience Martin Zeller)	½ de rater	<i>Indicateur : Euros dépensé/Gramme gagné Rmon = 0.65 €/gr Rhyb = 0.7gr</i>
Coût : 10000 €	Coût : 23000€ minimum	16500€ minimum	
Partenariat existant	Pas de partenariat	Pas de partenariat	

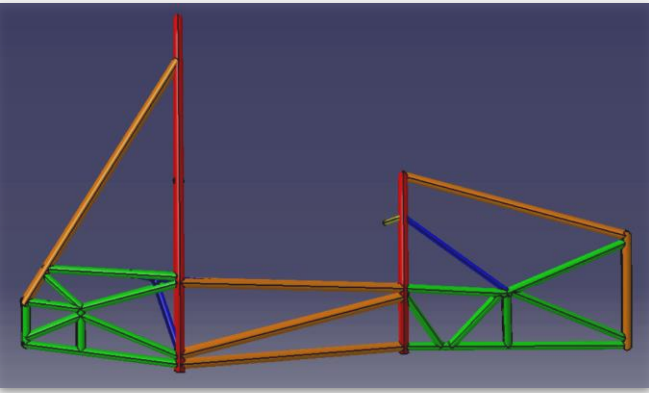
TOP Pré-Dim : Châssis équipé

CMI

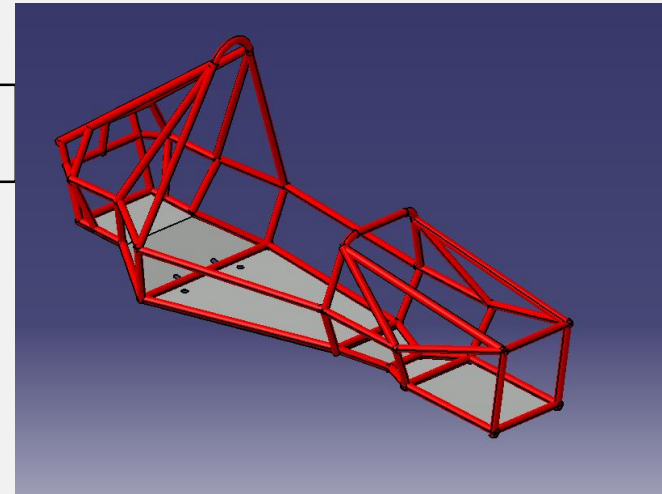


Le Châssis Équipé

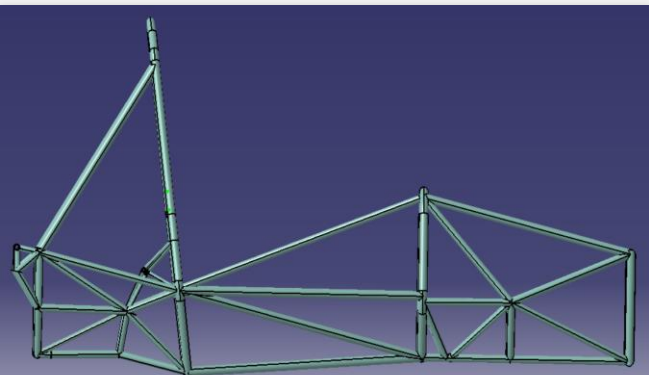
Etat de l'Art chez l'EPSA



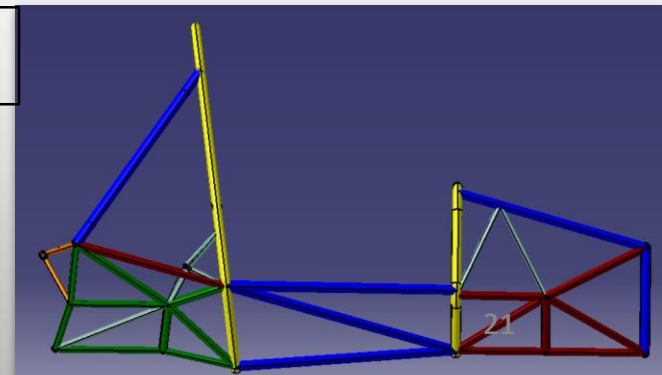
STUF 2017- Olympix



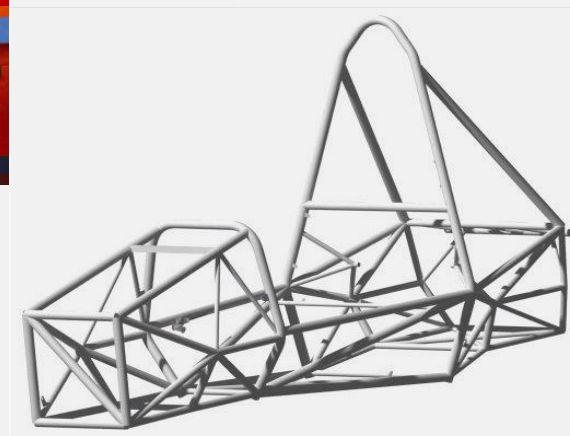
STUF 2016 - Kinétix
 $R = 1250 \text{ Nm/deg}$



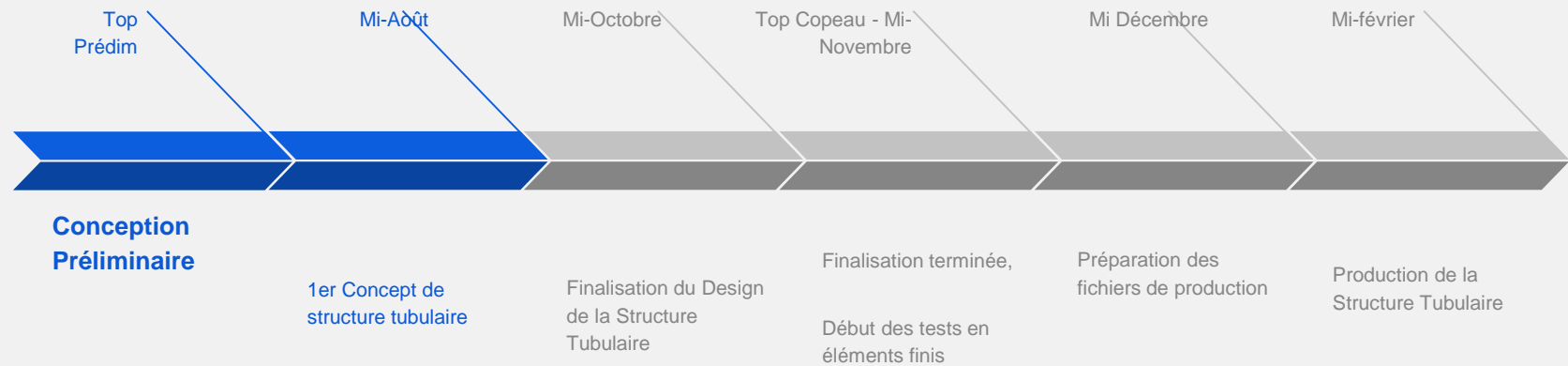
STUF 2019- Optimus
 $M = 37.5 \text{ kg} / 1169 \text{ Nm/deg}$



STUF 2018- Vulcanix
 $M = 40.5 \text{ kg} / R = 1205 \text{ Nm/deg}$



Le Châssis Équipé
RoadMap Structure Tubulaire



Poignée d'embrayage	Cas de charges	Accélération en Virage Freinage/Accélération
Exigences et cas de charges		
Permettre le rapport de la première vitesse en étant le plus ergonomique possible pour le pilote		
Architecture		
Manuel / Motorisée / Automatique	Nominal: virage en skid pad ou accélération en endurance à 30°C	1.5 g
	Limite: virage en skid pad +50 % plus accélération à 40°C	2 g
	Ultime: dérapage + freinage brutal à 40°C	3g

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1: résister aux contraintes	FS1.1 : Contraintes du pilote	Efforts pilote	<300 N, car fourni par un bras	10%	
	FS2.1 : Contraintes imposées par les ressorts d'embrayage	Efforts de rappel de l'embrayage	400N	5%	
FP2: Etre léger	FS2.1 : Etre plus légère que l'année passée	Masse	20%	80%	
FP3 : Etre ergonomique	FS3.1: Rendre la conduite facile au pilote	Force	<30 Kg, car fourni par un bras	20%	23

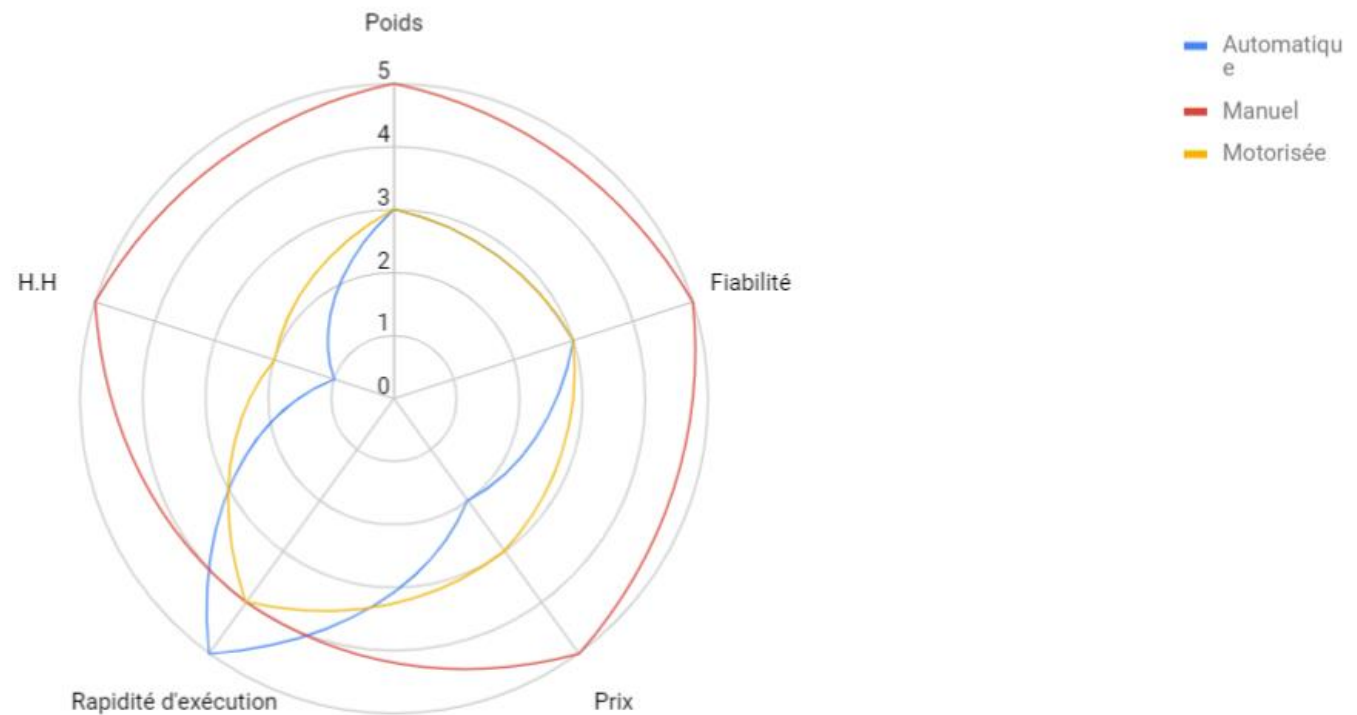
TOP Pré-Dim : Châssis équipé

TRI

Poignée d'embrayage

Exigences et cas de charges

Permettre le rapport de la première vitesse en étant le plus ergonomique possible pour le pilote



Pushbar
Exigences être ergonomique
Architecture En 2 systèmes: un s'accrochant au main hoop pour déplacer le véhicule, l'autre s'accrochant à la jacking bar pour soulever le véhicule

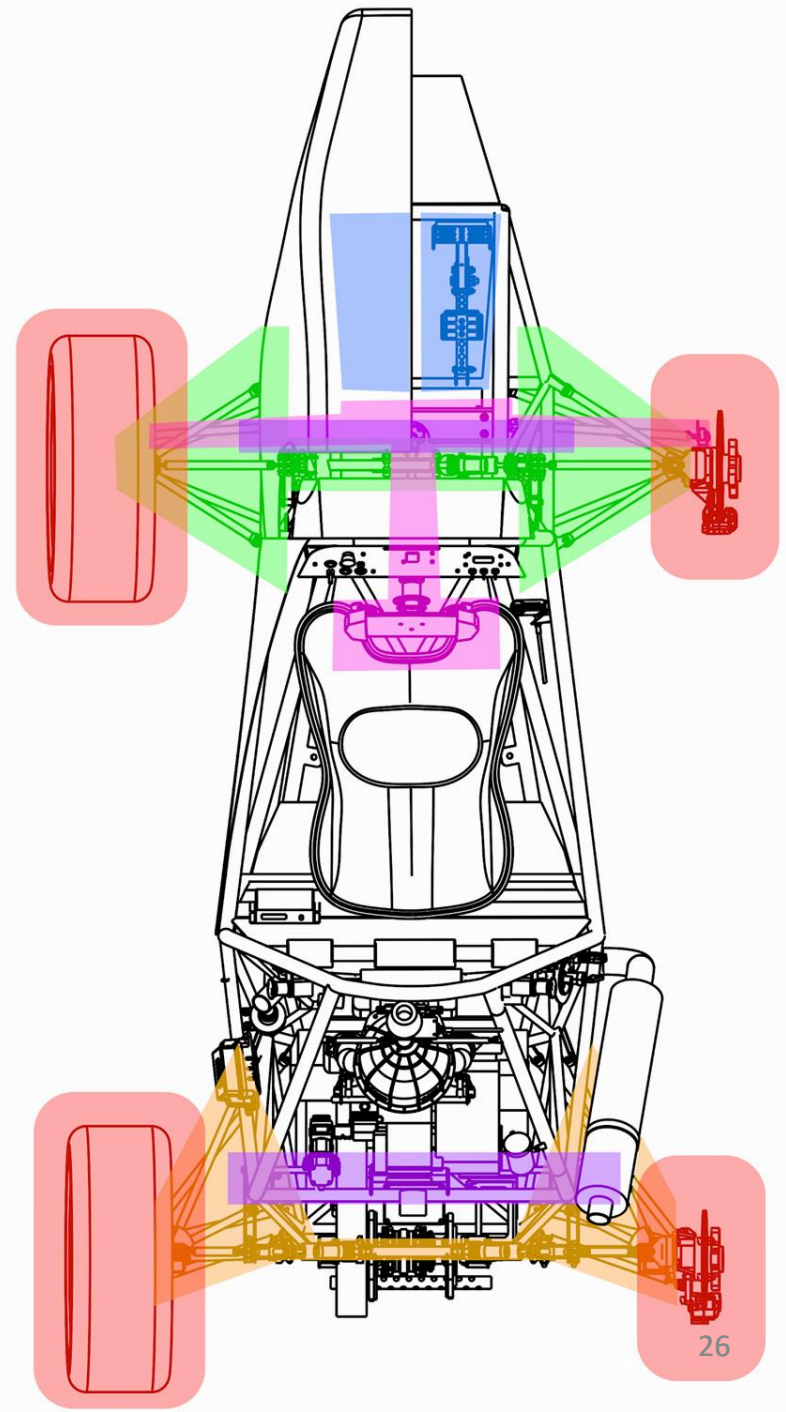


Fonction primaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1: Soulever la voiture	Masse	300 kg	0%	T13
	hauteur	10cm	0%	T13
FP2: Pousser/tirer la voiture	Masse	300 kg	0%	T13
FP3 : Etre ergonomique	Force	<30 Kg, car fourni par un bras	20%	
	Taille	<1m	30%	

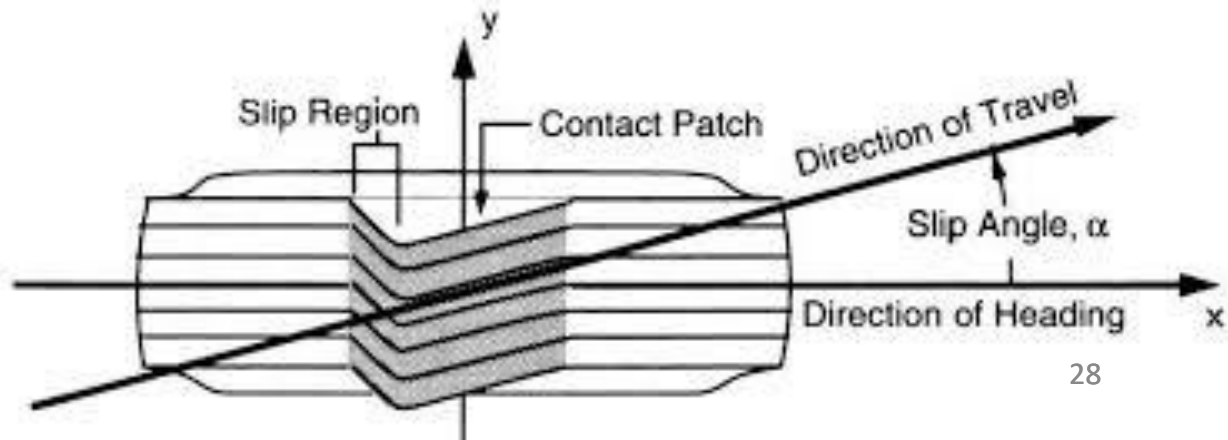
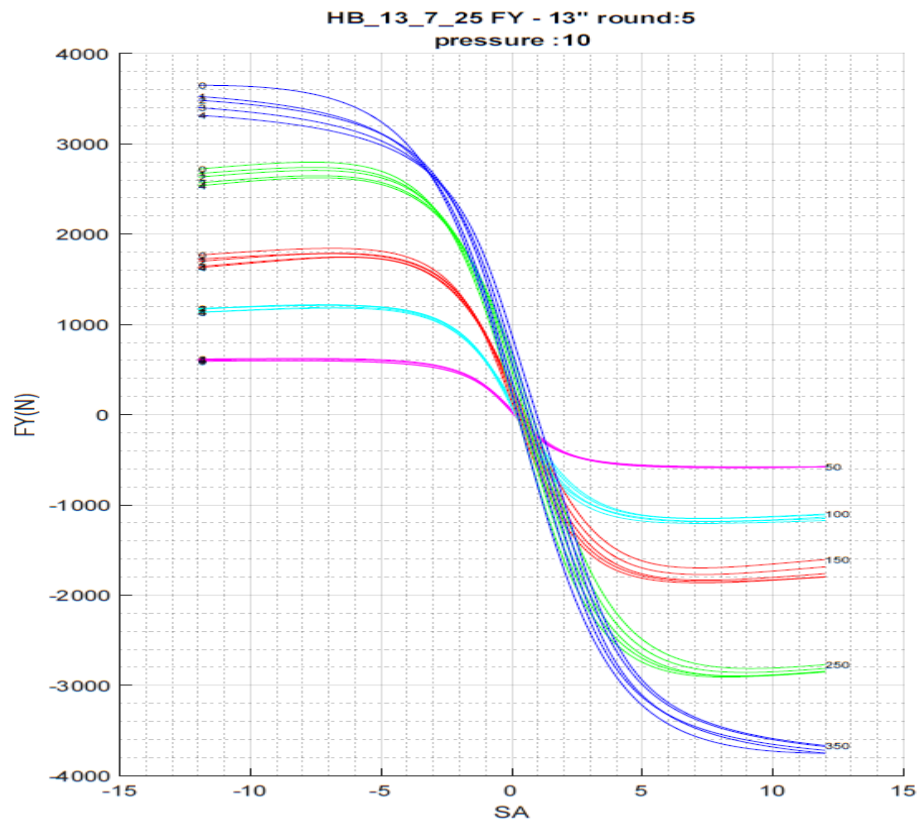
TOP Pré-Dim

LAS

1. Roue équipée
 - a. Avant
 - b. Arrière
2. Triangles
3. Suspension
4. Direction
5. Freinage / pédalier



<div> <div> <div>TOP Pré-Dim</div> <div>LAS</div> <div>MKI</div> </div> </div>		Cas de charges		Accélération en Virage Freinage/Accélération	
		Nominal: virage en skid pad ou accélération en endurance à 30°C		1.5 g	
		Limite: virage en skid pad +50 % plus accélération à 40°C		2 g	
		Ultime: dérapage + freinage brutal à 40°C		2.5 g	
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article
FP1 : Assurer l'adhérence du véhicule	FP1-1 : Utiliser les pneus de manière optimale	Slip angle	4°	+/- 2°	
		Carrossage	2°	+/- 1°	
	FP1-2 : Passer tous les virages	Rayon de braquage	4.5 m	valeur maximum	
	FP1-3 : être réglable	Système de réglage des angles			
FP2 : Conserver l'assiette du véhicule	FP2-1 : limiter le roulis	roulis	3°	valeur maximale	
	FP2-2 : limiter le tangage	tangage	3°	valeur maximale	
FC1 : Respecter le règlement	FC1-1 : Avoir une longueur minimale	Empattement	>1525mm	Nulle	T2.7
	FC1-2 : Avoir des voies cohérentes	voie avant/arrière	compris entre ¾ et 4/3	Nulle	T2.8
	FC1-3 : Freiner correctement	Les 4 roues	En même temps	Nulle	IN11
	FC1-4 : Direction mécanique			Nulle	T2.6
	FC1-5 : Roues avant directrices			Nulle	
	FC1-6 : Amortisseurs à l'avant et à l'arrière			Nulle	T2.3
FC2 : Respecter les attentes de la Direction de projet	FC2-1 : Respecter le budget massique	kg	60	Borne supérieure	x
	FC2-2 : Respecter le budget financier	€	19 500	Borne supérieure	x



Roue équipée Avant					
Cas de charges		Accélération longitudinale	Accélération latérale	Température	
Nominal: virage en skid pad ou accélération en endurance		1.5 g	1.5 g	30°C	
Limite: virage en skid pad +50 % plus accélération		2 g	2 g	30°C	
Ultime: dérapage + freinage brutal		3g	3g	40°C	
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Intégrer le pneu et la jante (wheel and tire Vs roue AR)	FP1-1: supporter les roulements sur le moyeu	g	836	max	
	FP1-2 : supporter le disque du frein au moyeu (frette)	g	105		
	FP1-3 : positionner la piste du capter de vitesse	g	22		
	FP1-4 : supporter la roue au moyeu	g	7450		
FP2 : Géométrie de la suspension et amortisseur (système suspension VS roue AR)	FP2-1 :supporter les roulements dans le porte-moyeu	g	740		
	FP2-2 :se lier avec le système de direction				
	FP2-3 : supporter les triangles	g	190		
	FP2-4 :supporter l'étrier au porte moyeu	g	605		
FP3 : Système de freinage par rapport à la roue équipée arrière	FP3-1 : Guider le disque de frein dans l'étrier	g	580		
FC1 : Respect du règlement	FC1-1 : intégrer un système de maintien en position des écrous qui fixent la jante	binaire	oui	aucune	T 2.4.1
	FC1-2 : utiliser visserie standard	binaire	oui	aucune	T 2.4.2
	FC1-3: les écrous en aluminium doivent être anodisés	binaire	oui	aucune	T 2.4.3
	FC1-4: les pneus sur le même axe doivent être du	binaire	oui	aucune	T 2.5.2

Roue équipée Arrière

Cas de charges	Accélération longitudinale	Accélération latérale	Température
Nominal: virage en skid pad ou accélération en endurance	1.5 g	1.5 g	30°C
Limite: virage en skid pad +50 % plus accélération	2 g	2 g	30°C
Ultime: dérapage + freinage brutal	3g	3g	40°C

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Intégrer le pneu et la jante (wheel and tire Vs roue AR)	FP1-1: supporter les roulements sur le moyeu	g	936	max	
	FP1-2 : supporter le disque du frein au moyeu (frette)	g	75		
	FP1-3 : supporter le tripod	g	544		
	FP1-4 : supporter la roue au moyeu	g	7450		
FP2 : Géométrie de la suspension et amortisseur (système suspension VS roue AR)	FP2-1 : supporter les roulements dans le porte-moyeu	g	700		
	FP2-2 : supporter l'étrier	g	450		
	FP2-3 : guider le capteur de vitesse	g	15		
FP3 : Système de freinage par rapport à la roue équipée arrière	FP3-1 : Guider le disque de frein dans l'étrier	g	580		
FC1 : Respect du règlement	FC1-1 : intégrer un système de maintien en position des écrous qui fixent la jante	binaire	oui	aucune	T 2.4.1
	FC1-2 : utiliser visserie standard	binaire	oui	aucune	T 2.4.2
	FC1-3: les écrous en aluminium doivent être anodisés	binaire	oui	aucune	T 2.4.3
	FC1-4: les pneus sur le même axe doivent être du même taille, modèle et marque	binaire	oui	aucune	T 2.5.2

Triangles

Cas de charges		Accélération longitudinale		Accélération latérale	Température
Nominal:	virage en skid pad ou accélération en endurance	1.5 g		1.5 g	30°C
Limite:	virage en skid pad +50 % plus accélération	2 g		2 g	30°C
Ultime:	dérapiage + freinage brutal à	3g		3g	40°C
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : dimensions générales	FS1-1 : Empattement	mm	1550	min	
	FS1-2 : Voie	mm	1250	max	
FP2 : angle de camber optimale choisit en fonction du pneu		taille pneu	13"	aucune	
FP3 : minimiser les variations de camber en régime dynamique	FS3-1 : rear caster trail	mm	0	1	
	FS3-2 : rear scrub radius	mm	0	1	
	FS3-3 : variation de <i>camber</i> en pompage	deg/mm	0	0.5	
FP4 : minimiser les jeux mécaniques	FS4-1 : réduire la distance entre le CG de la roue équipée et l'axe de <i>kingpin</i>	mm	2	max	
FC1 : Respect du règlement	FS1.1 : les points d'ancrage doivent être visibles	binaire	oui	aucune	T 2.3.3
	FS1.2: empattement minimal	mm	1525	aucune	T 2.7.1
	FS1.3: rapport minimal voie_min/voie_max	ratio	0.75	aucune	



Suspension

Architecture: amortisseur à ressort

- facilité de réglage
- maîtrise de la maquette CAO
- fiabilisé au cours des années précédentes
- maîtrise de l'approvisionnement

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Répartir les efforts entre les roues	FS1.1 : répartir les charges	Raideur de roue	22.5 N/mm 26.5 N/mm	+/- 5 N/mm	
	FS1.2 : Amortir les variations de charge	Amortissement			
FP2 : fonctionnalités générales	FS2.1 : fréquence cible amortisseur	Hz	2	++0.5	
	FS2.2 : raideur en roulis	deg/g	1.5	++ 0.3	
	FS2.3 : motion ratio	ratio	1.53		
FP3 : barre anti roulis	FS3.1 : quantité	int	2	aucune	
	FS3.2 : réglable et démontable	binaire	oui	aucune	
FP4 : minimiser les jeux mécaniques	FS4.1 : correcte alignement des points sur le plan de poussée	binaire	oui	aucune	
	FS4.2 : ancrage sur les nœuds di chassis	binaire	oui	aucune	
	FS4.3 : ancrages en <i>single shear</i>	binaire	non	aucune	
FC1 : Respect du règlement	FS1.1 : fully operational front and rear suspension systems	binaire	oui	aucune	T 2.3.1
	FS1.2 : garde au sol minimale	mm	30	aucune	T 2.3.2
	FS1.3 : débattement minimale	débattement	50mm	valeur min	T2.3.2

Suspension & triangles

Choix d'architecture suspensions & triangles :

Étude en cours :

- Prise en main de Lotus Shark Suspension par PAX et MSO ✓
- Reproduction des suspensions d'Optimus et Atomix avec BAR sur Lotus Shark Suspension ✓
- Prise en main d'Optimum Kinematics par PCK ✓
- Reproduction des suspensions d'Optimus et Atomix avec BAR sur Optimum Kinematics ✓
- Variation des points et détermination des grandeurs quantifiables par ces logiciels ✗
- Validation d'une architecture respectant au mieux le cahier des charges ✗



Direction

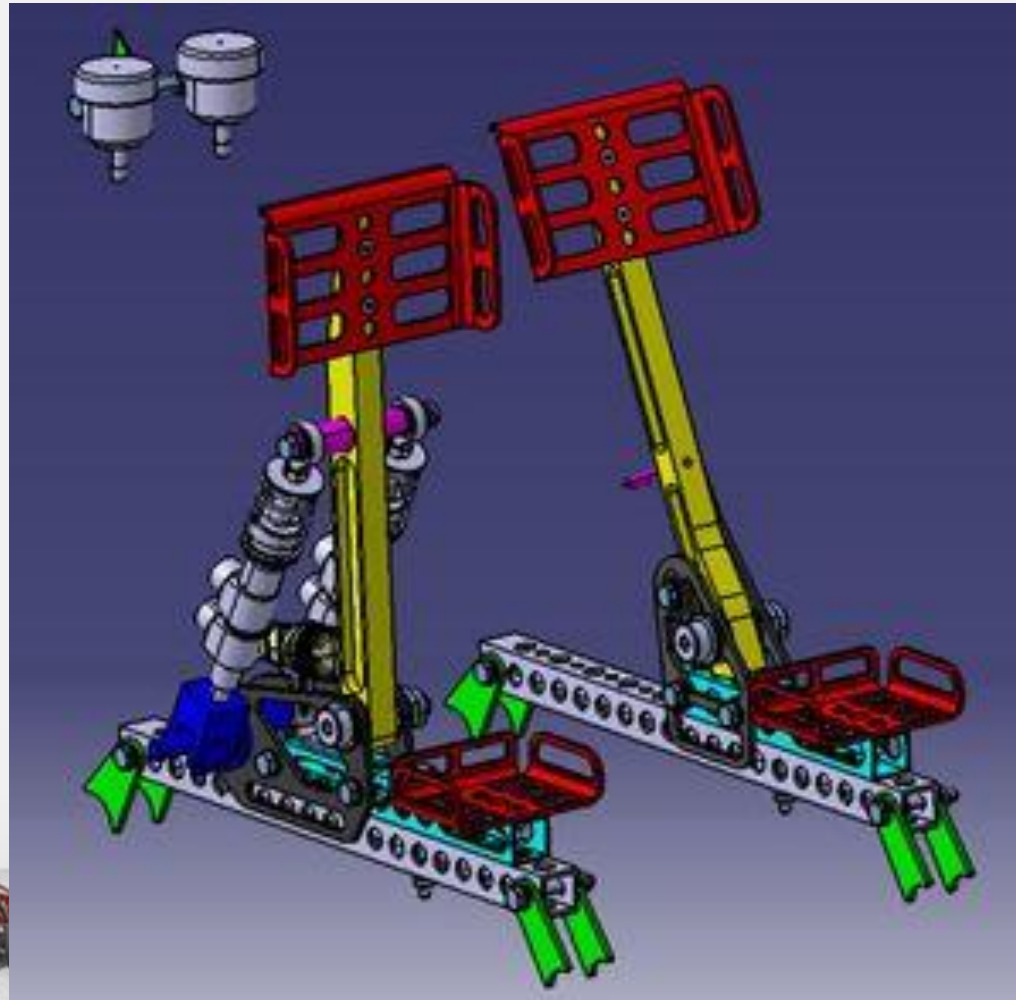
Cas de charges		Accélération longitudinale	Accélération latérale	Température
Nominal:	virage en skid pad ou accélération en endurance	1.5 g	1.5 g	30°C
Limite:	virage en skid pad +50 % plus accélération	2 g	2 g	30°C
Ultime:	dérapiage + freinage brutal	3g	3g	40°C

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP0 : Vérifier les fonctions principales constitutives			Important	aucune	
FP1 : Transmettre l'effort exercé sur le volant au porte-moyeux	Faire tourner le véhicule	Rayon de braquage	3 mètres	min	
	Régler l'angle de chaque roue avant	Angle de pince	plus ou moins 5 degrés	min	
FP2 : Respect du règlement	FS1.1 :le volant doit relier mécaniquement les roues sans utiliser ni cordes ni câbles	binaire	oui	aucune	T 2.6.1, T 2.6.2
	FS1.2 : positive steering stops	binaire	oui	aucune	T 2.6.3
	FS1.3: jeu maximale colonne de direction	deg	7	aucune	T 2.6.4
	FS1.4: quick-release pour le volant	binaire	oui	aucune	T 2.6.5
FP3 : Permettre au pilote de tourner facilement la roue		Moment de torsion	10 Nm à l'arrêt	max	
FP5 : Respecter le budget massique		Masse du sous-système	3 kg	max	
FP6 : Résister au climat		Protection contre l'oxydation	oui	aucune	34

Freinage/Pédalier				Simulations			
Cas de charges	Accélération longitudinale	Accélération latérale	Température				
Nominal: virage en skid pad ou accélération en endurance à 30°C	1.5 g	1.5 g	30°C	Architecture / Sous systèmes Freinage 69% AV/31% AR Résultat à modifier en fonction des forces aérodynamiques Géométrie pédalier encore indéterminée, attention à garantir l'équilibre de la pédale de frein Maîtres-cylindres à plat leur éviter de travailler en flexion ?			
Limite: virage en skid pad +50 % plus accélération à 40°C	2 g	2 g	30°C				
Ultime: dérapage + freinage brutal à 40°C	3g	3g	40°C				
Fonction primaire		Fonction secondaire		Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement		FS1.1 : système de freinage hydraulique sur le 4 roues et actué par une commande unique		binaire	oui	aucune	T 6.1.1
		FS1.2 : deux circuits de freinage indépendants		binaire	oui	aucune	T 6.1.2
		FS1.3: cas de charge minimale pour le pédalier de frein		N	2000	aucune	T 6.1.8
		FS1.4: matériau du pédal de frein		matériau	acier / aluminium	aucune	T 6.1.9



Freinage & Pédalier



TOP Pré-Dim

Motorisation

- **Motorisation**
- **Bride et guillotine**
- **Admission**
- **Moteur**
- **Circuit de carburant**
- **Refroidissement**
- **Récupérateurs de fluides**
- **Echappement**
- **Transmission secondaire**



Exigences et cas de charges					Optimus : 75ch
Produire de la puissance mécanique et la transmettre aux roues					
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Architecture / Sous systèmes
FP1 : Propulser le véhicule	FP1-1 : Puissance	hp	85	+10/-0	
	FP1-2 : Autonomie	km	30	+5 / -3	
	FP1-3 : Consommation	l / endurance	5	+0,3 / -2	
FC1 : Respecter le règlement					
FC2 : Respecter les attentes de la direction	FC2-1 : Budget massique	kg	73.9	5%	
	FC2-1 : Budget financier	€	12000€	5%	
	FC2-1 : Budget horaire	h.h	440 (Copeau)	10%	

38

Bride et guillotine	<p>Simulations Réalisées pour Optimus : 3.5% de gain en flux d'air Gain de masse : 200g (52%)</p> <p>Conclusion Guillotine</p>				
<p>Exigences et cas de charges Maximiser le débit d'air entrant</p> <p>Etude à pleine charge</p>					
<p>Architecture / Sous systèmes : (dépendante de l'intégration du kit aéro - admission sur le côté à cause de l'aileron arrière -)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guillotine - Papillon 					

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Amener l'air à l'admission	FP1-1 : Empêcher des objets solides de rentrer	mm	1mm	+0/-1mm	
	FP1-2 : Minimiser les pertes de charge	tba	tba		
FP2 : Réguler le débit d'air	FP2-1 : Variation de l'ouverture	%	De 0 à 100	0	
	FP2-1 :				
FC1 : Respecter le règlement	FC1-1 : Section de dimension limitée	mm	20mm	+0/-0,5mm	
	FC1-2 : Ressorts de rappel	nb	2	Minimum	



Admission		Simulations : Simulations aérodynamiques à venir		
Exigences et cas de charges Réduire les pertes de charge qui font perdre 13ch au moteur				
Architecture / Sous systèmes <ul style="list-style-type: none">- Admission verticale- Admission latérale				
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Amener l'air de la bride aux cylindres	FP1-1 : Absorber les variations de débit d'air (plenum)	Volume (L)		
FP2 : Supporter les injecteurs	FP2-1 : Fixations de la rampe d'injecteurs	Binaire	oui	
	FP2-2 : Orientation des injecteurs par rapport au flux d'air	°	tba	
	FP2-3 : Surface de mouillage	Mm²	tba	
FC1 : Environnement	FC1-1 : Résister à la température moteur	°C	150	-5



Admission

Architecture / Sous systèmes

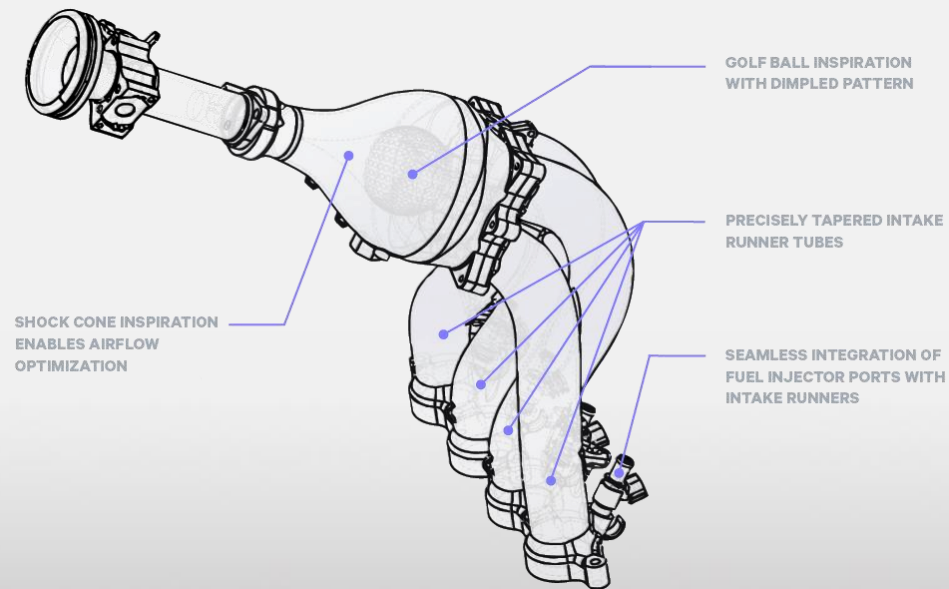
- Admission verticale
- Admission latérale

Contraintes

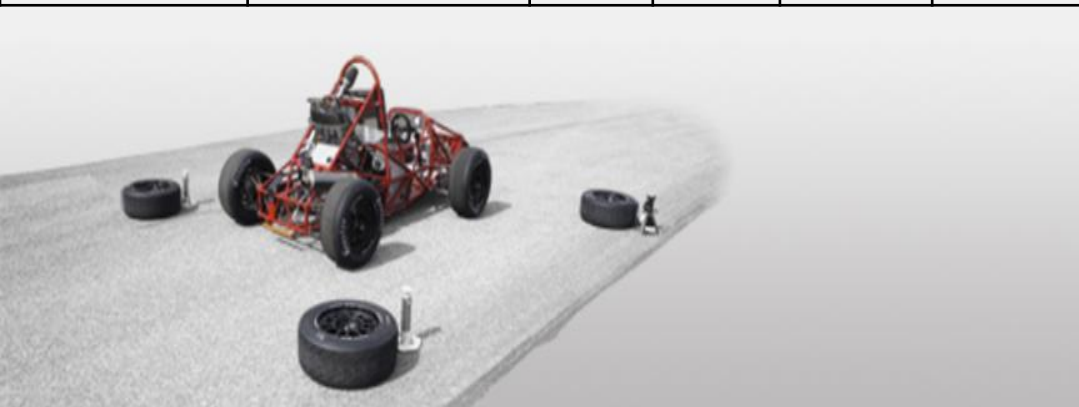
Impact sur le kit aéro (aile arrière)

Conclusion

Admission latérale



Moteur					
Exigences et cas de charges					
Fournir la plus grande puissance mécanique possible à la sortie de la boîte de vitesse					
Réduire l'espace non occupé engendré par l'orientation opposée du dossier du pilote et du moteur.					
Sur Optimus : 75ch					
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Donner de l'énergie à la transmission secondaire	FP1-1 : Puissance	hp	85		
FC1 : Respecter le règlement	FC1-1 : Cylindrée maximale	cm ³	710	0	
	FS2.1 : Carburant		Sp98		
FC2 : Respecter le CdCF S4	FC2-1 : Masse maximale	kg	55		



Simulations

Architecture / Sous systèmes

Carburant à l'éthanol E85 / SP98

Rotation du moteur suivant l'axe de l'essieu

Abaissement du moteur sur le châssis

Refroidissement

Exigences et cas de charges

Amener le moteur à sa température nominale de fonctionnement

Dimensionner le radiateur précisément afin de perdre de la masse.

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Réguler la température du moteur	FP1-1 : Maintenir le moteur à sa température de fonctionnement	°C	80 à 105		
	FS1.2 : Réguler la pression du circuit d'eau	bar			
FC1 :	FC1-1 : Liquide utilisé		Eau		
FPN : KPI	FSN.1 : Puissance thermique dissipée				
	FSN.2 : Masse				



Simulations

Modèle de refroidissement :

- Hypothèses : stationnarité, tubulures carrées, pas de conduction dans les tubulures, flux simplifiés
- Problèmes : Modèle non vérifié, coefficient de transfert thermique de surface à déterminer précisément

Architecture / Sous systèmes

- Un radiateur (configuration oreille d'éléphant comme par le passé)
- Un radiateurs de chaque côté (profiter des ouïes)

Effets des ouïes sur le radiateur :

- Ouïes seront petites, impose une taille au radiateur
- Cannalisation du flux d'air -> plus grand coefficient de transfert

Refroidissement

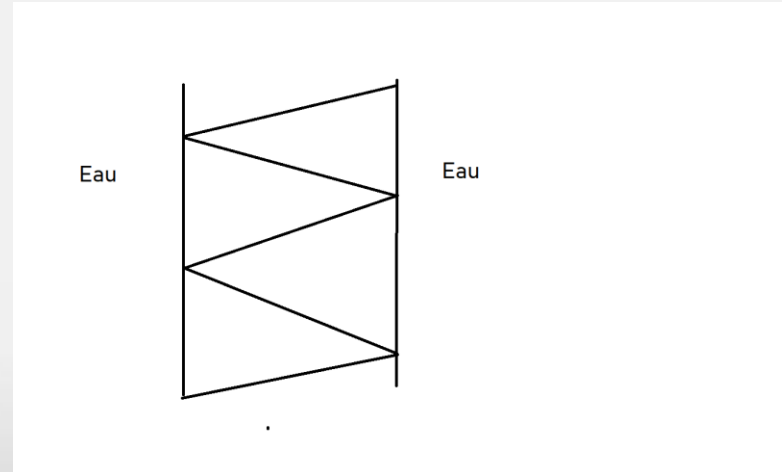
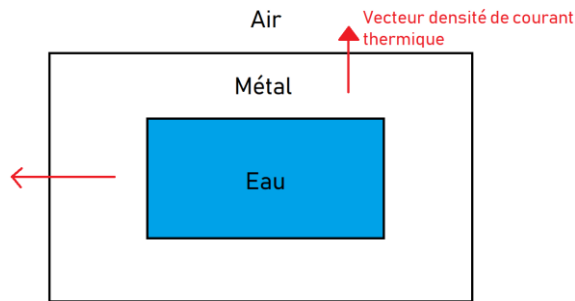
Simulations

Modèle de refroidissement :

- Hypothèses : stationnarité, tubulures carrées, pas de conduction dans les tubulures, flux simplifiés
- Problèmes : Modèle non vérifié, coefficient de transfert thermique de surface à déterminer précisément

Puissance à dissiper : 42ch

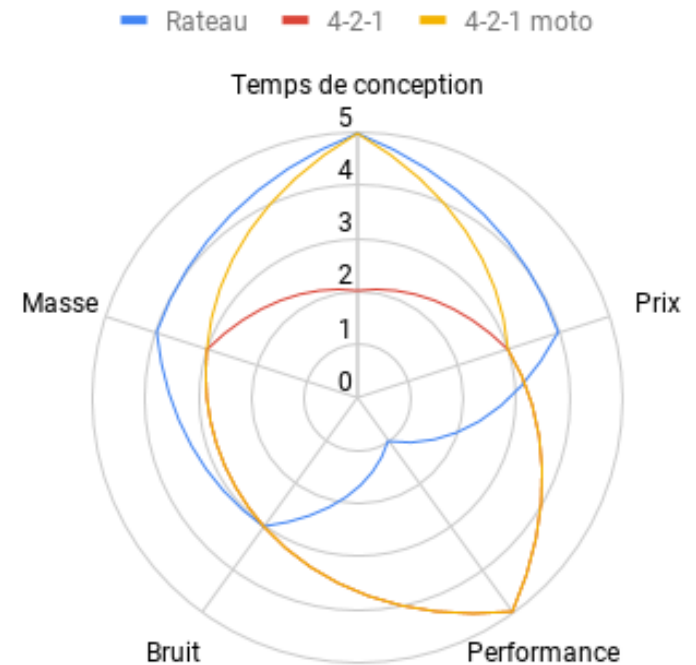
Réduction de la surface de 25% -> un débit une variation de puissance 3ch en dissipation (ne tient pas compte de certains éléments : voir figure de droite)



Echappement (collecteur + silencieux)					
Exigences et cas de charges					
Résistance à un flux de 1000°C					
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Évacuer les gaz d'échappement	FC1-1 : Récupérer la sortie de chaque cylindre (4)	binaire	-	0	C.V 3.2
	FS1.2 : Mener les gaz au silencieux	binaire	-	0	C.V 3.2
FC1 : Respecter le règlement	FC1-1 : Bruit au ralenti	dB(C)	103	0	C.V 3.2
	FC1-2 : Bruit à 11000 tr/min	dB(C)	110	0	C.V 3.2

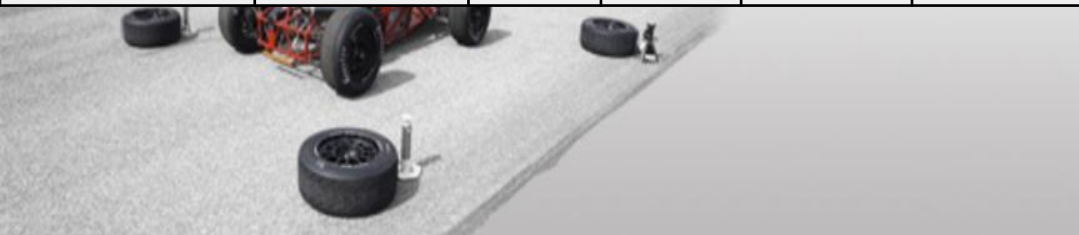
Architectures :

- 4
- 4-1
- Rateau
- 4-2-1



Transmission secondaire					
Exigences et cas de charges					
Transmettre la puissance mécanique aux roues avec la répartition la plus efficace possible					

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Transmettre l'énergie du moteur aux roues	FP1-1 : Minimiser les pertes	%	0.95	maximal	
	FP1-2 : Supporter le couple du moteur	N.m	60		
FP2 : Répartir la puissance entre roues droite/gauche					
FC1 : Respecter le règlement	FC1-1: Permettre le mouvement de la voiture avec master switch off				T7.1.2



Simulations

Architecture / Sous systèmes

Différentiel dans ou hors châssis -> dépendent des points de LAS

Différentiel dans châssis : allègement de la transmission secondaire d'environ 15%

Transmission par chaîne/courroie

Courroie : légère, silencieuse, mais custom + tension constante + galet enrouleur

TOP Pré-Dim

SEISM

- SEISM
- Faisceau
- Acquisition de données
- Tableau de bord
- Carte avant
- Commande de boîte



TOP Pré-Dim

SEISM

CLS



Exigences et cas de charges	Architecture / Sous systèmes: Faisceau, passage de vitesse, tableau de bord, carte avant, télémétrie			
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Assurer la communication entre les différents organes de la voiture	FS1.1 : Posséder une source d'énergie	Puissance, capacité		
	FS1.2 : Transmettre l'énergie à tous les systèmes	Pertes	<1V	10%
	FS1.3: Transmettre les informations	taux de pertes	<5%	
FP2 : Assurer l'interface H/M	FS2.1: Permettre au pilote d'agir sur le véhicule	Ergonomie, compréhension, rapidité		
	FS2.2: Communiquer des infos au pilote	Visibilité, utilité, compréhension		
FP3 : Permettre de changer de vitesse	FS3.1:			
FP4 : Acquérir des données	FS3.1: Mesurer les données nécessaires aux modèles	capteurs, complexité		
	FS3.2: Transmettre ces données	Quantité, rapidité de traitement		
FC1 : Respecter le CDCF de S0	FSN.1 : Respecter le règlement	Règlement FS	n/a	aucune
	FSN.2 : Avoir une masse limitée	Budget massique	10kg	5%
	FSN.3 : Avoir un prix raisonnable	Budget	5600€	





Faisceau				
Exigences et cas de charges				
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FC1: Respecter le CDCF du SEISM	FS1.1:: Avoir une masse la plus légère possible	Budget massique	6kg	5%
	FS1.2: Avoir un prix le plus bas possible	Budget	1500€	<1500
FP2: Alimenter les différents éléments du véhicule	FS2.1: Contenir une source d'énergie	Capacité		
	FS2.2: Transmettre l'énergie	Intensité, taux de perte	<250A, <1V	10
FP3: Assurer la communication entre les différents équipements		taux de perte	<5%	5%
FP4: Intégrer le BSPD		Règlement FS	n/a	0%
FP5: Se protéger de l'environnement extérieur	FS5.1: Résister aux chocs et aux projectiles	Pas de fil qui se décroche	n/a	0
	FS 5.2: Résister aux vibrations	Aucun fil ne se décroche	n/a	0
FP6: être accessible	FS 6.1: être facilement compréhensible	Couleurs adaptées, schémas clairs, temps de compréhension	10 min	20%
	FS 6.2: être facilement démontable	Temps de démontage	15 min	20%

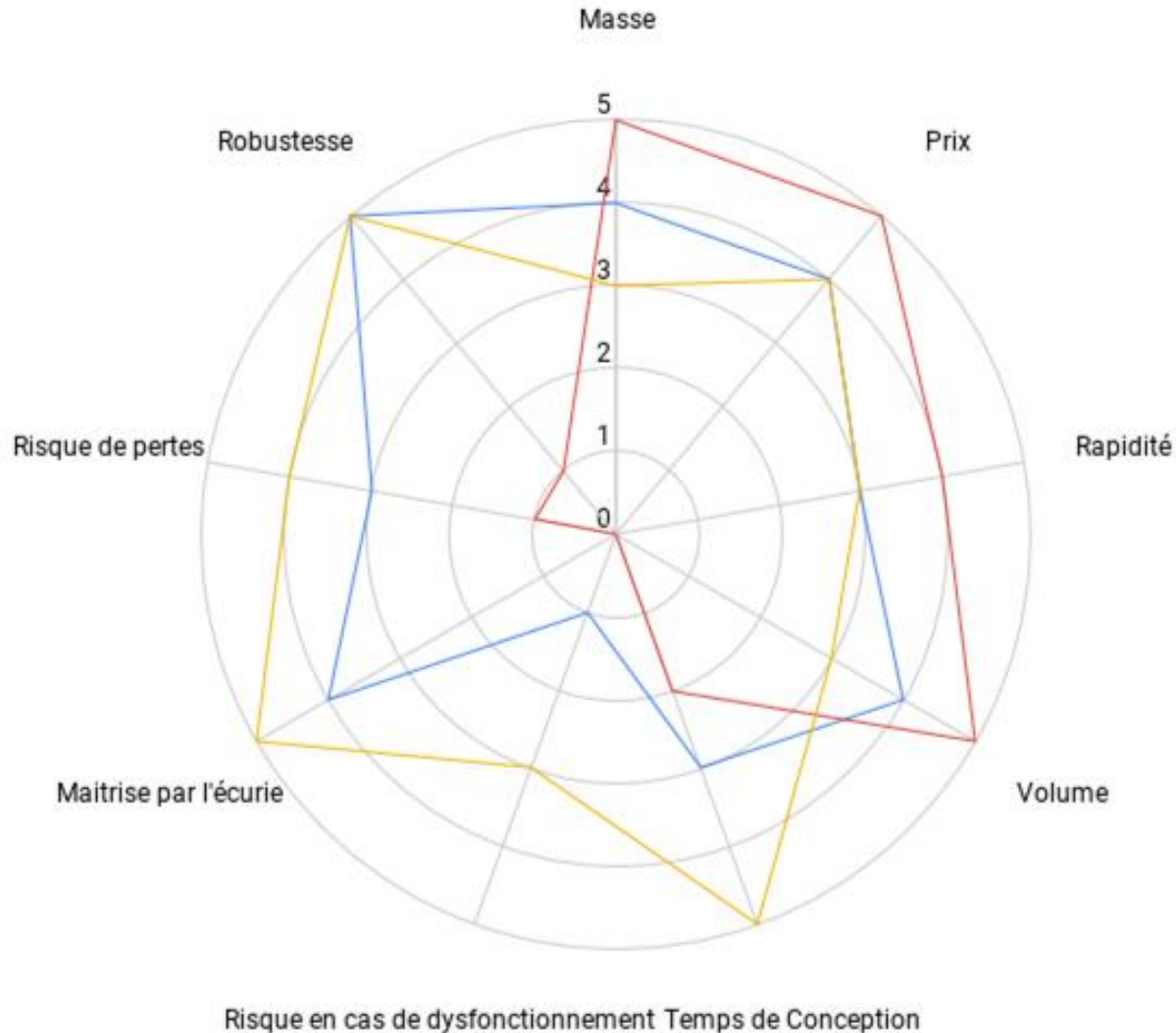




Faisceau

Architectures possibles

— Communication CAN — Communication sans-fil — Communication mixte CAN-fil



Architecture retenue:

Communication mixte CAN-Fil:

- Masse: 6kg
- Rapidité: jusqu'à 1Mbps
- Assez robuste
- Bonne maîtrise par l'écurie



Acquisition de données

Architecture / Sous systèmes
On garde le Race Capture: Centralisation des données, logiciel développé cette année et dans l'objectif de le perfectionner

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FC1: Respecter le CDCF du SEISM	FS1.1: Avoir une masse la plus légère possible	Budget massique	1kg	20%
	FS1.2: Avoir un prix le plus bas possible	Budget	1 500 €	20%
FP2: Enregistrer les données importantes	FS2.1: Prendre des mesures	Choix des capteurs		
	FS2.2: Sauvegarder les données	espace de stockage	10Go	minimum
	FS2.3: Transmettre les données rapidement	Temps de récupération	<5min	20%
FP3: Traiter les données	FS3.1: Traitement rapide	Temps d'obtention des données voulues	<5 min	20%
	FS3.2: Traitement facile	Interface logiciel facilement installable	<5 min	20%

Capteurs :

- Pressions de feins
- Vitesse roue
- Angle volant
- Angle roue
- Température moteur
- GPS
- Pressions d'air (si pneumatique)
- Débattement suspension
- Admissions d'air
- RPM
- Sonde lambda
- Accéléromètre
- Tension batterie
- Pression d'essence

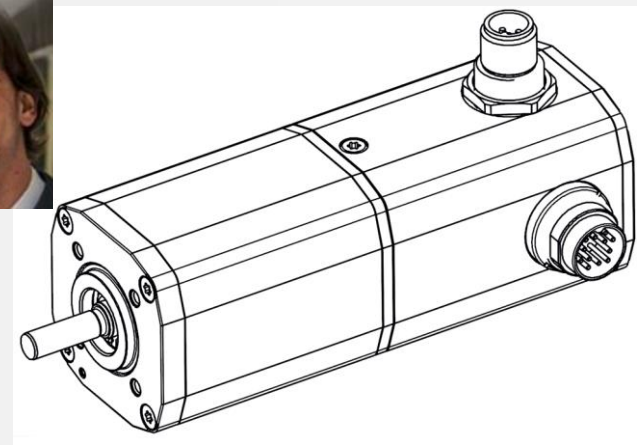
Idée:

- Température des pneus
- tube de Pitot ?



TOP Pré-Dim : SEISM

BMR



Le Passage de vitesse

Etat de l'Art chez l'EPSA



STUF'2014-Dynamix
Solénoïde

Temps de passage de
vitesse : entre 60 et 80
ms

STUF'2017 Olympix
Motorréducteur

Temps de passage de
vitesse : 90 ms



Source: [https://epsabox.kad-office.com/w/D2I du SFF 20 S23](https://epsabox.kad-office.com/w/D2I%20du%20SFF%20S23)



STUF'2019 Optimus
Motorréducteur

Temps de passage de
vitesse (essayés/ shift
cut): 100 ms





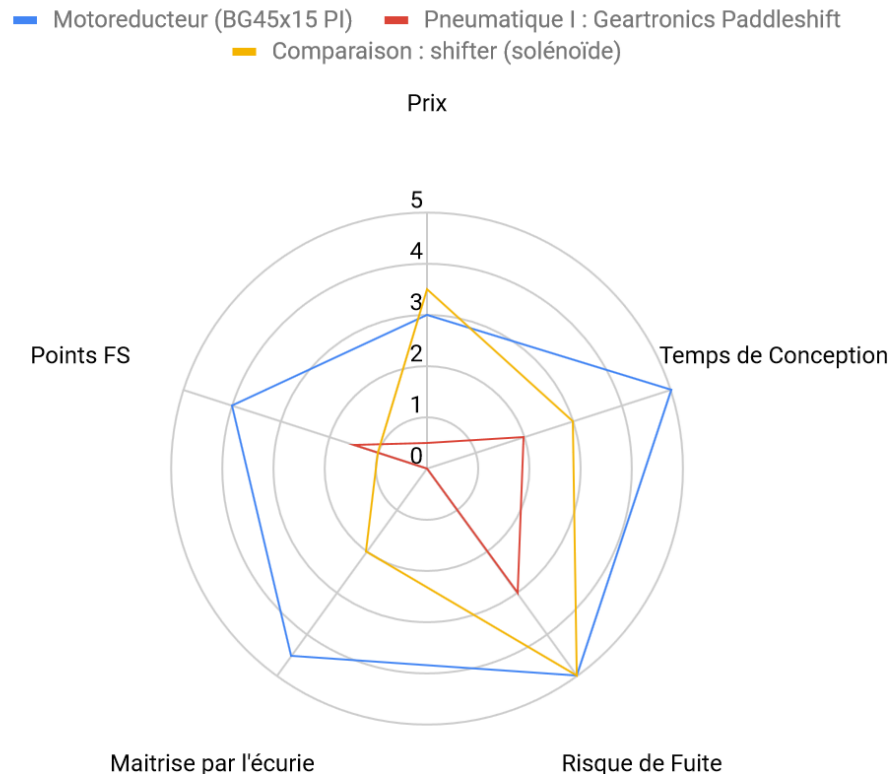
Commande de boîte	Architecture / Sous systèmes Source: https://epsabox.kad-office.com/w/CdCF_20_S23
Exigences et cas de charges	

Fonction principale	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FC1: Respecter le CDCF du SEISM	FS1.1: Avoir une masse la plus légère possible	Budget massique	1,5kg	20%
	FS1.2: Avoir un prix le plus bas possible	Budget	1 000 €	20%
FP2: Permettre de changer de vitesse	FS2.1: Changer de vitesse rapidement	Temps de réponse	<150ms	10%
	FS2.2: Permettre au pilote de choisir sa vitesse	Facilité de changement (à la main ou avec un outil)	<1s	10%
FP3: Résoudre les problèmes	FS3.1: Informer le pilote des problèmes	rapidité de compréhension	<1s	20%
	FS3.2: Accéder facilement au programme	Ne pas avoir à démonter les boîtes , temps d'accès	10 min	20%
	FS3.3: Détecter la position d'une erreur dans le programme	Communication avec l'ordinateur	n/a	0%
FP4: Protéger le système de l'environnement	FS4.1: Être étanche	Carte protégé	n/a	aucune
	FS4.2: Protéger les éléments sensibles des chocs et projectiles	Résistance mécanique	n/a	aucune
	FS4.3: Protéger des perturbations électro-magnétiques	Epaisseur de la couche protectrice	>1mm	0%
FP5: Se raccorder au faisceau		compatibilité	n/a	0%
FC2: Respecter le règlement				



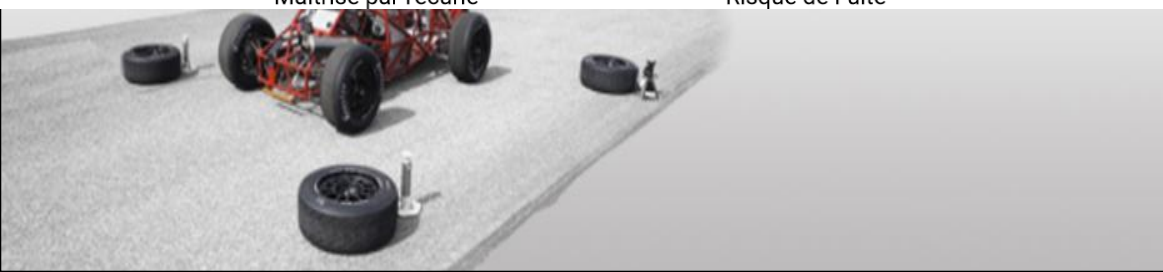
Carte avant

Architectures possibles étudiées



Architecture choisi : Motoréducteur

- **Prix : 733,00€ TTC**
- **Rapidité : ~100ms**
- **Volume : 285cm³ pour le motoréducteur**
- **Maîtrise par l'écurie : 90%**
- **Temps de Conception : rapide**
- **Robustesse : Construction robust**
- **Points FS (Design Event) : Peut être bien exploré**
- **Masse : 1,09kg (moteureducteur ca. 500g) + ca. 300g de cable**
- **Details :**
 - **Mauvaise compatibilité entre Arduino et Shield**



TOP Pré-Dim

Etat du projet : sous contrôle

Prochain Top : Top Appro

Date : 27 juin

Objectifs techniques : aucun

Objectifs pédagogiques : vérifier le contenu EpsaBox

Livrables attendus :

- D2I
- MSP
- CdCF

- MSP S0
- Fiche technique préliminaire S0

Issue : Ouverture du budget ISYrun



TOP Pré-Dim



TOP Pré-Dim

Annexe

Aérodynamique

Châssis équipé :

- Pare-Feu
- Fond plat
- Crash-Box
- Support Batterie

LAS

Motorisation

- Circuit de carburant
- Récupérateur de fluides

SEISM

- Carte avant
- Tableau de bord



Circuit de carburant						Simulations
Exigences et cas de charges						
Réussir l'endurance avec un plein en étant le plus léger possible et adapté à l'espace disponible. Pouvoir fournir un débit important lors des phases d'accélération.						Optimum lap : vitesse/RPM moyennes lors de l'endurance sur différents circuits FS Données des années précédentes -> Calcul du volume nécessaire
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement	Architecture
FP1 : Respect du règlement	FS1.1 : Remplissage du réservoir	Diamètre intérieur	35mm	0	CV 2.6	
	FS1.2 : Matière	Acier inox			CV 1.8/2.4	
	FS1.3 : Fixation	Emplacement	amont du régulateur		CV 1.9.1	
	FS1.4 : Distance à l'échappement		50mm		CV 2.2.3	
	FS1.5 : Résistance thermique	col de remplissage	130°C			
FP2 : Contenir le carburant	FS2.1 : Contenance		6.5L	0.3L		
	FS2.2 : Etanchéité		100%	0		
	FS2.3: Vidange		100%	0	CV2.4.5	
	FS2.4: Évacuation de l'air		100%		CV2.8	
FP3 : Injecter le carburant	FS3.1 : Pression de carburant		3.5bar	0		
FP4: Adaptation à l'environnement	FS4.1 : Respecter la forme du châssis équipé et de la motorisation		100%			
	FS4.2 : Limiter le ballotement		60%	10%		
	FS4.3 : Chaleur du moteur	Résister	100%			
	FS4.4 : Conditions météorologiques	Aucun problème en cas de pluie, chaleur	100%			

58

Paroi Pare-feu

Exigences et cas de charges

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement	FS1.1 : Séparer le pilote de tous les composants alimentés en carburant, huile moteur, systèmes de refroidissement liquide et batterie.	Surface recouverte	La pare feu doit couvrir n'importe quelle ligne de vue entre ces composants et le conducteur jusqu'à un plan allant 10cm au dessus du casque du plus grand pilote conduisant le véhicule	0%	T.4.8
	FS1.2 : résister	choix des matériaux	une couche d'aluminium de 0.5mm faisant face à la traction et la deuxième couche, faisant face au conducteur, doit être faite d'un matériau isolant électrique et ignifuge (L'épaisseur de la deuxième couche doit être suffisante pour empêcher la pénétration de cette couche avec un tournevis de 4 mm de largeur et 250 N de force)		T.4.8



Fond-plat
Exigences et cas de charges Fermer le sol de la voiture, ne pas tomber sur la piste.

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement	FS1.1 : Séparer le pilote du sol	Surface recouverte	Le fond plat doit aller du bulkhead jusqu'à la pare feu	0%	T1
	FS1.2: ne pas laisser d'espace libre	Espace libre entre deux plaques	<3mm	0%	T1
	FS1.3 : Résister	solidité des matériaux utilisé	pas de matériaux cassants	0%	T1



Impact Attenuator (Crashbox)

Exigences et cas de charges

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement	FS1.1: Résister aux efforts	Energie dissipée	Arrêter une masse de 300kg allant à une vitesse de 7 m/s (Prévoir une marge)	0%	T.3.19
	FS1.2: Être suffisamment petit	Respecter les dimensions maximales imposées par le règlement	Longueur*Largeur*Hauteur en mm = 200*200*100	0%	T.3.19
	FS1.3: Limiter la variation de vitesse ressentie en cas d'accident du pilote	Décélération moyenne et pic maximum	Le véhicule doit avoir une décélération moyenne de plus de 20g et un pic max à 40 g dans le test de FC1	0%	T.3.19
FP2 : Être adapté au châssis	FS2.1: Respecter une forme	Entrer dans la carrosserie d'Invictus	A définir	A définir	
FP3: être léger	FS3.1: Être moins lourd que la version	masse	450g	A définir	
FP4 : Limiter le budget	FS4.1: Ne pas coûter trop cher par rapport au prix de la boîte anti-choc fournie par la compétition	prix	500 €	A définir	

Support de batterie

Exigences et cas de charges

Fonction : Soutenir la batterie et la fixer de façon "rigide et robuste" au châssis

Cas de charges : Supporter l'accélération longitudinale et radiale de la batterie dans son support

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement	FS1.1 : permettre une attache sécuritaire			0%	T.11.7.2
	FS1.2 : être rigide et robuste	force latérale	20g à l'avant, 2g sur les côtés	0%	T11.7.4
FP2: Supporter la batterie	FS2.1: être adaptée à la batterie	dimensions et masse	120,5mm x 82,5 mm (surface inférieure) 1,2kg	0%	

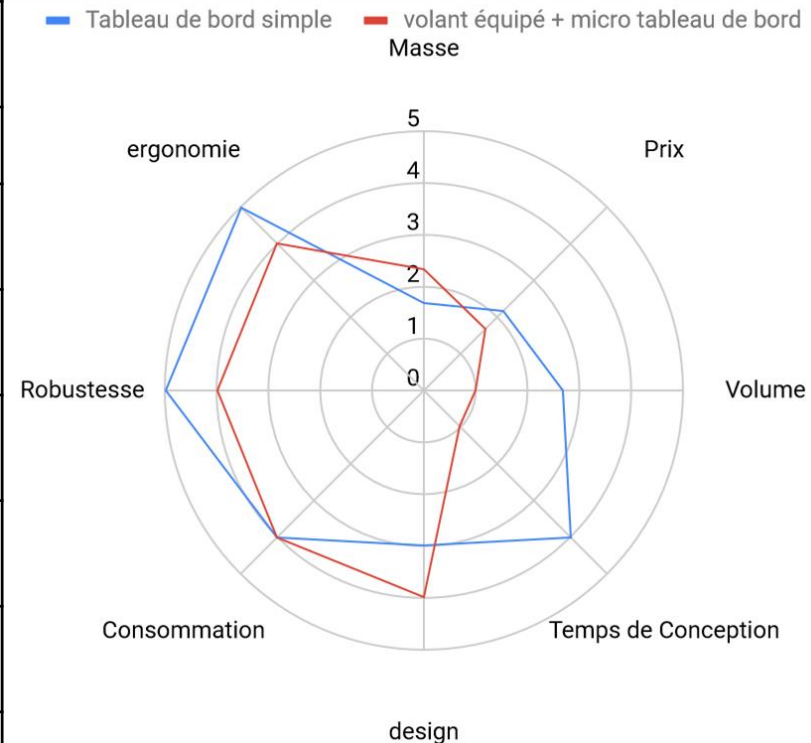


Récupérateur de fluides Récupérer les excès de fluide du circuit de refroidissement et d’huile moteur			Architecture / Sous systèmes Forme : parallélépipède, cylindre, géométrie plus complexe pour minimiser l’encombrement Architecture retenue : forme cylindrique en aluminium		
Exigences et cas de charges Performance : étanchéité Solicitation : fluide à température élevée (>125°C)					
Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité	Article règlement
FP1 : Respect du règlement	FS1.1 : Récupérer et contenir les fluides sans fuites	Etanchéité	Doivent être soudés	Aucune	T7.3.2 T7.3.1
	FS1.2 : Résister aux températures des fluides	Tenue thermique	>125°C	Aucune	T7.3.4
	FS1.3: Le volume doit être suffisant	Volume	10% du volume total ou 900 ml	Aucune	T7.3.2
	FS1.4: S’insérer derrière le pare-feu, sous le niveau d’épaule du pilote	Encombrement	Fixés au châssis	Aucune	T7.3.5
FP2 : Masse	FS2.1 : La masse doit être faible	Masse	300g	10%	
FP3 : Tuyaux de récupération	FS3.1: Diamètre intérieur	Diamètre	3mm	Diamètre mini	
	FS3.2: Résistance thermique	Tenue thermique	>125°C	Aucune	63



Tableau de bord

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FC1: Respecter le CDCF du SEISM	FS1.1 : Respecter le règlement	Règlement FS	respecter tous les points du règlements	0%
	FS1.2 : Avoir une faible masse	Budget Massique	0.7kg	+10%
	FS1.3 : Avoir un prix le plus bas possible	Budget financier	300€	10%
	FS1.4 : Avoir un encombrement minimum	volume	2500cm3	10%
FC2 :Assurer l'interface H/M	FS2.1 : Communiquer les informations	candelas / Rapidité de compréhension	500mcd / <= 1s	+50%
	FS2.1 : Agir sur la voiture	Facilité d'usage, temps pour agir	0.5s, (0.2s pour l'arrêt d'urgence)	+20%
FC3 : Ergonomie	FS3.1 Accès facile aux fonctions	Pas d'équipement qui bloque l'accès aux contrôles		0%
FP4 : Protection contre l'environnement extérieur	Être étanche	fonctionnement de l'électronique sans corrosion		
FP5 : Interaction avec les éléments externes	se raccorder facilement au faisceau	compatibilité	totale	0%





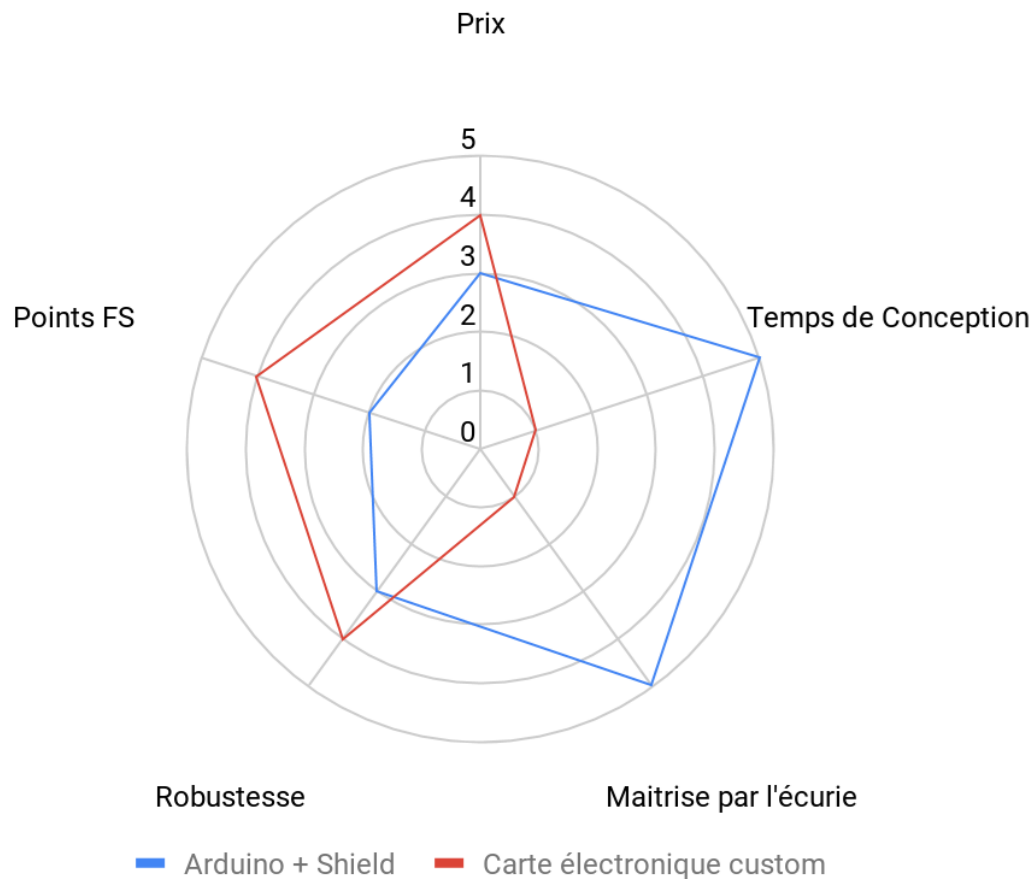
Carte avant

Fonction primaire	Fonction secondaire	Critère	Niveau	Flexibilité
FC2.1: Communiquer les infos	FC2.1.1: Informer les tours moteurs	Rapidité de compréhension du code	<15min	5min
	FC2.1.2: Informer de la température du moteur	Rapidité de compréhension du code	<10min	5min
	FC2.1.3: Informer du voltage de la batterie	Rapidité de compréhension du code	<10min	5min
	FC2.1.4: Informer de l'engagement du Launch Control	Rapidité de compréhension du code	<5min	3min
	FC2.1.5: Informer des problèmes de pression d'huile	Rapidité de compréhension du code	<5min	3min
	FC2.1.6: Informer des problèmes de températures d'eau	Rapidité de compréhension du code	<5min	3min
	FC2.1.7: Informer des problèmes de passage de vitesse	Rapidité de compréhension du code	<10 min	5min
	FC2.1.8: Informer qu'on est au Neutre	Rapidité de compréhension du code	<5 min	3min
	FC2.1.9: Transmettre les données via CAN	Rapidité de compréhension du code	<60 min	30min
FC2.2: Agir sur la voiture	FC2.2.5: Engager le Launch Control	Rapidité de compréhension du code	<5min	3min
	FC2.2.6: Engager le Traction Control	Rapidité de compréhension du code	<5min	3min
	FC2.2.7: Passer au Neutre	Rapidité de compréhension du code	<5min	3min



Carte avant

Architectures possibles



Architecture choisi : Arduino + Shield

- **Prix : 45€**
- **Temps de conception : 15h**
- **Maîtrise par l'écurie : très bon**
- **Robustesse : possible débranchement des pins**
- **Points FS (Design Event) : coût d'opportunité**
- **Masse : 73g**
- **Rapidité : 16 MHz**
- **Risques :**
 - **Mauvaise compatibilité entre Arduino et Shield**

