



Projet PMR - Audit Technique

Noé Leclerc - Guillaume Leveque - Louis Morand-Monteil -
Nathan Pierre - Alan Rondel - Axelle Varoqui

Partenaire

Coach

Henry-Albert Thoor

Coach

Anne-Lise Cristol

Thierry Fritcheteau

Étudiants membres



Guillaume Leveque



Vincent Soulès



Amaury Vinel



Fernando Barboza De Deus
Fonseca



Baptiste Ayrignac



Mael Le Hong



Timothée Adamski



Lucas Oliveira Saintrain



Alan Rondel



Louis Morand-Monteil



Axelle Varoqui



Nathan Pierre



Noé Leclerc

Présentation globale du projet

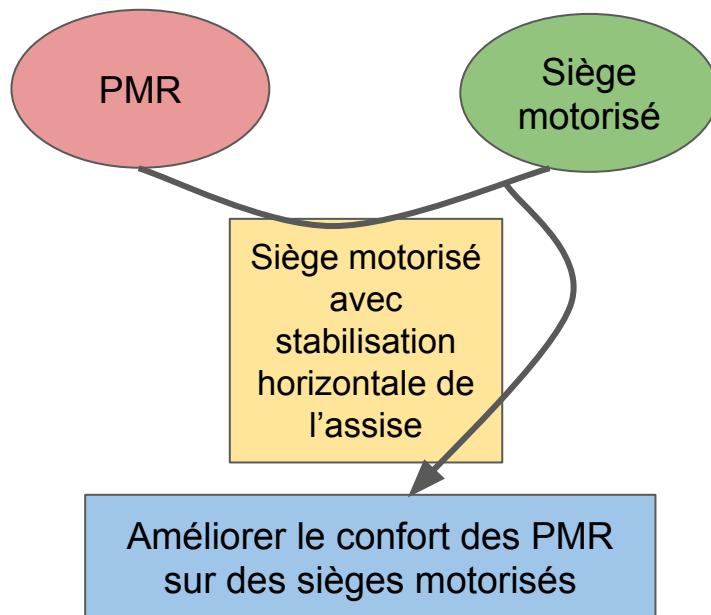
Contexte :

Inconfort des personnes à mobilité réduite lors d'utilisation de **sièges motorisés**

Attentes du client :

Concevoir un système permettant d'améliorer le confort du siège :

-> **Stabilisation de son assise dans un plan horizontal**



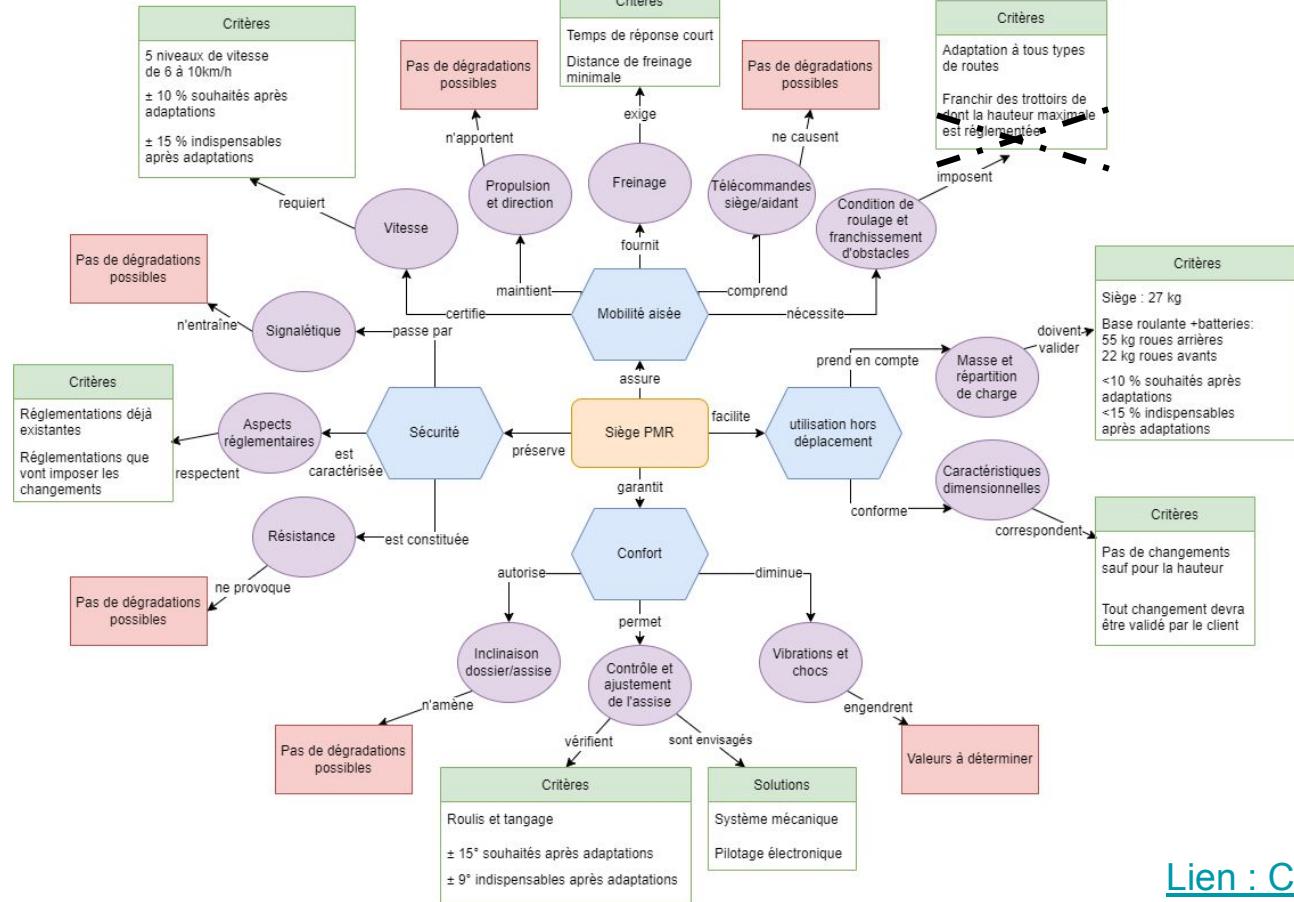
Démarche scientifique

Objectifs / Démarche :

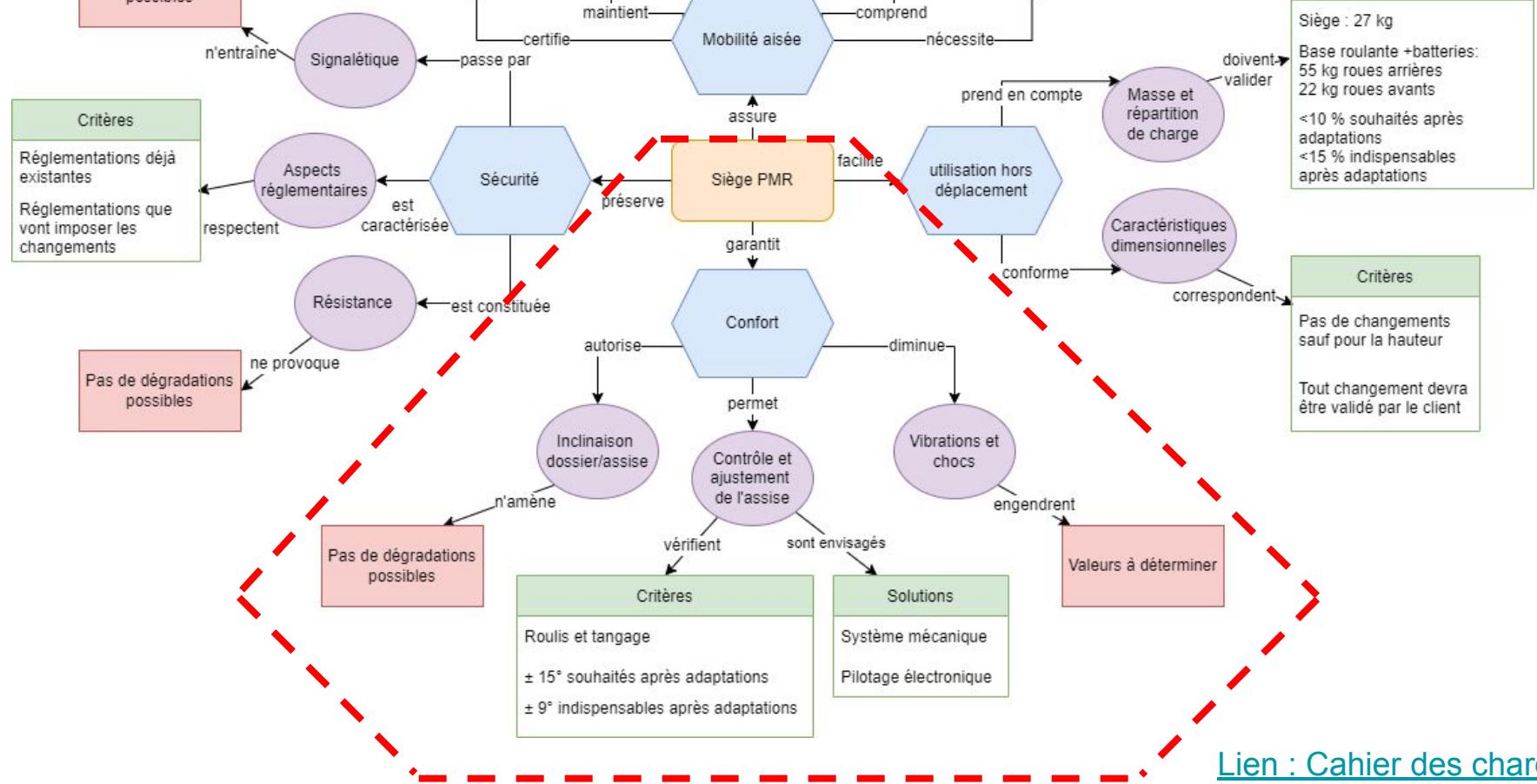
Proposer une **solution technique** répondant aux problématiques posées :

- **Modélisation** numérique
- **Simulation** dynamique
- **Dimensionnement**
- **Chiffrage**
- **Intégration** au matériel existant
- Réalisation de **tests** pour **validation** du prototype



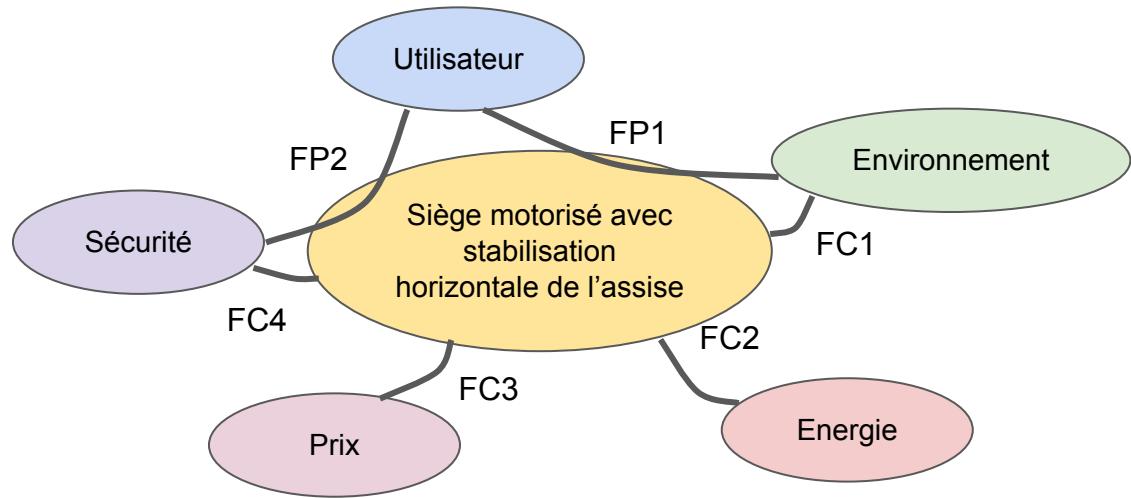


Lien : Cahier des charges



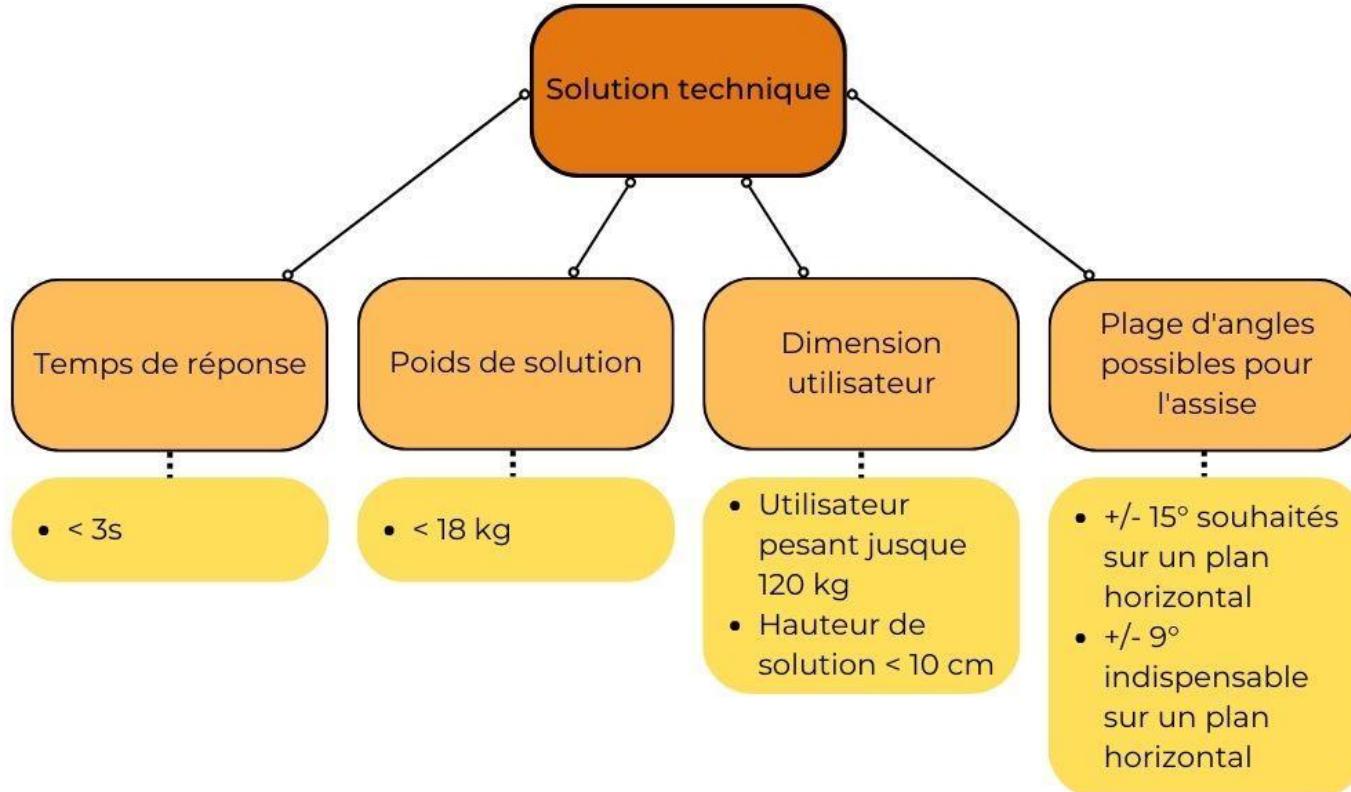
[Lien : Cahier des charges](#)

Analyse fonctionnelle



FP1	Assurer le confort de l'utilisateur quelque soit le type de terrain (pente, obstacles, irrégularités)
FP2	Assurer la sécurité de l'utilisateur
FC1	Pouvoir rouler sur tout type de terrain
FC2	Être autonome en énergie (batterie)
FC3	Rester abordable par rapport au prix initial du siège
FC4	Être sécurisé

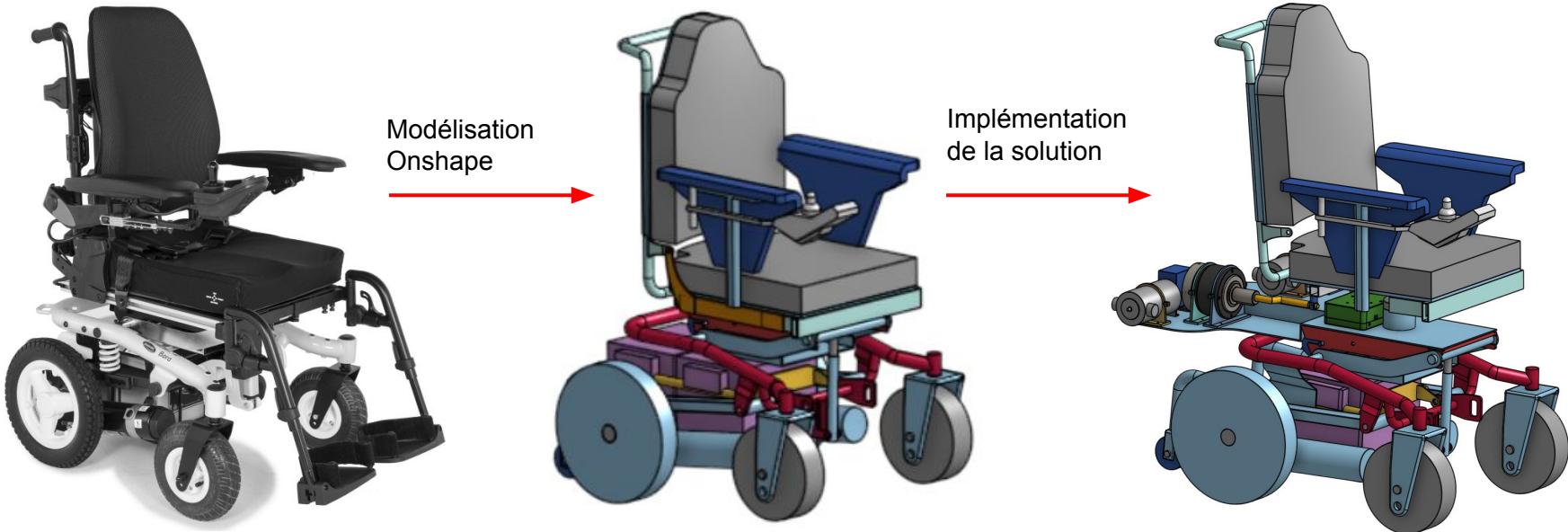
Bilan des critères techniques





Présentation de la solution technique

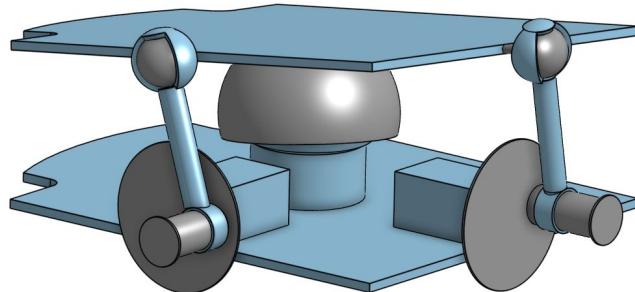
Modélisation globale du siège



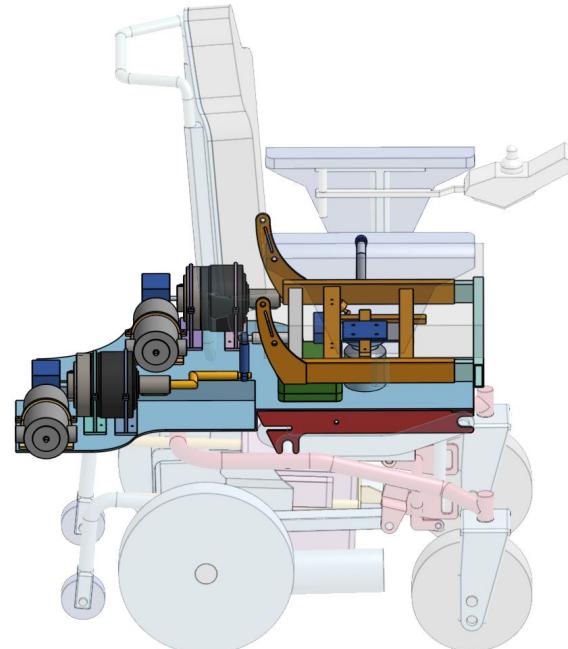
Modélisation de la solution technique

Solutions proposées	Hexapode	Stabilisateur dynamique	3/4 Vérins installés sous l'assise
Critères d'élimination	Complexité	Poids	Consommation d'énergie

Système deux bielles-manivelles



Modèle initial



Solution implémentée

Stratégie mécanique

1

Schéma cinématique

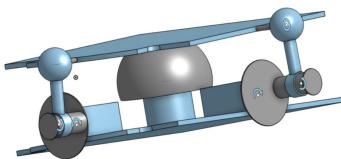
2

Équations mathématiques

3

Première modélisation sur
Onshape

$$C_{\text{moteur}} = J_{\text{tot}} * \ddot{\theta} + C_{\text{bielle}}$$
$$\ddot{\theta} = \left(\frac{2(OP - 2 \sin(\alpha)) - \sqrt{\Delta}}{2R} \right)$$



4

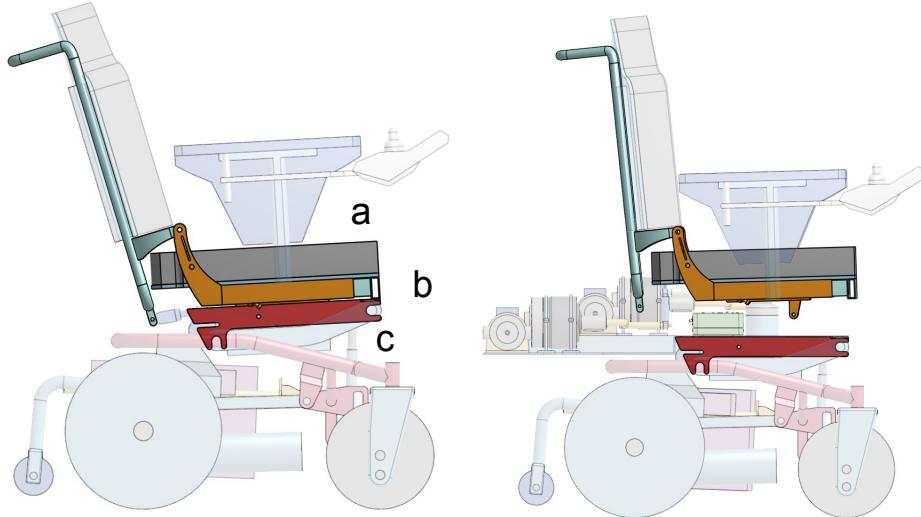
Dimensionnement des motoréducteurs /
réducteurs, rotules, bielles
(grâce à une simulation)



5

Choix de l'emplacement de la
solution et ajustement du
positionnement des différents
éléments en fonction de l'existant

Choix de l'emplacement de la solution



Siège composé de 3 “couches” :

- L'assise (a)
- Le châssis supérieur (b)
- Le châssis inférieur (c)

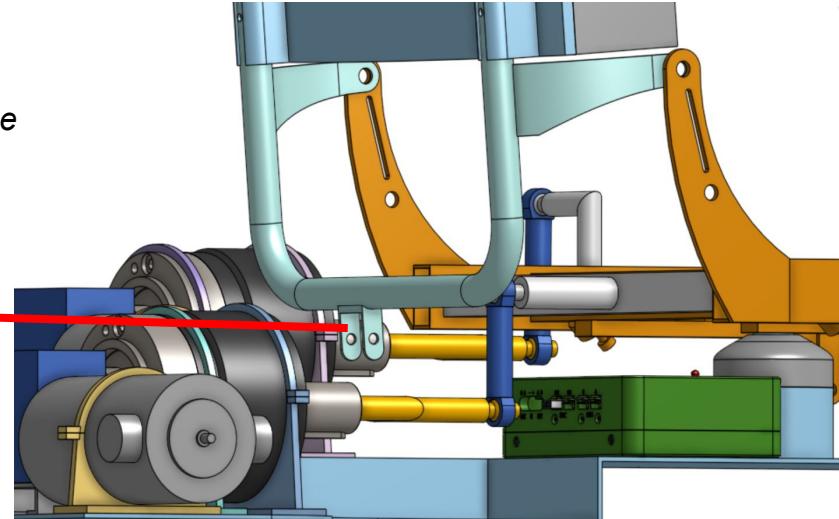
2 Possibilités :

Entre le châssis inférieur et le châssis supérieur
Entre le châssis supérieur et l'assise

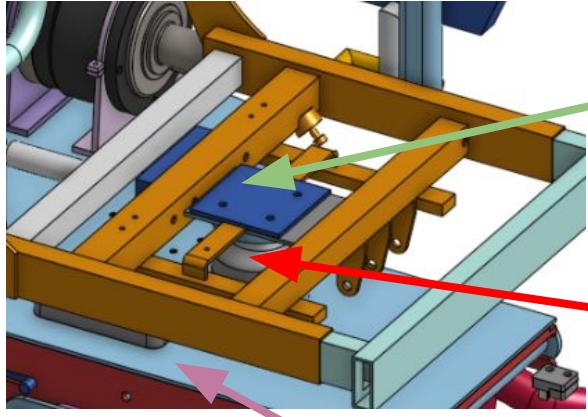
Modification du vérin



*Déplacement du vérin d'origine
(inclinaison du dossier)*



Rotule et plaques de support



- Plaque inférieur : plaque d'acier de 3mm



- Plaques supérieurs



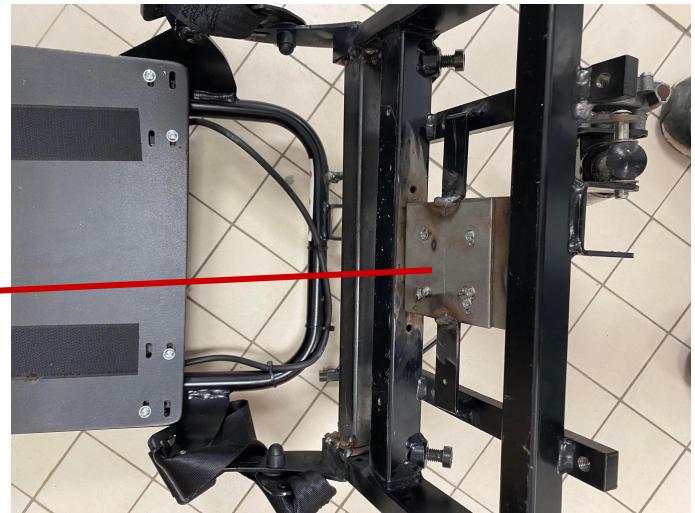
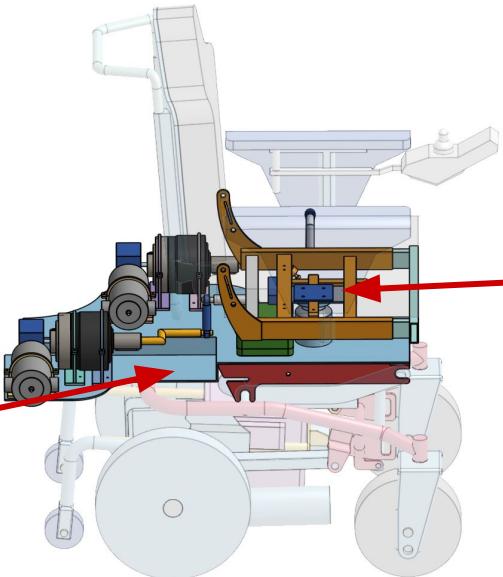
- Rotule Centrale
*Résiste à 1500N
Mesure moins de 10 cm*



Rotule et plaques de support : implémentation

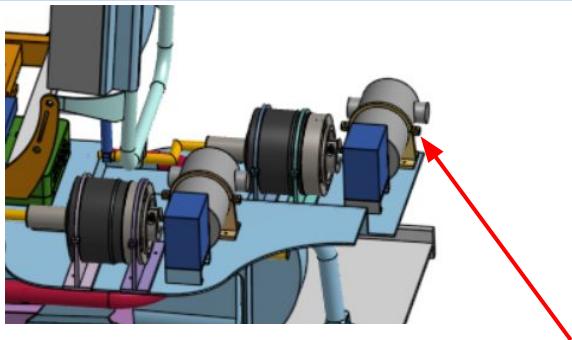


Plaque inférieur avec rotule centrale



Plaque de fixation de la rotule à l'assise

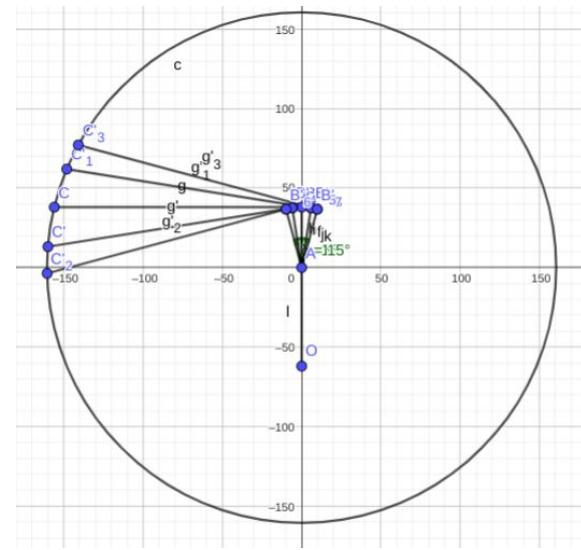
Motoréducteurs, réducteurs et bielles



Calcul des besoins des moteurs:

- Prise en compte du cahier des charges ($+/- 15^\circ$)
- Dimensionnement des bielles en conséquence
- Simulation sur Simscape pour calculer le couple nécessaire
- Obtention du cahier des charges des moteurs et réducteurs

- Disques/Bielles



Motoréducteurs, réducteurs et bielles

Contraintes

- Moteurs pilotable en vitesse et en position
- Batteries : 24V CC
- $T_r < 3s$
- Couple maximal : **98 N.m**

- Modification de la masse du siège (+ 18kg maximum)
- Minimiser la perte d'autonomie (- 2.2% maximum)

- **Contrainte de blocage** : réducteur à vis sans fin

Moteur final



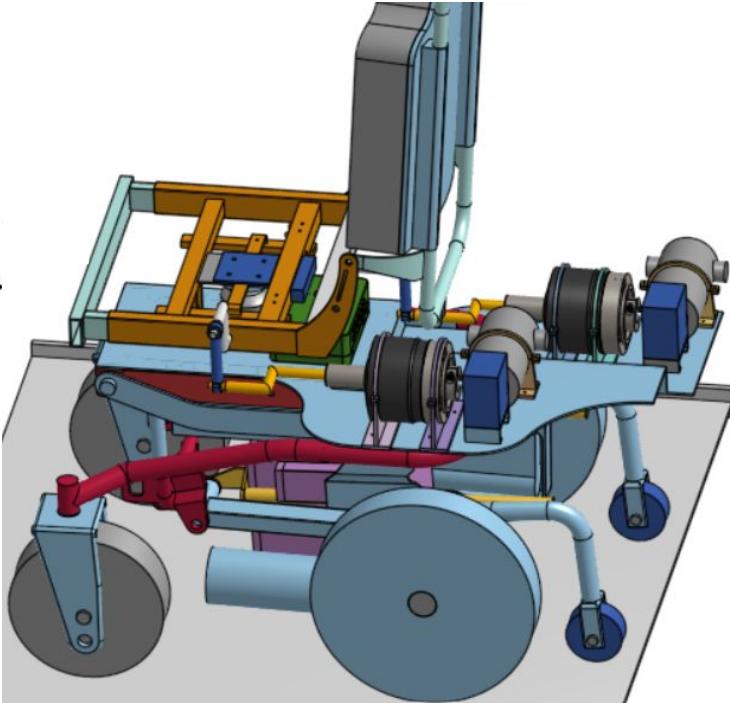
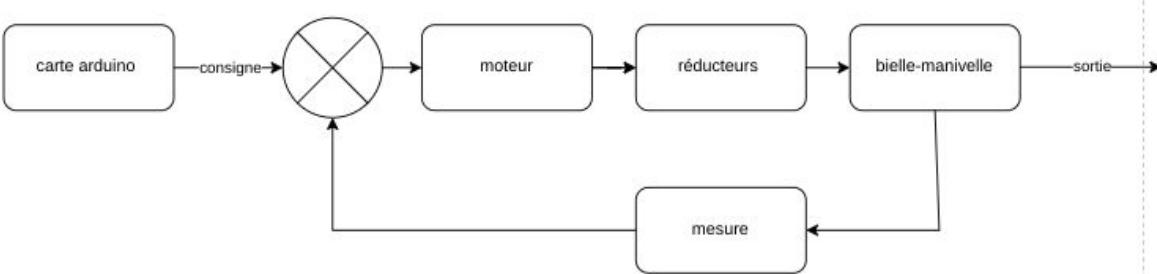
Motoréducteur :
Modèle CM026
- INTECNO

Réducteur additionnel final



Réducteur :
Modèle PLPE
120 - Neugart

Asservissement de la solution

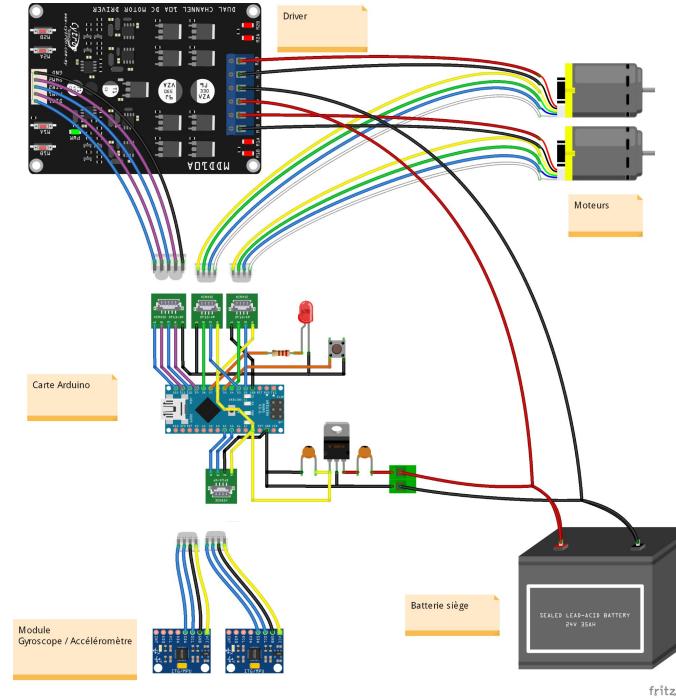




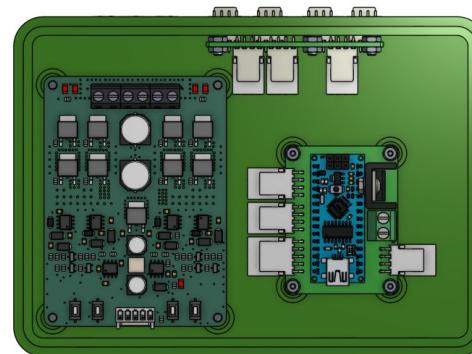
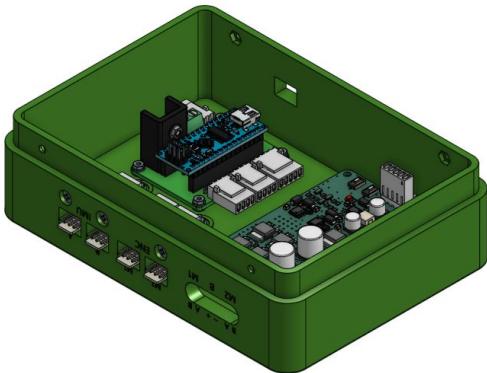
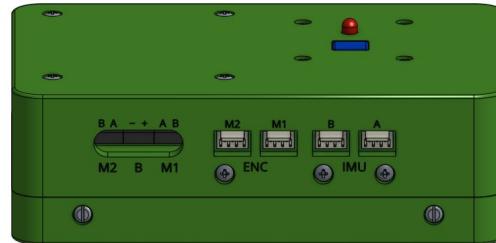
Contrôle des moteurs

Représentation du système

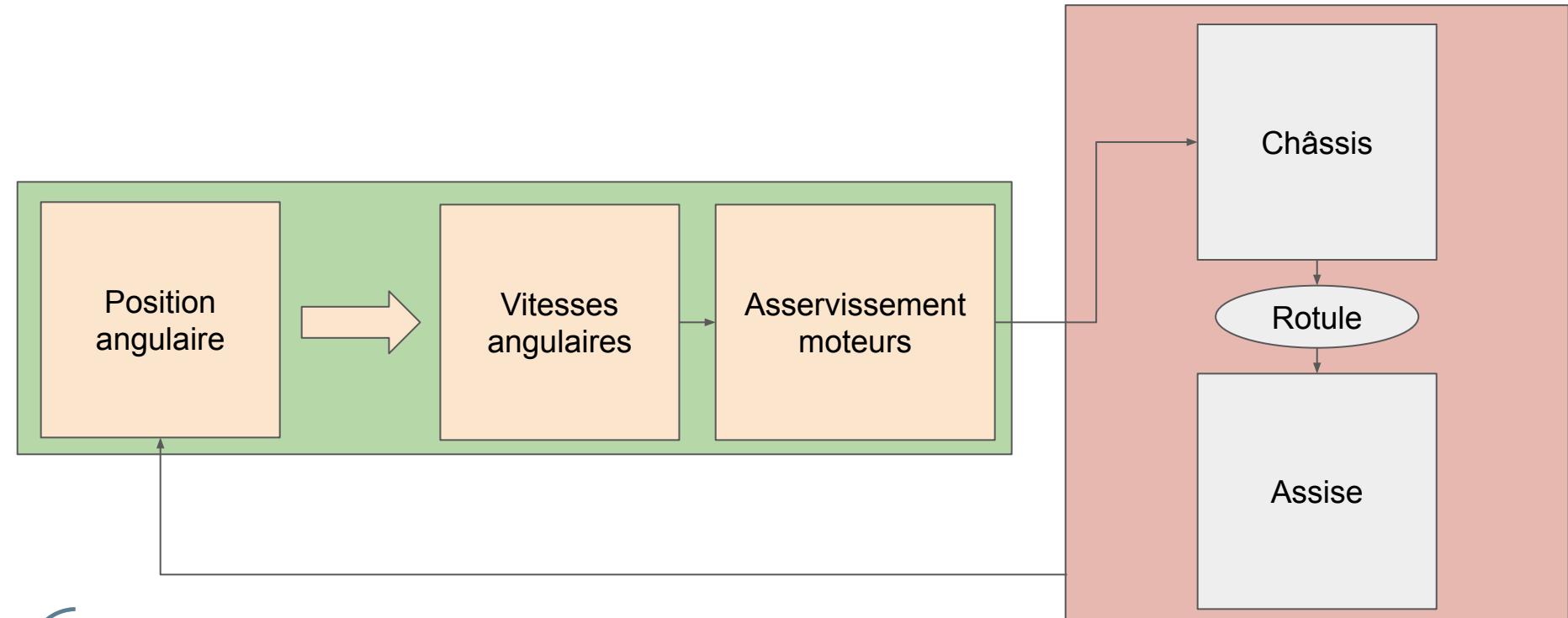
- Module gyroscope/accéléromètre
- Carte Arduino
- Driver
- Motoréducteurs
- Batterie



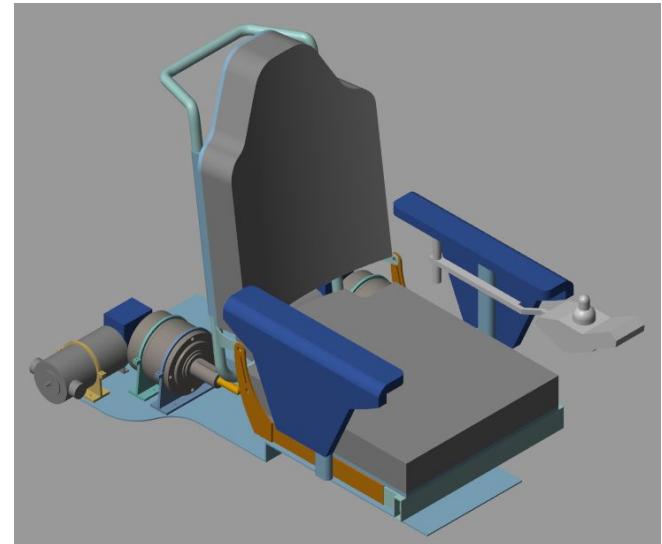
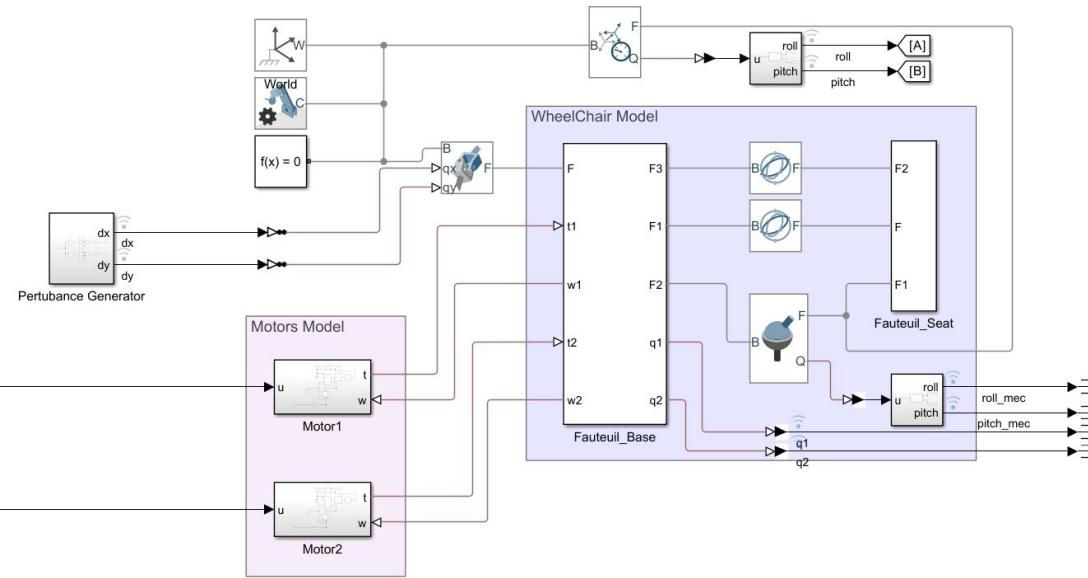
Représentation du système



Contrôle de la commande



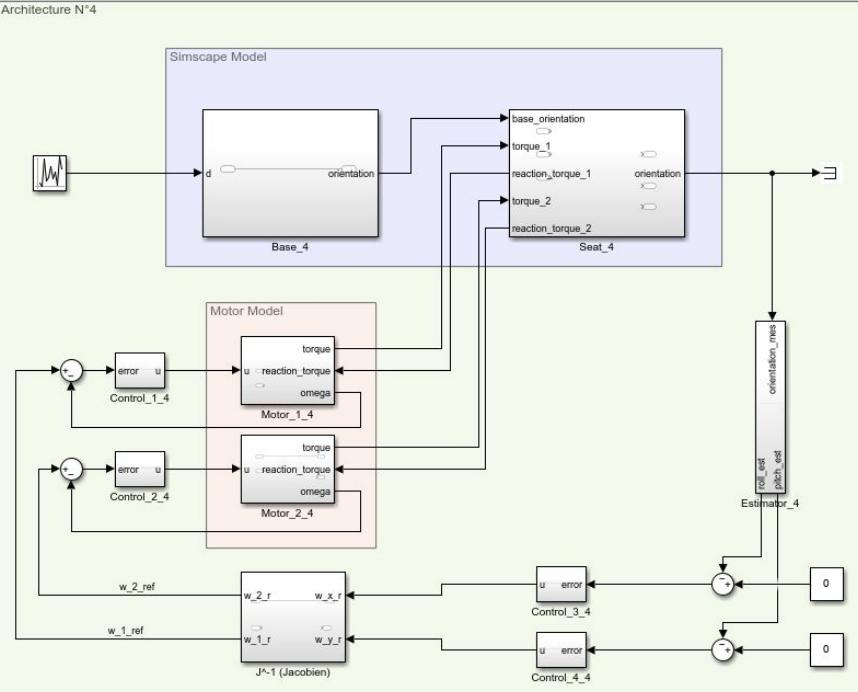
Contrôle de la Commande



Modèle dynamique de la partie haute du siège et des motoréducteurs

Définition de l'architecture de contrôle

Architecture N°4

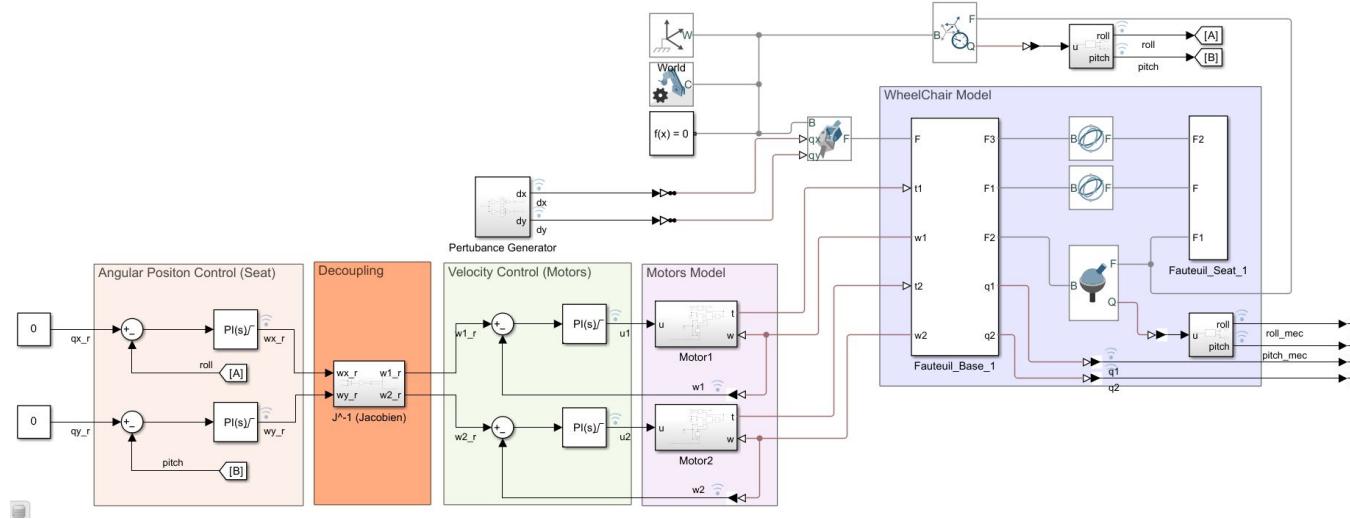


Matrice Jacobienne relie :

- vitesse angulaire des moteurs
- vitesse angulaire dans les axes x et y de la chaise

Réalisation d'un contrôle en position des angles de tangage et de roulis

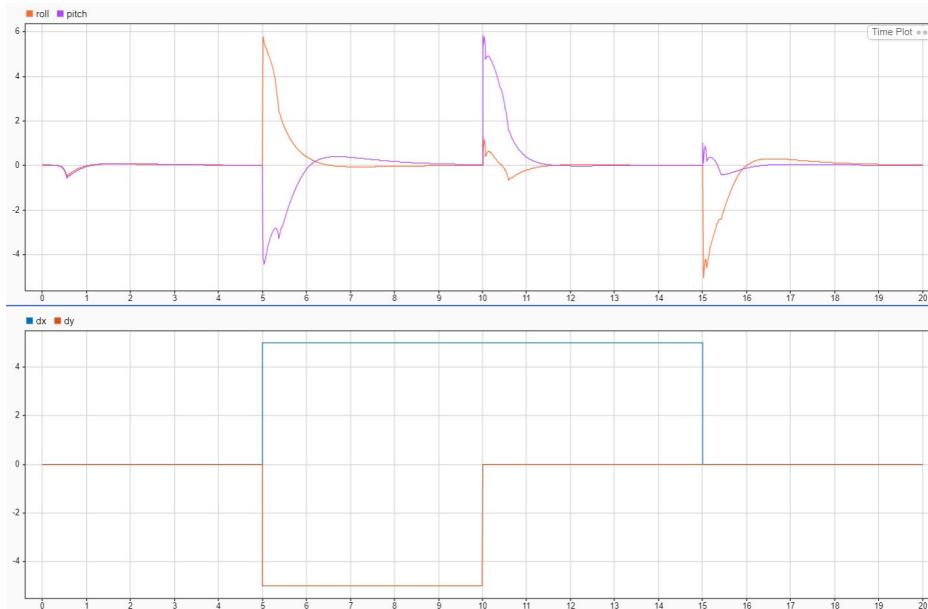
Contrôle de la commande



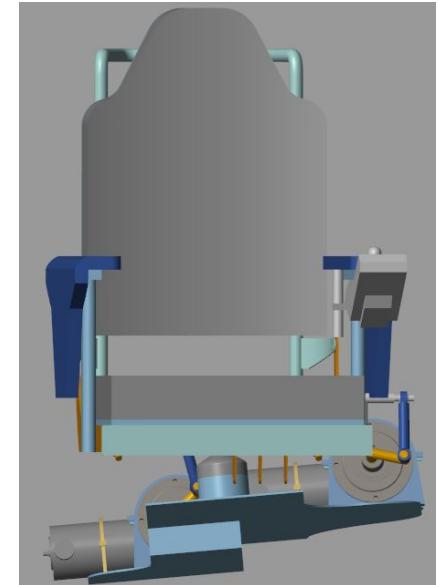
Modèle final permettant le contrôle de la commande

Démonstration virtuelle

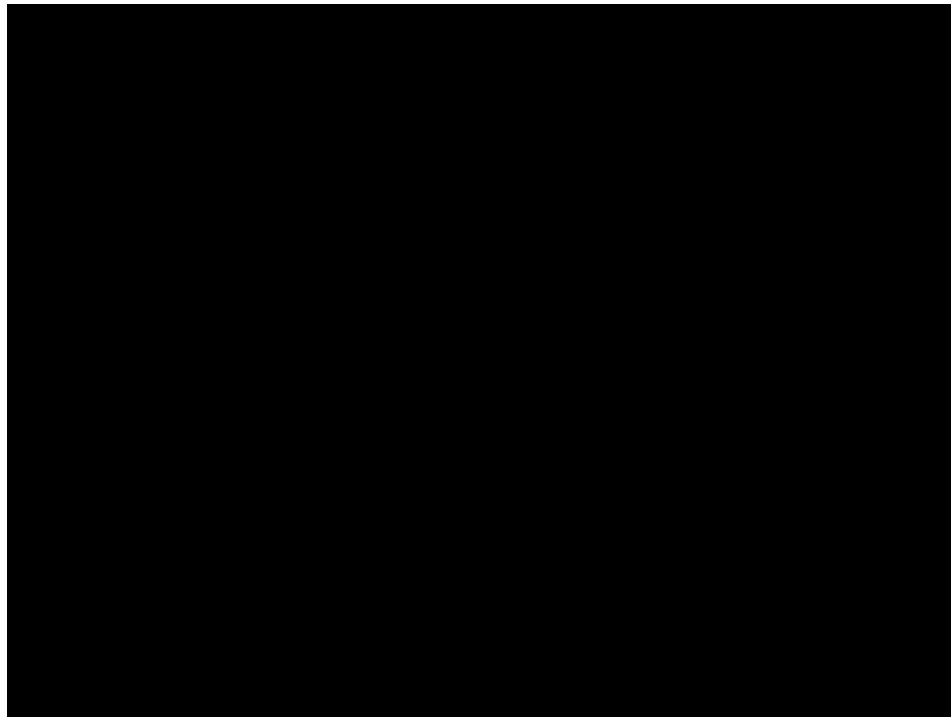
Test pour un angle de 5° pour les 2 axes



Paramètres
asservissement moteur
 $T_r = 0,1\text{s}$ et $\zeta = 0,85$
Paramètres
asservissement angle
 $\omega_c = 4 \text{ rad/s}$ et $\Phi = 60^\circ$



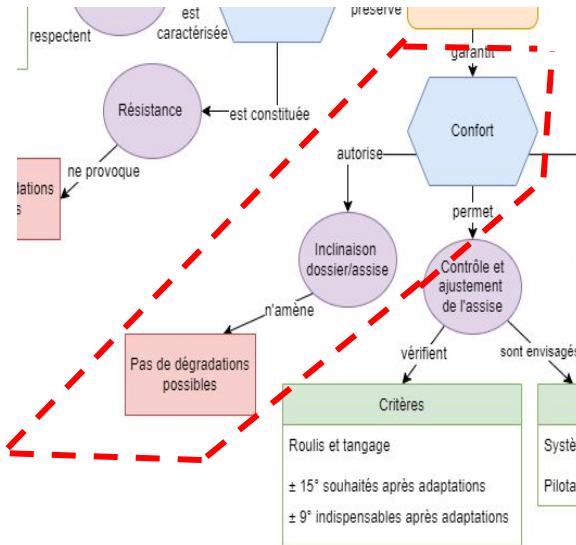
Démonstration virtuelle





Tests sur le siège

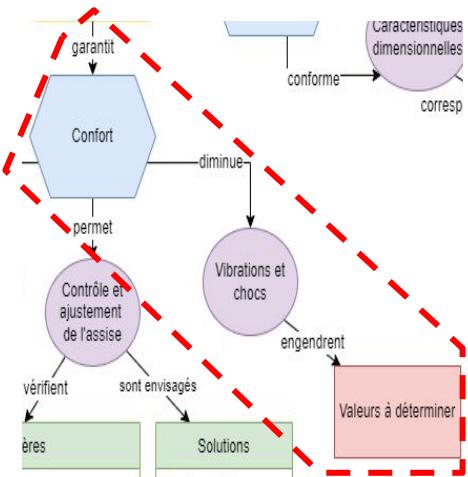
Tests réalisés sur l'assise et le dossier



Tests	Vérifier l'indépendance assise/dossier	Conserver l'angle de déplacement de l'assise	Conserver l'angle de déplacement du dossier
Protocole	Vérification manuelle	Déterminer l'angle de déplacement avec un logiciel	Déterminer l'angle de déplacement avec un logiciel
Résultats avant solution	Manipulation réussie	Angle de 24 deg	Angle de 27 deg

Tableau récapitulatif des tests réalisés sur l'assise et le dossier

Tests réalisés pour mesurer les vibrations



Protocole	Utilisation d'un accéléromètre fixé sur le siège circulant sur différentes routes et calcul de la valeur efficace				
	1	2	3	4	5
Lisse	3.5236	4.8712	6.6967	9.9794	11.6921
Gravier	8.9674	11.6325	17.3842	22.5645	27.1537

Tableau récapitulatif des tests réalisés pour mesurer les vibrations

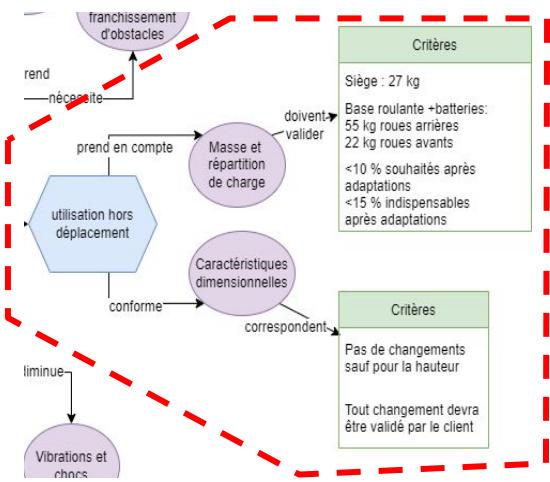
```
data = csvread("test_v2_gr.csv",1,0);  
time = (data(:,1) - data(1,1))/1000;  
X = data(:,2);  
Y = data(:,3);  
Z = data(:,4);
```

```
acc_sqrt = X.^2 + Y.^2 + Z.^2;  
acc = sqrt(acc_sqrt);  
plot(time, acc)
```

```
sqrt(trapz(acc_sqrt)/time(length(time)))
```

Code permettant de calculer la valeur efficace

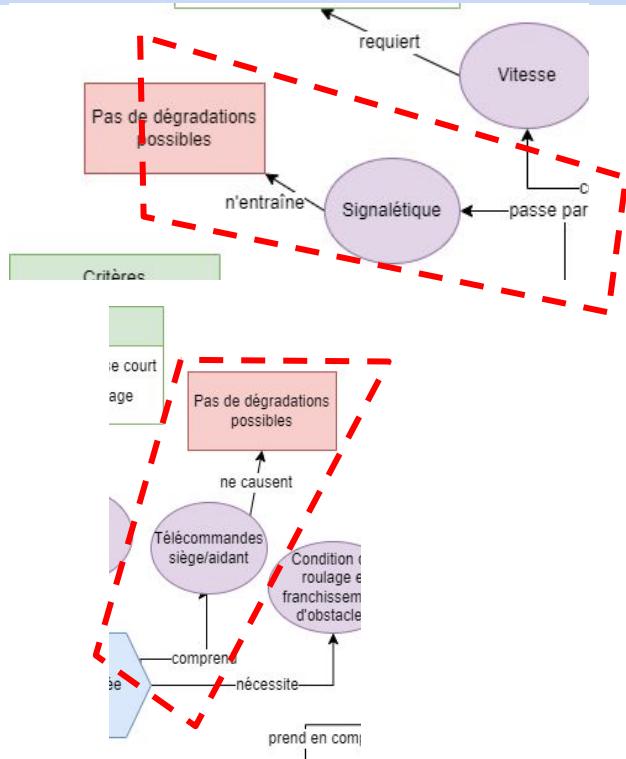
Tests réalisés pour respecter le dimensionnement et la masse



Tests	Calcul de la masse	Calcul de la hauteur
Protocole	Pesée du fauteuil	Mesure de la hauteur
Résultats	106 kg	93 cm

Tableau des tests concernant le dimensionnement du fauteuil et de sa masse

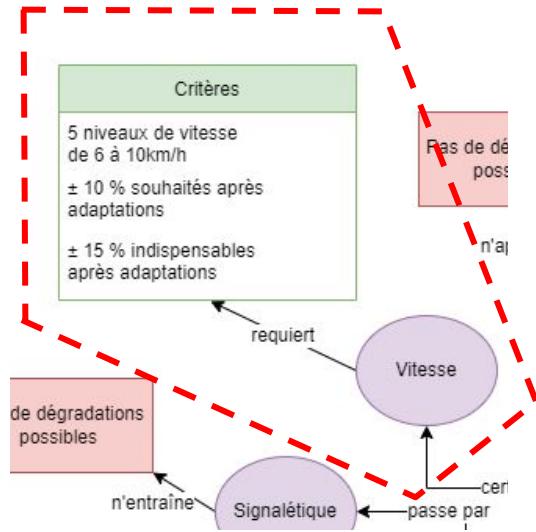
Tests réalisés sur l'équipement



Tests	Fonctionnement de la signalétique	Télécommande siège/aidant
Protocole	Appuyer sur chaque bouton et s'assurer de son bon fonctionnement	Appuyer sur chaque commande
Résultats	Tout est fonctionnel	Tout est fonctionnel

Tableau des tests sur l'équipement de sécurité et les télécommandes

Tests réalisés pour respecter les critères de vitesse



Tests	Mesure de la vitesse pour les 5 vitesses disponibles				
Protocole	Mesurer le temps mis par le siège pour parcourir la distance de 13,09 m pour chaque vitesse puis calculer la vitesse.				
Résultats	V1	V2	V3	V4	V5
	1,23 km/h	2,04 km/h	3,09 km/h	4,03 km/h	4,90 km/h

Tableau des tests réalisés pour respecter les critères de vitesse

Analyse des écarts

Critères évalués	Modélisation et simulation	Réel
Temps de réponse (< 3s)	0,1 s	Inconnue
Poids de la solution (< 18kg)	36 kg	28,46 kg (pièces en notre possession)
Hauteur de la solution (< 10cm)	7,6 cm	Inconnue
Angles d'inclinaison (+/- 15°)	+/- 15° possible	A vérifier

Tableau des écarts avec le cahier des charges

Chiffrage

Dépenses matérielles du projet à la charge du client

Description	Quantité	Prix unitaire HT (€)	Livraison (€)	TVA (€)	Total TTC (€)
Péage	1	81.9	0	0	81.9
Location de véhicule	1	238.3	0	0	238.3
Micro contrôleur	1	25.99 (TVA inclue)	0	0	25.99
Motor Driver	1	24.45	17.75	8.44	50.64
Régulateur	1	9.21	0	1.84	11.05
Rotule Centrale	1	141,54	15	31.31	187.85
Rotules	4	12,78	9,81	12,19	73,12
Motoréducteur	2	250.8	17.4	103.8	622.81
Codeur	2	95.78	17.4	41.79	250.76
Réducteur	2	517,88 (taxe inclue)	22.76	0	1058.62

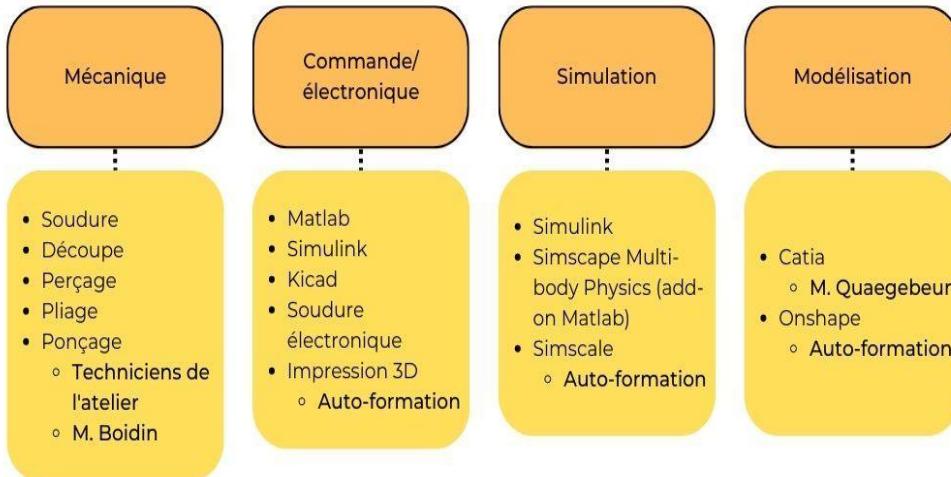
Dépenses matérielles annexes

Ressources matérielles	Poids (kg)	Prix indicatif au kilo (€)	Total (€)
Plaque acier	11	2.5	27.5
Liaison Bielle	0.65	2.5	1.6

Total dépenses matérielles HT	2401,57 €
Total dépenses matérielles TTC	2600,94 €

Formations et suivi

Compétences et formations



Consulting

Date	Consultants	Mode de consultation	Durée (min)	Sujet	Etudiants
xx/02/2022	Philippe Quaegebeur	Mail	20	Outils de modélisation possibles	Mael Le Hong
xx/02/2022	Alexandre Danion	Mail	20	Obtention d'une licence Catia	Mael Le Hong
xx/02/2022	Pierre Vermeersh	Présentiel	60	Estimation de la charge de travail avec de l'électronique	Nathan Pierre
21/03/2022	Pascal Yim	Mail	30	Estimation de la charge de travail avec de l'IA	Timothée Adamski
28/03/2022	Philippe Quaegebeur	Présentiel	120	Formation à Catia	Baptiste Ayrignac, Mael Le Hong, Guillaume Leveque, Nathan Pierre
01/04/2022	Alexandre Kruszewski	Présentiel	90	Choix du capteur à utiliser et avancement du projet	Alan Rondel, Vincent Soulès
01/05/2022	Vincent Gervais	Présentiel	60	Convention	Alan Rondel
22/05/2022	Denis Lepicart	Mail	60	Vérification des équations du pôle méca	Amaury Vinel
08/06/2022	Alexandre Kruszewski	Présentiel	120	Choix capteur	Alan Rondel, Vincent Soulès
05/08/2022	Henry-Albert Thoor	Mail	60	Matériau pour modélisation	Guillaume Leveque
28/09/2022	Xavier Boidin	Présentiel	30	Réalisation	Timothée Adamski
05/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	90	Démontage	Noé Leclerc, Timothée Adamski, Amaury Vinel, Nathan Pierre
12/10/2022	Xavier boidin	Présentiel	90	Démontage	Noé Leclerc, Timothée Adamski, Amaury Vinel, Nathan Pierre, Alan Rondel
13/10/2022	Frédéric GILLON	Présentiel	60	Consommation énergétique d'un moteur step	Amaury Vinel
19/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	90	Dessin industriel	Noé Leclerc, Timothée Adamski, Amaury Vinel, Nathan Pierre
20/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	90	Fabrication support	Timothée Adamski, Alan Rondel

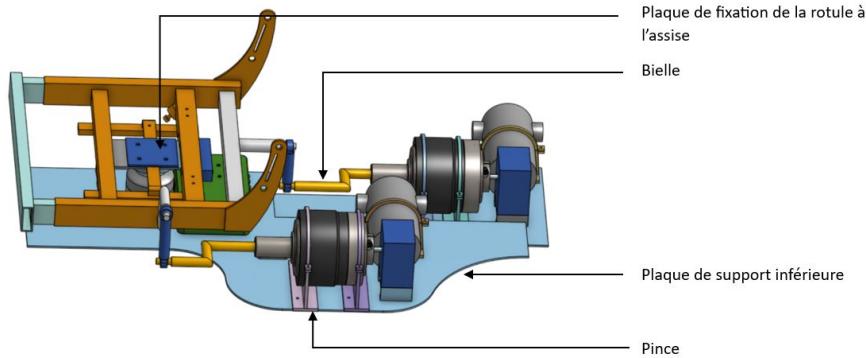
Budget total consulting (h)

53

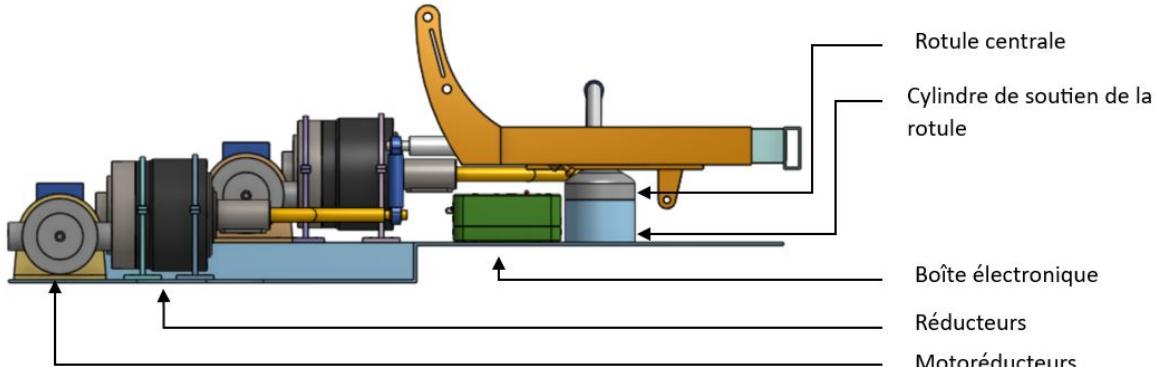
Temps de consulting total (h)

27,17

Usinage : Récapitulatif



Usinage : Récapitulatif

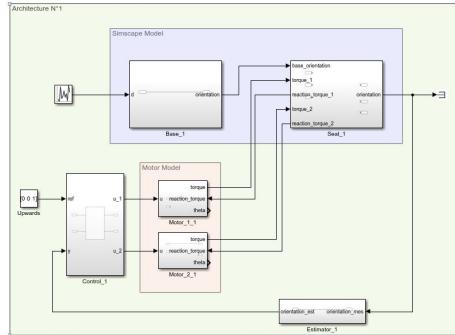


Conclusion

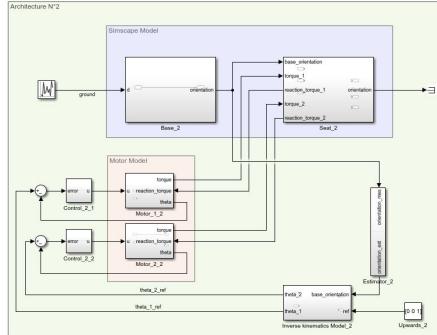
- Implémentation des réducteurs
- Implémentation code
- Finalisation de la solution
- Tests de la solution
- Amélioration esthétique

Annexe : architecture de contrôle

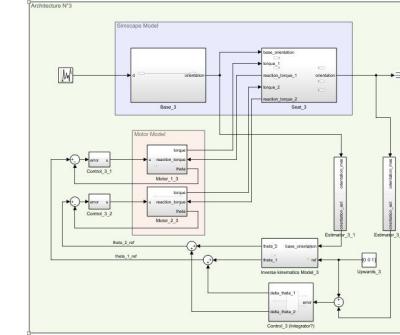
Présentation de différentes architectures de contrôle commande



architecture 1 :



architecture 2 :



architecture 3 :



Projet PMR - Audit Gestion de Projet

Timothée Adamski - Baptiste Ayrignac - Fernando Fonseca - Mael Le Hong -
Lucas Oliveira Saintrain- Vincent Soulès - Amaury Vinel

Partenaire

Coach

Anne-Lise Cristol

Henry-Albert
Thoor

Coach

Thierry Fritcheteau

Étudiants membres



Guillaume Leveque



Vincent Soulès



Amaury Vinel



Fernando Barboza De Deus
Fonseca



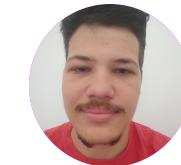
Baptiste Ayrignac



Mael Le Hong



Timothée Adamski



Lucas Oliveira Saintrain



Alan Rondel



Louis Morand-Monteil



Axelle Varoqui



Nathan Pierre



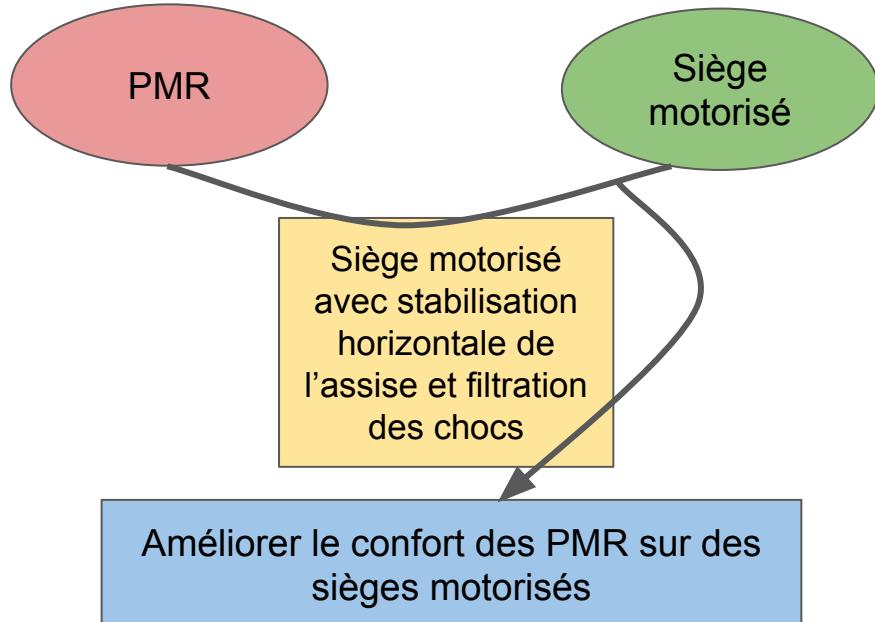
Noé Leclerc

Introduction

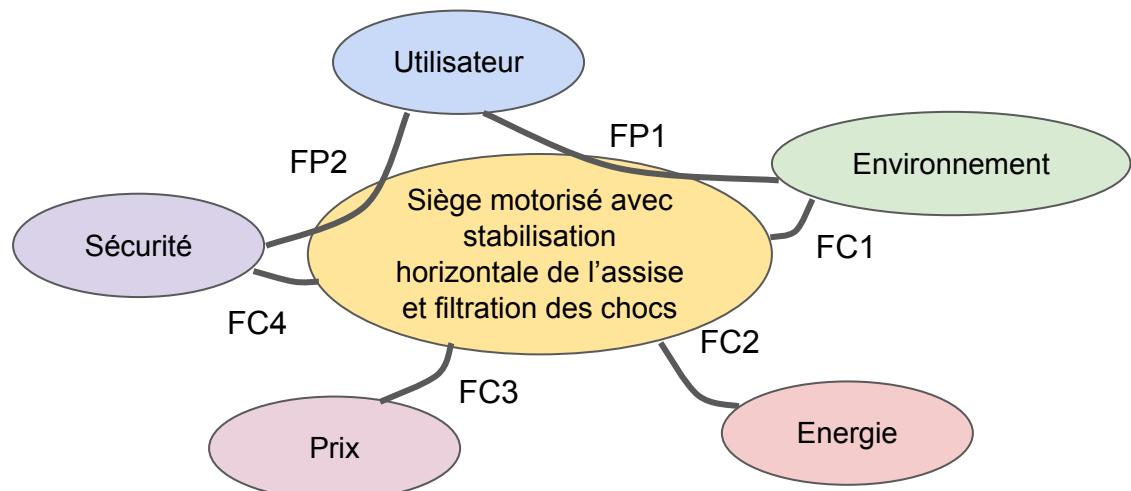
Présentation globale du projet

Contexte :

Inconfort des personnes à mobilité réduite lors d'utilisation de sièges motorisés



Analyse fonctionnelle



FP1	Assurer le confort de l'utilisateur quelque soit le type de terrain (pente, obstacles, irrégularités)
FP2	Assurer la sécurité de l'utilisateur
FC1	Pouvoir rouler sur tout type de terrain
FC2	Être autonome en énergie (batterie)
FC3	Rester abordable par rapport au prix initial du siège
FC4	Être sécurisé

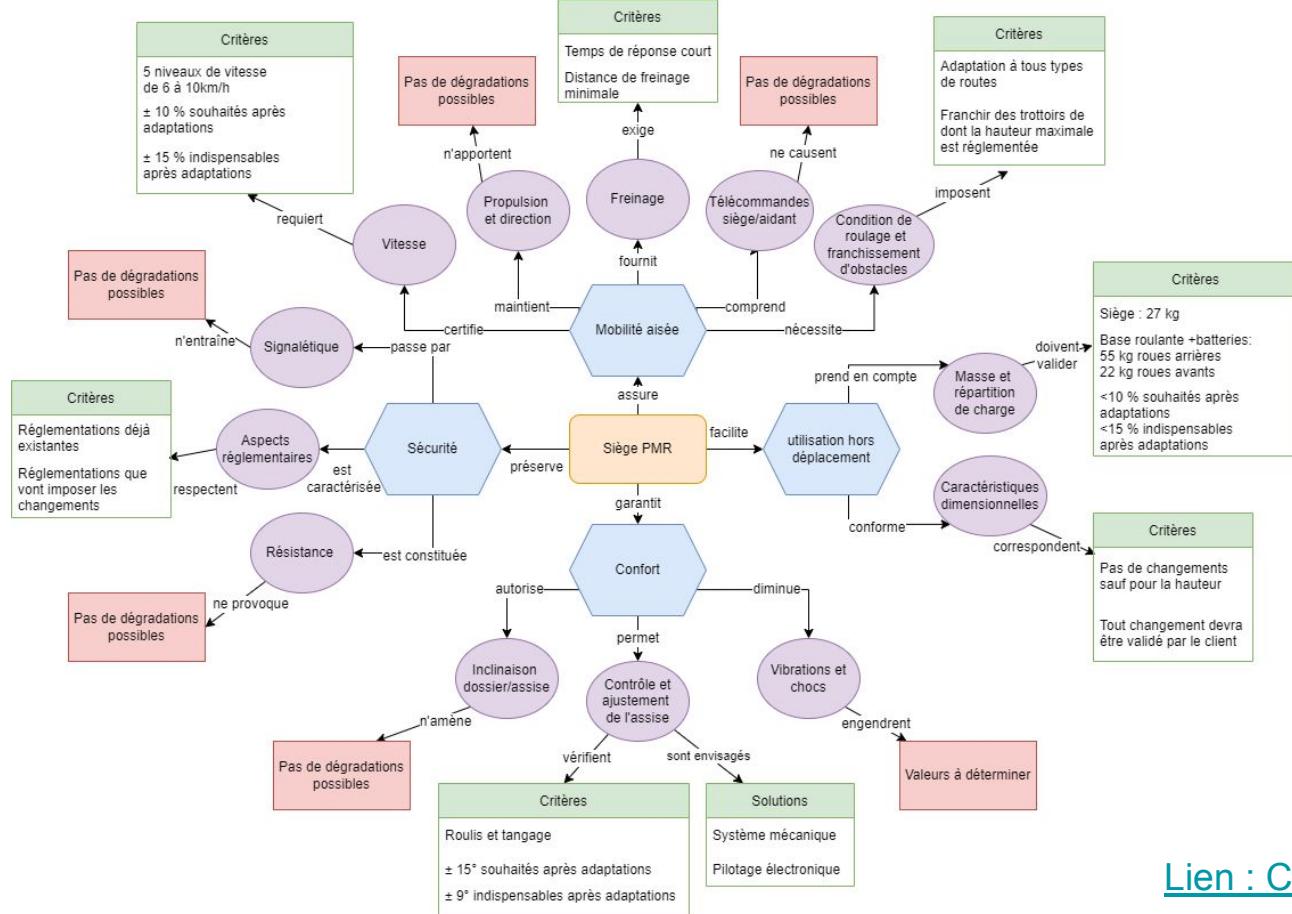
Démarche scientifique

Objectifs / Démarche :

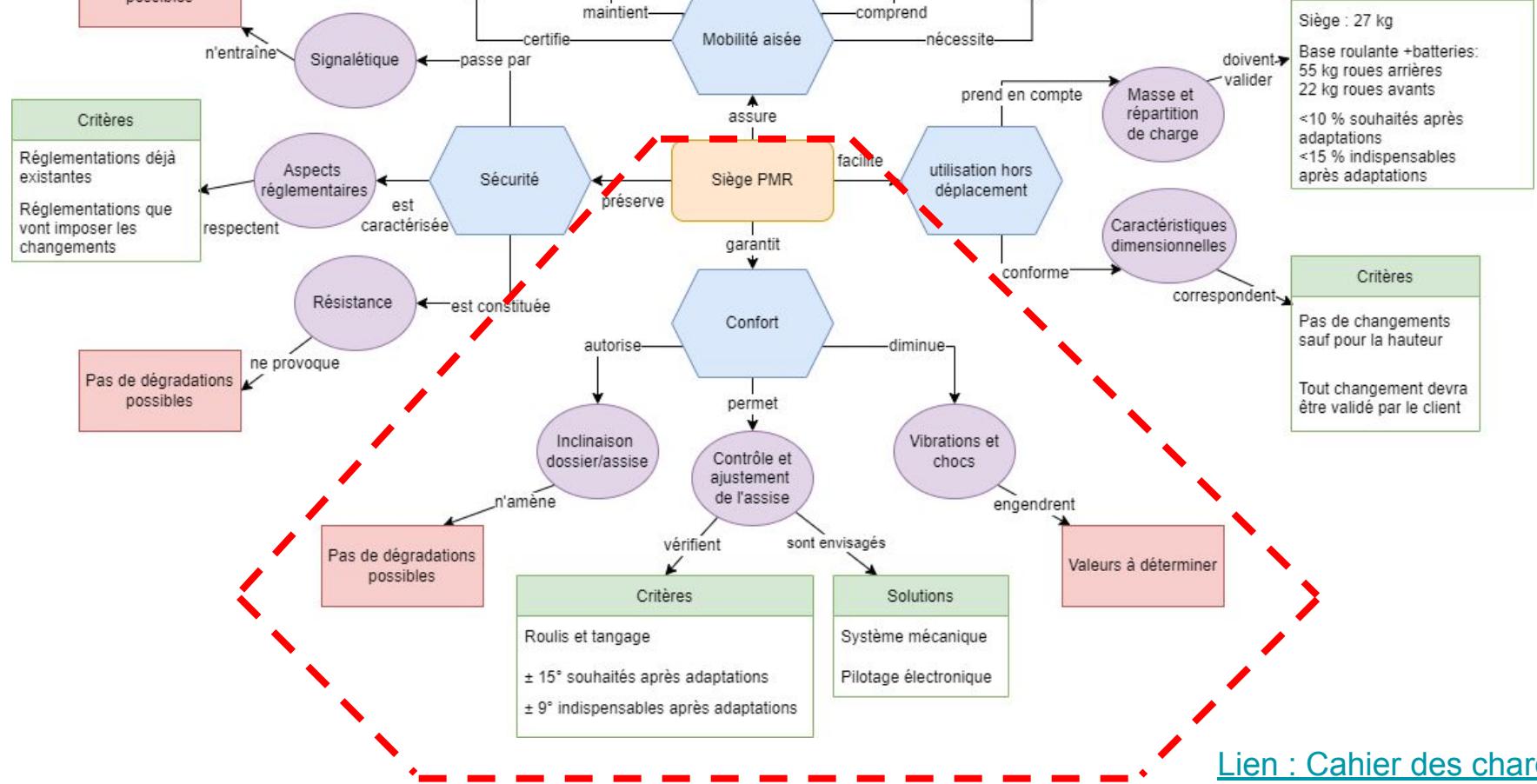
Proposer une **solution technique** répondant aux problématiques posées :

- **Modélisation** numérique
- **Simulation** dynamique
- **Dimensionnement**
- **Chiffrage**
- **Intégration** au matériel existant
- Réalisation de **tests** pour **validation** du prototype





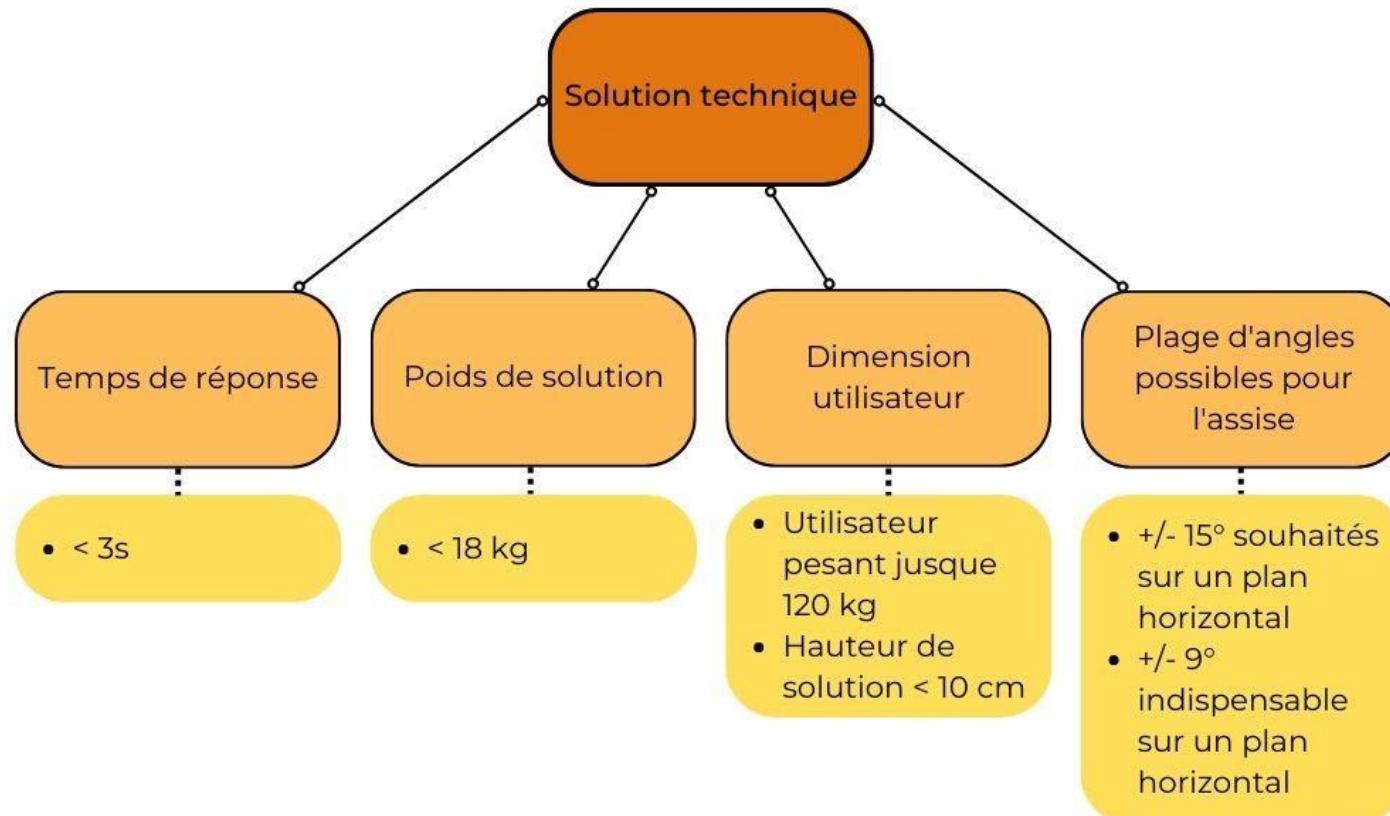
Cahier des charges technique



[Lien : Cahier des charges](#)

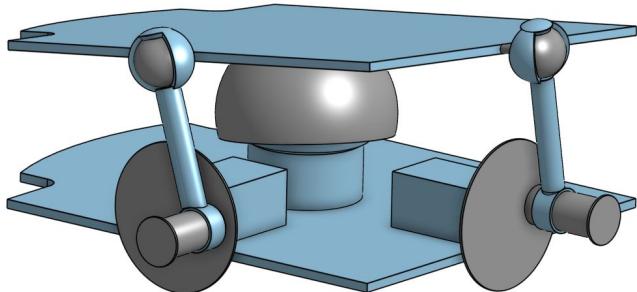
Cahier des charges technique

Attentes du partenaire

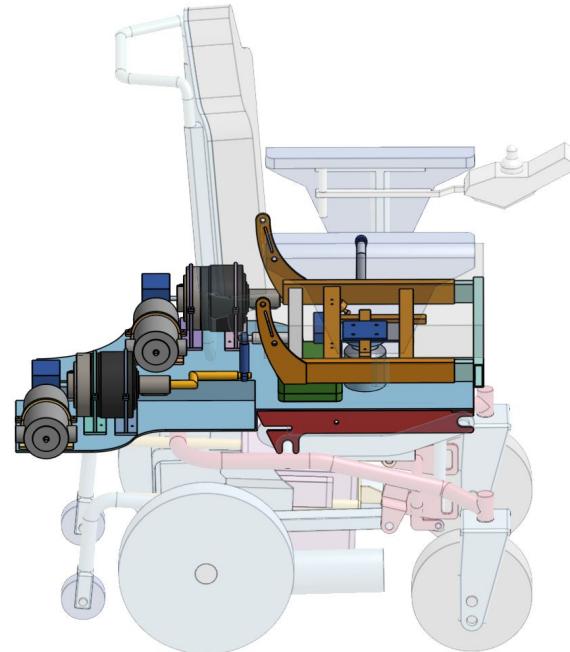


Solution retenue

Système deux bielles-manivelles



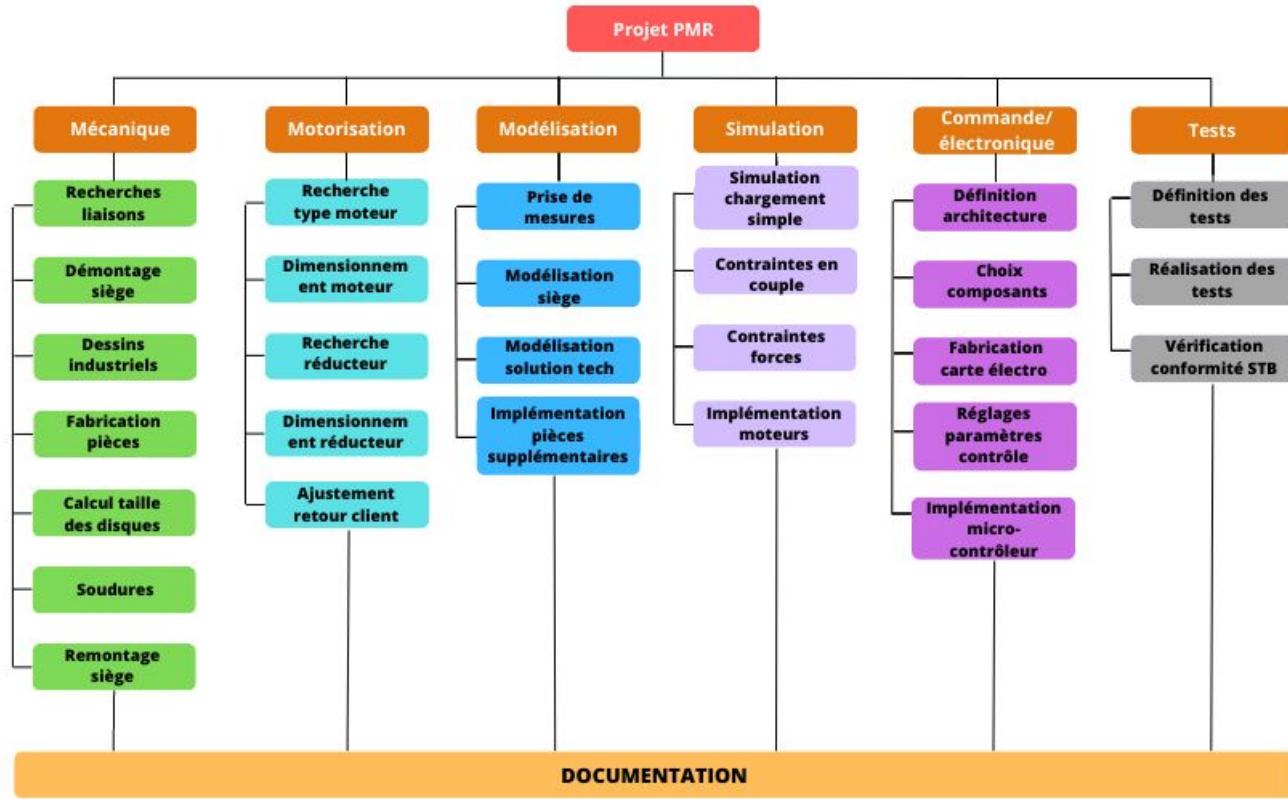
Modèle

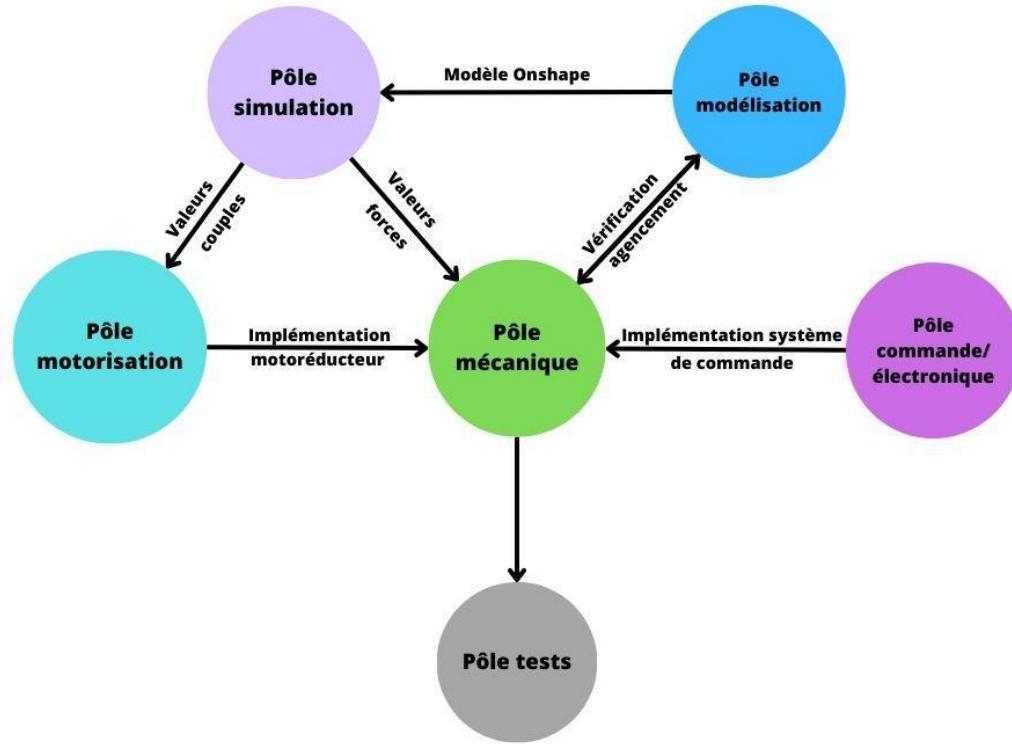


Solution implémentée



Organisation





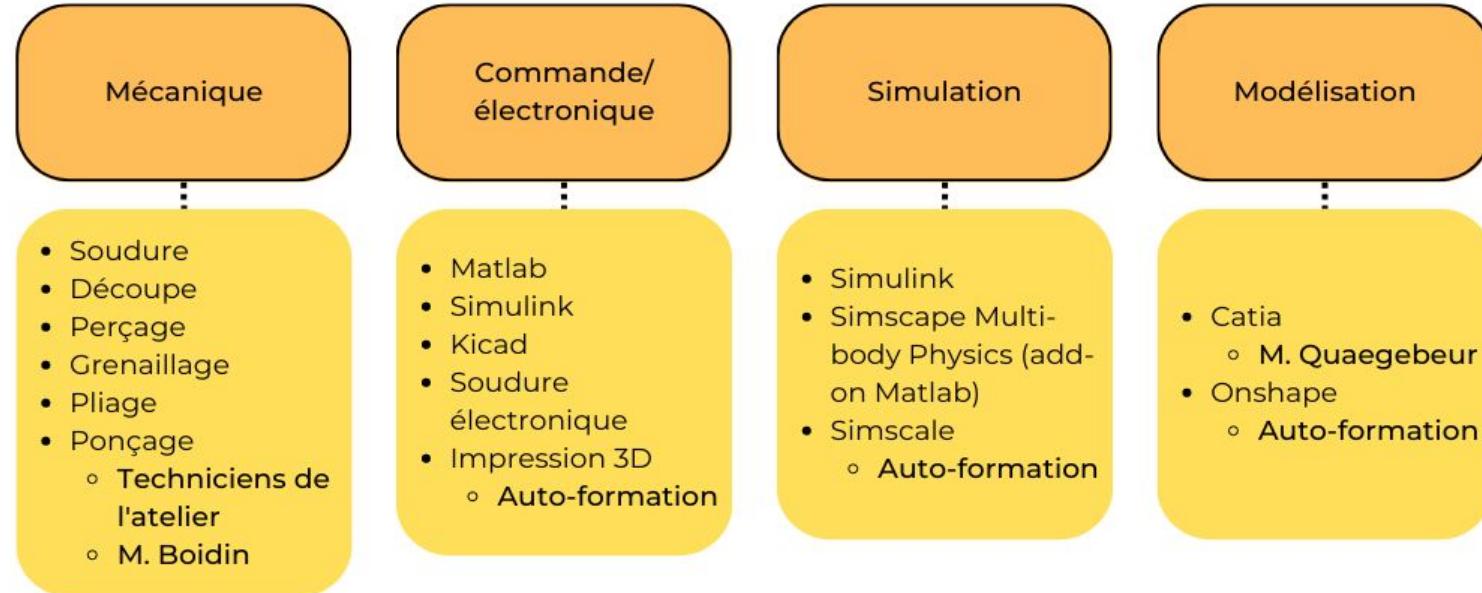
Organisation du groupe

R Réalise
A Autorité
C Consulté
I Informé

Etudiants		Coachs		Client		Consultants	
ARO	Alan Rondel	ALC	Anne-Lise Cristol	HAT	Henry-Albert Thoor	AKR	Alexandre Kruszewski
AVA	Axelle Varoqui	TFR	Thierry Fritcheteau			CNI	Christophe Niclaeys
AVI	Amaury Vinel					DLP	Denis Le Picart
BAY	Baptiste Ayrignac					FGI	Frédéric GILLON
FBA	Fernando Barboza					PQU	Philippe Quaegebeur
GLE	Guillaume Leveque					VGE	Vincent Gervais
LMO	Louis Morand-Monteil					XBO	Xavier Boidin
LOL	Lucas Oliveira						
MLE	Mael Le Hong						
NLE	Noé Leclerc						
NPI	Nathan Pierre						
TAD	Timothée Adamski						
VSO	Vincent Soulès						

Description de la tâche	Matrice RACI																																	
	Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet		Gestion de projet					
Rédaction du cahier des charges	A	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Diagramme des exigences	A	R	I	I	I	R	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Analyse fonctionnelle	A	R	R	I	R	R	R	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Définition objectifs	A	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Organisation de réunions	A/R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Rédaction de CR	I	I	I	I	I	I	I	A/R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Gestion du budget	C	C	C	I	C	R	I	I	A/R	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Commande des pièces	C	C	C	C	I	C	I	I	A/R	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Planification	A/R	C	C	C	I	C	R	I	I	I	R	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Convention partenaire	A/R	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Estimation des risques	I	I	I	I	I	I	I	A/R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Documentation	R	R	R	R	R	R	R	A/B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Pôle Mécanique																																		
Recherches liaisons	I	A/R	I	I	I	R	I	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Démontage siège	I	A/R	I	I	I	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Dessins industriels	I	A/R	I	R	I	R	R	I	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Fabrication pièces	R	A/R	I	I	R	I	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Calculs taille des disques	I	A/R	I	I	R	I	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Soudures	R	A/R	I	I	R	I	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Pôle Motorisation																																		
Recherche type moteur	I	I	I	I	I	A/R	I	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Dimensionnement moteur	I	I	I	I	I	R	A/R	I	C	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Recherche réducteur	I	I	I	I	I	A/R	I	R	I	C	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Dimensionnement réducteur	I	I	I	I	I	A/R	I	C	I	C	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Pôle Modélisation																																		
Prise de mesures	R	I	I	A/R	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Modélisation siège	R	I	I	A/R	I	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R			
Modélisation solution technique	I	R	R	A/R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I			
Intégration solution technique	I	R/C	R	A/R	I	C	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R			
Implémentation pièces supplémentaires	I	C	R	A/R	I	C	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R			
Pôle Simulation																																		
Simulation chargement simple	I	I	C	I	A/R	I	R	R	R	C	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Calculs de contraintes en couple	I	I	C	I	A/R	I	R	C	I	C	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Calculs des contraintes en forces	I	I	C	I	A/R	I	R	C	I	C	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Implémentation des moteurs	I	R	I	A/C	I	I	I	R	I	C	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Pôle Commande / Électronique																																		
Définition architecture	I	I	A/R	R/C	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Choix des composants	I	A/R	I	I	I	R/C	I	I	R/C	I	I	R/C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Fabrication carte électronique	I	I	A/R	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Réglage paramètres de contrôle	I	I	A/R	I	C	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Implémentation micro-contrôleur	I	I	A/R	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Pôle Tests																																		
Définition des tests	C	C	R	I	I	A/R	I	C	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Réalisation des tests	R	R	R	R	I	I	A/R	I	R	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Prise de mesures	R	I	I	A/R	I	I	R	I	R	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		

Compétences et formations





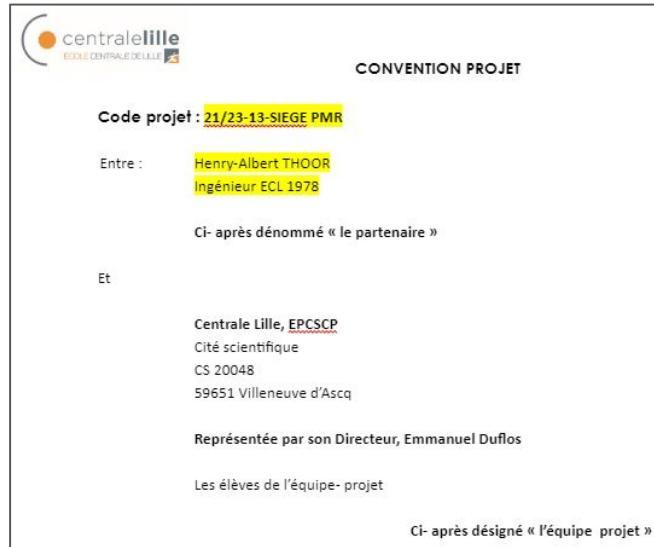
Planification

Convention partenaire

1 - Cadre général du projet: parties prenantes, calendrier, etc ...

2 - Moyens mis en oeuvre par l'école/le partenaire

3 - Etat de l'existant et évolution du projet



4 - Résultats et propriété intellectuelle

5 - Communication sur le projet et confidentialité

6 - Valorisation des résultats

7 - Responsabilité

Planification des tâches grâce à un planning de Gantt



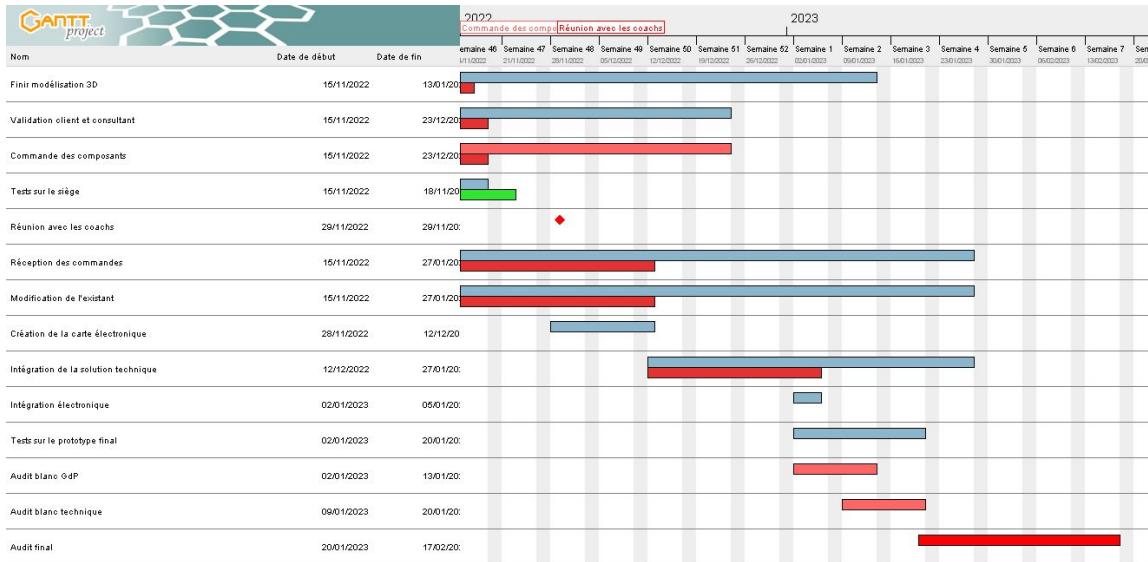
Google Sheets



draw.io



GanttProject



- Mises à jour régulières en fin de projet pour ajuster les courts délais

- Difficultés à trouver un support de Gantt pratique et lisible

- Difficultés à prévoir les tâches très en amont à mettre dans le Gantt

Diagramme de Gantt actuel

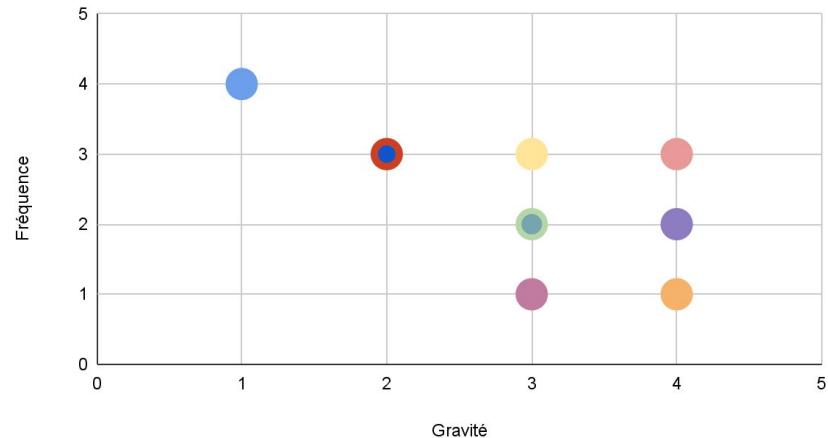
Rétroplanning

Diagramme de Gantt

Gestion des risques

Risque
Indisponibilité des accompagnants (consultants, coachs...)
Retard sur les réceptions des pièces commandées
Défaut sur les pièces commandées
Atelier de mécanique surchargé
Carte électronique ne fonctionnant plus
Effet tunnel
Absence de membres lors de réunions
Manque de compétences
Non fiabilité de la solution technique
Changement de besoins du client

Criticité des risques



Prévention
Multiplication des intervenants pour nous accompagner et formations pour être autonomes
Anticipation des commandes des pièces
Vérification la fiabilité du fournisseur et vérification les pièces à la réception
Réservation de postes de travail en amont
Anticipation en prévoyant une solution "en fils volants"
Réalisation de réunion d'avancement fréquentes, mises à jour des éléments du drive en continu et communication dynamique
Rédaction de compte-rendus
Formation/auto-formations
Consultations professionnelles
Consultations régulières avec le client



Suivi

Communication

Visioconférences entre membres du projet



Discord

Annonces importantes, discussion générale/pôles



Messenger

Contact professionnels: client, coachs, consultants, auditeurs...



Mail

Travail en groupe, rencontres clients & coachs, réunions hebdomadaires



Communication orale

Réunions

1er Semestre

2e Semestre

3e Semestre



Réunions générales,
quand jugées nécessaires

Réunion générales le lundi matin
Réunion par pôles quand
nécessaire, dans la semaine

Session de travail le mardi après-midi
(3/4h)
Réunions générales à 13h30 le mercredi

**Compte-rendu pris à chaque réunion générale
Envoyé aux coachs et au client**

Historique des réunions tenu à jour

Modèle type de CR utilisé :

- Horaires, lieu, date, présents
- Ordre du jour, informations échangées, bilans
- To-do list

Gestion documentaire



Utilisation de google drive pour le partage de documents

Utilisation des outils de Google Workspace



Travail collaboratif,
avec MaJ en temps réel

Partagés avec moi > PROJET PMR

Dossiers

Nom
Audits
Documents annexes
Documents de référen...
Dossiers techniques
Gestion de Projet
Informatique
Mécanique
Modélisation 3D
Simulation
Tests
Trésorerie

Entretiens individuels de suivi du projet

Réunions de suivi d'avancement

Audits blancs: gestion de projet & technique

Suivi coaches			
Etudiant \ Entretien	S1	S2	S3
Adamski Timothée	07/03	14/06	08/11
Ayrignac Baptiste	03/03	16/06	07/11
Barboza de Deus Fonseca Fernando	10/03	10/05	14/11
Le Hong Mael	10/03	14/06	08/11
Leclerc Noé	10/03	15/06	07/12
Leveque Guillaume	11/03	14/06	18/11
Morand-Monteil Louis	10/03	14/06	09/11
Oliveira Saintrani Lucas		16/06	10/11
Pierre Nathan	10/03	14/06	09/11
Rondel Alan	11/03	15/06	09/11
Soulès Vincent	09/03	14/06	08/11
Varoqui Axelle	10/03	14/06	01/11
Vinel Amaury	10/03	15/06	29/11

Récapitulatif entretiens individuels

Consulting

Date	Consultants	Mode de consultation	Durée (min)	Sujet	Etudiants
xx/02/2022	Philippe Quaegebeur	Mail	20	Outils de modélisation possibles	Mael Le Hong
xx/02/2022	Alexandre Danion	Mail	20	Obtention d'une licence Catia	Mael Le Hong
xx/02/2022	Pierre Vermeersch	Présentiel	60	Estimation de la charge de travail avec de l'électronique	Nathan Pierre
21/03/2022	Pascal Yim	Mail	30	Estimation de la charge de travail avec de l'IA	Timothée Adamski
28/03/2022	Philippe Quaegebeur	Présentiel	120	Formation à Catia	Baptiste Ayrignac, Mael Le Hong, Guillaume Leveque, Nathan Pierre
01/04/2022	Alexandre Kruszewski	Présentiel	90	Choix du capteur à utiliser et avancement du projet	Alan Rondel, Vincent Soulès
01/05/2022	Vincent Gervais	Présentiel	60	Convention	Alan Rondel
22/05/2022	Denis Lepicart	Mail	60	Vérification des équations du pôle méca	Amaury Vinel
08/06/2022	Alexandre Kruszewski	Présentiel	120	Choix capteur	Alan Rondel, Vincent Soulès
05/08/2022	Henry-Albert Thoor	Mail	60	Matériau pour modélisation	Guillaume Leveque
28/09/2022	Xavier Boidin	Présentiel	30	Réalisation	Timothée Adamski
05/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	90	Démontage	Noé Leclerc, Timothée Adamski, Amaury Vinel, Nathan Pierre
12/10/2022	Xavier boidin	Présentiel	90	Démontage	Noé Leclerc, Timothée Adamski, Amaury Vinel, Nathan Pierre, Alan Rondel
13/10/2022	Frédéric GILLON	Présentiel	60	Consommation énergétique d'un moteur step	Amaury Vinel
19/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	90	Dessin industriel	Noé Leclerc, Timothée Adamski, Amaury Vinel, Nathan Pierre
20/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	90	Fabrication support	Timothée Adamski, Alan Rondel
21/10/2022	Xavier Boidin	Présentiel	30	Fin fabrication	Timothée Adamski
26/10/2021	Xavier Boidin	Présentiel	120	Etude pattes fixation	Timothée Adamski, Noé Leclerc
07/12/2022	Christophe Niclaeys	Présentiel	90	Etude bielle	Timothée Adamski, Amaury Vinel

Budget total consulting (h)	53
Temps de consulting total (h)	27,17

Thèmes abordés :

- Electronique
- Mécanique
- Modélisation
- Administratif

Consulting :

- Recherche
- Assistance technique
- Formation

Coachs

Date	Coachs	Mode de consultation	Durée(min)	Sujet	Etudiants
2022-2023	Anne-Lise Cristol Thierry Fricheau	Présentiel	30 /étudiant /semestre	Entretiens individuels	Tous
13/01/2022	Thierry Fricheau	Présentiel	45	Réunion générale avec les coachs	Tous
07/04/2022	Anne-Lise Cristol Thierry Fricheau	Visio	50	Réunion générale avec les coachs	Tous
17/08/2022	Thierry Fricheau	Visio	60	Audit d'entraînement	Equipe 2, Guillaume Leveque
09/11/2022	Anne-Lise Cristol Thierry Fricheau	Présentiel	60	Réunion générale avec les coachs	Tous
29/11/2022	Anne-Lise Cristol Thierry Fricheau	Présentiel	60	Réunion générale avec les coachs	Tous
17/01/2023	Anne-Lise Cristol Thierry Fricheau	Présentiel	90	Audits blancs	Tous
2022-2023	Anne-Lise Cristol Thierry Fricheau	Mail	180	Estimation échange de mails	-

Budget total consulting (h)	36
Temps de consulting total (h)	32,42

Auditeurs

Date	Auditeurs	Mode de consultation	Durée(min)	Sujet	Etudiants
21/03/2022	Cyril Chamalet Denis Le Picart	Présentiel	60	GdP	Equipe 1
23/06/2022	Xavier Boidin Abdelkader El Kamel	Présentiel	120	Technique	Equipe 2
20/08/2022	Abdelkader El Kamel Denis Le Picart	Visio	60	Rattrapage Technique	Equipe 2
26/01/2023	Abdelkader El Kamel Denis Le Picart	Présentiel	60	Technique	Equipe 1
27/01/2023	Cyril Chamalet Denis Le Picart	Présentiel	60	GdP	Equipe 2
xx/02/2024		Présentiel	120	Soutenance finale	Tous

Budget total consulting (h)	12
Temps de consulting total (h)	16

Suivi horaire individuel

Volume Horaire				
Semestre	Volume horaire hebdomadaire (h)	Nombre de semaines	Total individuel semestriel (h)	Total équipe projet semestriel (h)
1	4	13	52	624
2	6	14	84	1092
3	8	17	136	1768
			Total individuel (h)	Total équipe projet (h)
			272	3484

Objectif

Semaine	Date	Tâche	Temps de la tâche	Consultant
46	16/11/2022	Mise à jour Gantt projet (nouvel outil)	90	
47	24/11/2022	Réunion générale	45	
	28/11/2022	Mise à jour Gantt projet	60	
	29/11/2022	Réunion avec les coachs	60	Thierry Fricheau/Anne-Lise Cristol
48	29/11/2022	Travail sur la documentation modélisation 3D	120	
	30/11/2022	Réunion générale	50	
	30/11/2022	Travail sur la documentation modélisation 3D	120	
50	12/12/2022	Réorganisation du drive	60	
	13/12/2022	Avancement gestion de projet	120	
	20/12/2022	Avancement gestion de projet	180	
51	21/12/2022	Avancement gestion de projet	240	
	22/12/2022	Réunion générale	30	
	03/01/2023	Avancement gestion de projet	150	
1	04/01/2023	Réunion générale	45	
	04/01/2023	Avancement gestion de projet	150	
	12/01/2023	Réunion générale	30	

Exemple d'utilisation

Difficulté à remplir le tableau à chaque fin de tâche



Suivi des tâches → Tour de table + to-do list



Suivi budgétaire → Besoin de moyenner

Budget

Dépenses matérielles du projet à la charge du client

Description	Quantité	Prix unitaire HT (€)	Livraison (€)	TVA (€)	Total TTC (€)
Péage	1	81.9	0	0	81.9
Location de véhicule	1	238.3	0	0	238.3
Micro contrôleur	1	25.99 (TVA inclue)	0	0	25.99
Motor Driver	1	24.45	17.75	8.44	50.64
Régulateur	1	9.21	0	1.84	11.05
Rotule Centrale	1	141,54	15	31.31	187.85
Rotules	4	12,78	9,81	12,19	73,12
Motoréducteur	2	250.8	17.4	103.8	622.81
Codeur	2	95.78	17.4	41.79	250.76
Réducteur	2	517,88 (taxe inclue)	22.76	0	1058.62

Dépenses matérielles annexes

Ressources matérielles	Poids (kg)	Prix indicatif au kilo (€)	Total (€)
Plaque acier	11	2.5	27.5
Liaison Bielle	0.65	2.5	1.6

Total dépenses matérielles HT	2401,57 €
Total dépenses matérielles TTC	2630,04€
dont total à la charge du client	2600,94 €

Budget

Massé salariale consulting

Consultant	Durée (min)	Tarif (charges non comprises)	Tarif (charges comprises)
Philippe Quaegebeur	170	117,33	155,21
Alexandre Danion	20	13,80	18,26
Pascal Yim	30	20,71	27,39
Pierre Vermeersh	60	41,41	54,78
Alexandre Kruszewski	210	144,94	191,73
Vincent Gervais	120	82,82	109,56
Denis Le Picart	360	248,46	328,68
Henry-Albert Thoor	60	41,41	54,78
Xavier Boidin	660	455,51	602,58
Frédéric GILLON	60	41,41	54,78
Christophe Niclaeys	150	103,53	136,95
Thierry Fricheau	990	683,27	903,87
Anne-Lise Cristol	990	683,27	903,87
Cyril Chamalet	120	82,82	109,56
Abdelkader El Kamel	240	165,64	219,12

Massé salariale charges non comprises	2967,72€
Massé salariale charges comprises	3925,96€

Massé salariale équipe projet

Basé sur le suivi horaire

- Remplissage incomplet
- Commencé en Mars 2022

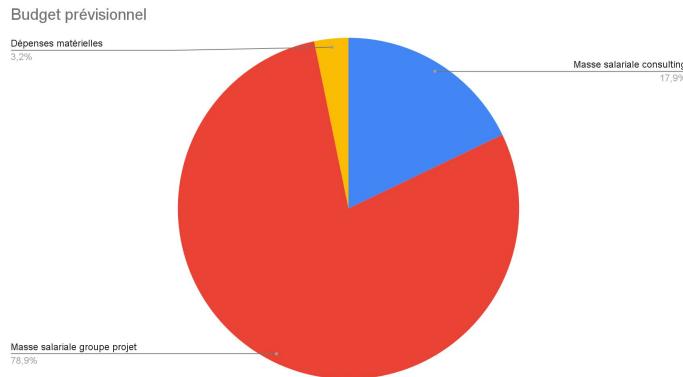
Besoin de moyenner en fonction des informations disponibles

Budget estimé :

Massé salariale charges comprises estimée	13650€
---	--------

Budget

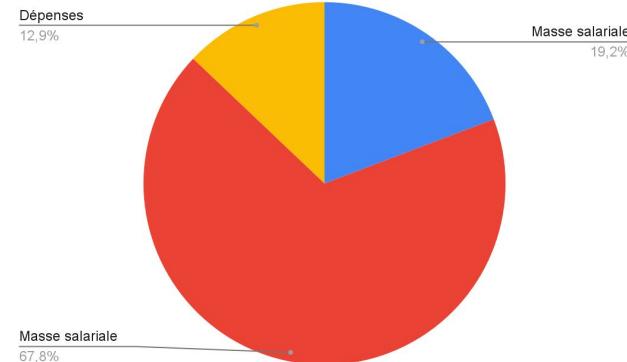
Budget prévisionnel



Budget prévisionnel

Masse salariale consulting	5 532,78 €
Masse salariale groupe projet	24 388,00 €
Dépenses matérielles	1 000,00 €
Total	30 920,78 €

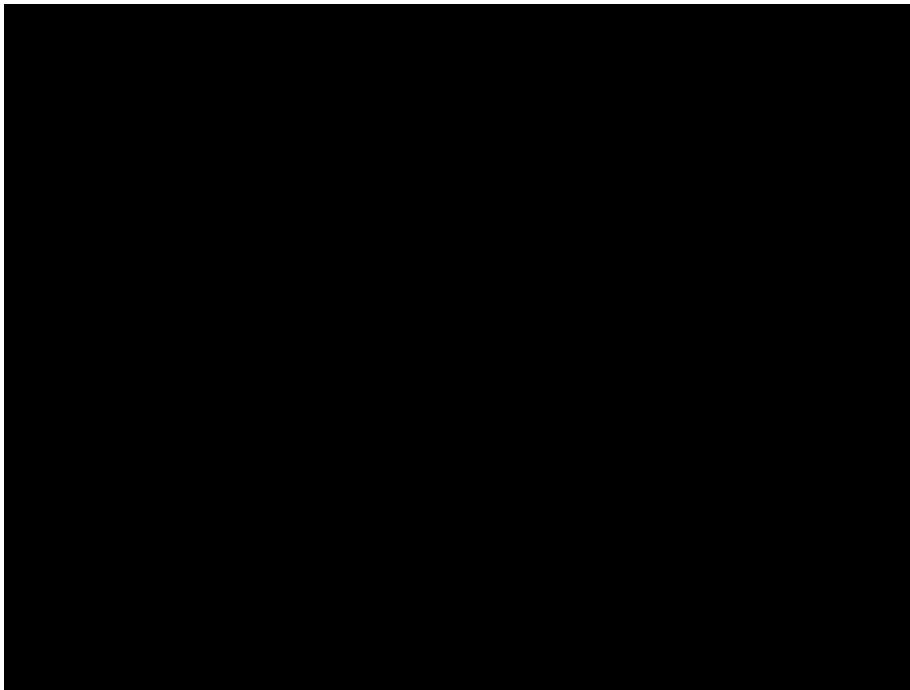
Dépenses réelles



Budget réel

Masse salariale consulting	3 871,12 €
Masse salariale groupe projet	13 650,00 €
Dépenses matérielles	2 600,94 €
Total	20 122,06 €

Conclusion

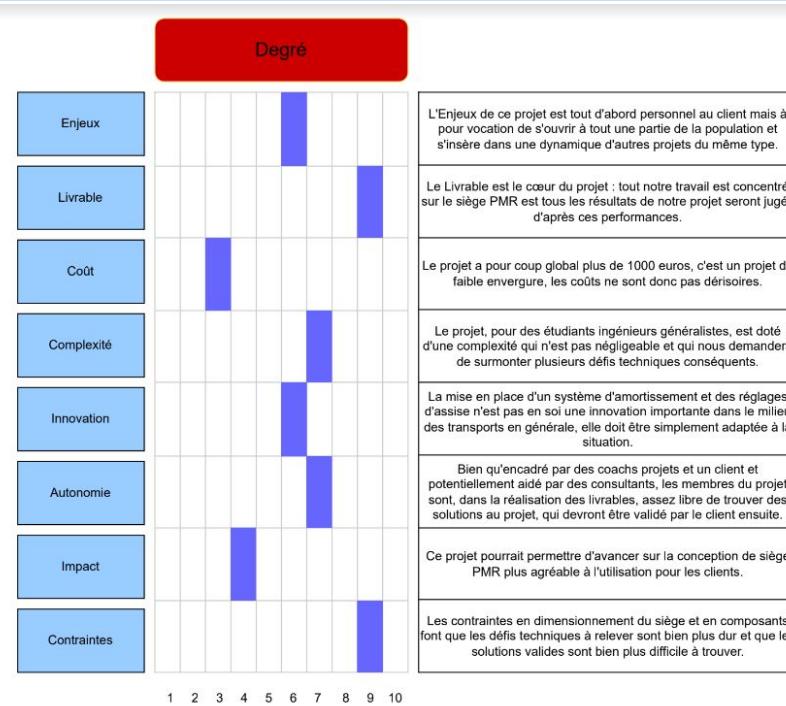


Merci !

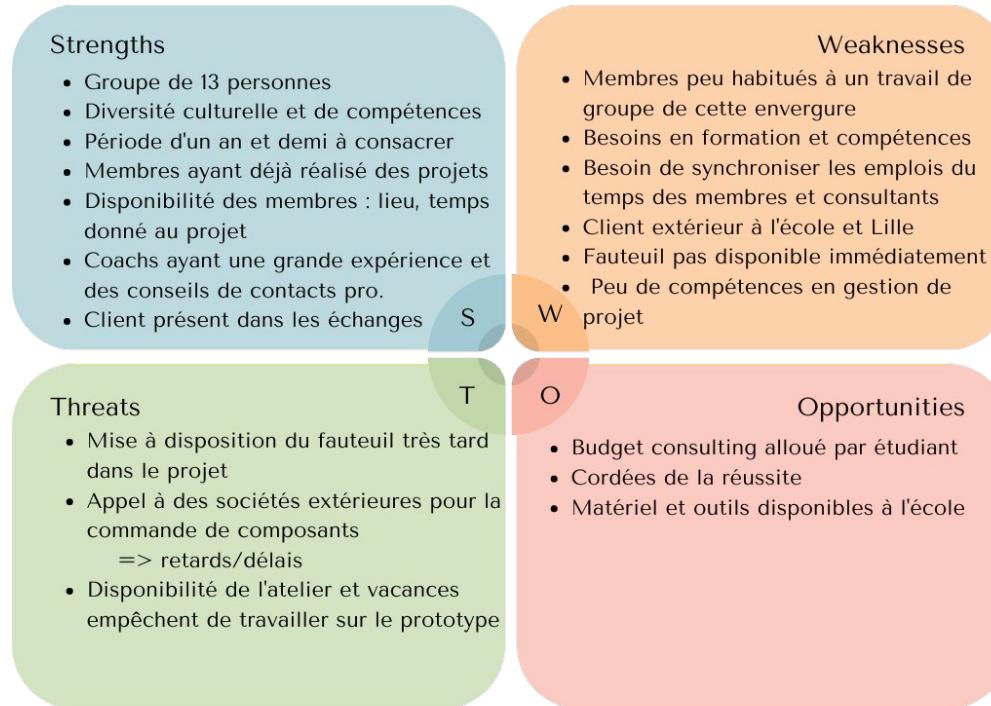


Annexes

Annexes - Profil projet



Annexes - Matrice SWOT



Annexes - Calcul budget

ANNEXE : pour calcul des charges non financières de la masse salariale

Coût consultant :

Arrêté du 6 novembre 1989 fixant les taux de rémunération des heures complémentaires

Dernière mise à jour des données de ce texte : 01 juillet 2016

NOR : MENN8902666A

JORF du 24 novembre 1989

Version en vigueur au 10 février 2021

Source : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000315917/>

Travaux dirigés (heure équivalent TD) :

- 41,41 € brut pour le consultant
- 54,78 € payé par l'établissement (toutes charges incluses)

Coût technicien (calculé sur un échelon moyen car dépend de l'ancienneté):

- 18 € brut pour le technicien
- 32 € payé par l'établissement (toutes charges incluses)

Coût ingénieur d'étude (calculé sur un échelon moyen car dépend de l'ancienneté):

- 25 € brut pour l'ingénieur
- 45 € payé par l'établissement (toutes charges incluses)

Coût étudiant équivalent stagiaire (vous n'êtes pas encore ingénieur) :

- 7 € / heure par l'entreprise (toutes charges incluses)

Annexes - Calcul budget

Seuls les personnels enseignants (permanents de l'école ou vacataires extérieurs) sont concernés par cette enveloppe : les heures de consulting sont intégrées à leur charge d'enseignement au même titre que les cours, TD et TP traditionnels.

Pour les techniciens de l'école, leur participation aux projets est prévue, ou pas, dans leur fiche de définition de poste. Ils ne sont donc pas concernés par cette enveloppe budgétaire.

Donc au final sur la globalité de votre projet vous bénéficiez de 96 heures d'enseignants et d'autant d'heures de techniciens de l'école que vous le souhaitez.