



**POLYTECHNIQUE  
MONTREAL**

**UNIVERSITÉ  
D'INGÉNIERIE**

# MEC3900/AER3900 : Projet intégrateur 3

Enseignant TD: Ramez Zalat – Groupe 3

TDI : Fiche d'enregistrement



**Introduction**



Fiche d'enregistrement



Travail d'aujourd'hui



Annexe : fiches

## Assignation (v1)

Nom	Prénom	Programme	Groupe	Demi-groupe
Baril	Antoine	AER	3	3a
Brochu	Jacob	MEC	3	3a
Charland	Francis	MEC	3	3a
Di Zazzo	Lucca	MEC	3	3a
Guay	Étienne	MEC	3	3a
Hazboun	Alexandre	MEC	3	3a
Kanapathippillai	Shajeevan	MEC	3	3a
Mbodj	Tégue	MEC	3	3a
Pâquet	Louis-Alex	AER	3	3a
Seguin	Xavier	MEC	3	3a
Turcotte	Cédric	MEC	3	3a
Zhu	Jean	AER	3	3a
Casgrain	Simon	MEC	3	3b
Demimuid	Arthur	MEC	3	3b
Eddahir	Youssef	MEC	3	3b
Gutierrez	Pablo	MEC	3	3b
Harfouche	Ryan	AER	3	3b
Kamfang Kwagn	Gil-Bastian	MEC	3	3b
Koriko Issifou	Hawa	MEC	3	3b
Reid	Elizabeth	AER	3	3b
Robichaud	Fanny	MEC	3	3b
Tem	Tommy	MEC	3	3b
Zvezdin	Patrick	AER	3	3b

## Tour de table initial

### Présentez-vous :

- Avez-vous déjà un projet ?
- Quel est votre sujet souhaité ?
- Qui avez-vous approché pour diriger votre projet ?

### But :

- Connaître ses collègues !
- Être à l'aise pour présenter devant public, que ce soit à distance ou en présentiel
  - Comme la présentation finale de votre projet ?
  - Comme la vie professionnelle...



Introduction



**Fiche d'enregistrement**



Travail d'aujourd'hui



Annexe : fiches

## Fiche : résumé des consignes

Section	Éléments importants
<b>Titre du projet</b>	Concision et précision
<b>Contexte et définition</b>	Besoin, client et/ou utilisateur, illustration, limites du mandat, définition du projet, schéma « entrées / sorties » du système
<b>Fonction principale</b>	Une seule phrase, deux ou trois lignes, décrivant ce que fera le système. Verbe d'action !
<b>Méthodologie proposée</b>	Liste de tâches spécifiques au projet, outils et ressources, étapes de validation, cohérence de l'angle d'attaque et de l'étendue ( <i>scope</i> )
<b>Livrables attendus</b>	Adéquation avec le besoin, quantification du budget
<b>Échéancier</b>	Diagramme de Gantt, jalons, heures prévues, relations entre les tâches, parallélisation, prise en compte des collaborateurs

Consignes complètes :  
Cours du 13 mai 2024

Le dépôt des fiches sur  
Moodle sera activé après  
le 24 mai 2024.

## Évaluation des fiches

### Contexte et définition :

- Une illustration pertinente permet de contextualiser le problème
- Le ton choisi est approprié : suffisamment technique pour situer clairement la contribution attendue, mais sans pour autant tomber dans le jargon. Les termes appropriés sont définis.
- La qualité de la communication écrite (vocabulaire, syntaxe, grammaire) ne nuit pas à la compréhension du message
- Contexte:
  - Le projet est clairement motivé : il est clair pourquoi il est entrepris, l'utilité / avantage recherché, la raison pour laquelle les systèmes actuels sont insatisfaisants
  - Le client ou l'utilisateur dont on cherche à combler le besoin est identifié avec précision
- Définition du projet (en quoi consiste-t-il?)
  - Décrire en quelques lignes en quoi consiste le projet
  - La définition du projet le résume, et démontre un effort de synthèse de la part de l'étudiant

Question:  
"Pourquoi ?"

Question:  
"Quoi ?"

## Évaluation des fiches

### Fonction principale:

- Amorce de votre Cahier de charges (déjà...)
- Identifiez LA fonction qui vous semble aujourd'hui la plus déterminante ou la plus importante
  - Soyez cohérent avec la « définition du projet » présentée à la section précédente
  - Au besoin, vous pouvez présenter deux fonctions...
- Basez-vous sur votre première compréhension des besoins de votre client
- Il est possible qu'en cours de route cette « fonction principale » soit appelée à changer (quand votre compréhension des besoins de votre client sera raffinée et complétée)
- Comment rédiger/présenter cette « Fonction principale »:
  - La fonction décrit ce que fera le système développé de manière non ambiguë et vérifiable
  - Le texte doit couvrir le libellé de la fonction, son niveau d'importance (ici, on s'attend à ce qu'il soit « très élevé »), le critère applicable de même que le niveau visé
  - Expliquez/justifiez vos énoncés
  - Référez-vous à vos notions d'Analyse fonctionnelle

Question:  
"Quoi ?"  
(suite)

## Évaluation des fiches

### Méthodologie et échéancier :

- L'angle d'attaque du projet est clair et l'étendue est réaliste pour un travail de 110h, le travail est bien balisé.
- Les tâches à accomplir sont suffisamment précises (ex : on évite les verbes vagues sans qualificatifs tels "tester", "optimiser", etc. ou les tâches génériques telles "recherche de concepts", "conception préliminaire", "conception détaillée")
- Les outils et les ressources employées sont correctement identifiées pour les différentes tâches
- La méthodologie témoigne d'une approche itérative de la conception, on ne travaille pas en boucle ouverte
- Des étapes de validation adéquates sont prévues

Question  
"Comment ?"

### ATTENTION:

La méthodologie générique (Analyse du besoin, CdC, Recherche de solutions, Étude de praticabilité, etc.)  
vue en PI-1 et PI2 ne suffit pas ici.

Identifiez aussi (et surtout) des éléments de méthodologie spécifiques à VOTRE projet

## Évaluation des fiches

### Méthodologie et échéancier : (suite)

- Les livrables attendus sont pertinents pour répondre au besoin du client, et réalistes quant à l'étendue du projet
- L'échéancier présente les tâches et les heures consacrées à celles-ci
- L'échéancier témoigne d'une réflexion sur la criticité des tâches et la parallélisation. Des marges suffisantes existent pour les tâches faisant appel à des ressources externes (ex : fournisseurs).
- Des rencontres sont prévues dans l'échéancier avec le directeur, et des jalons structurent la réalisation du projet.

Question:  
"Quand ?"

### MÉTHODOLOGIE VS ÉCHÉANCIER:

Il doit y avoir une certaine correspondance entre les activités prévues dans la Méthodologie et celles que l'on retrouve dans l'Échéancier

## Erreurs typiques : échéancier

- Attention : l'échéancier n'est pas simplement la méthodologie répartie sur une échelle temporelle.
- Questions à vous poser :
  - Quelles sont les dates butoirs (jalons) ?
  - Où se trouve la flexibilité ?
  - À quel endroit une marge de sécurité doit-elle être laissée ?
  - Quelles tâches peuvent / doivent être faites en parallèle ?

## Autres erreurs typiques

### Ne pas assez considérer les besoins du client

- Qui exactement va utiliser votre produit, et dans quel but ?
- Que va-t-il falloir à cette personne pour l'utiliser ?
- Partez-vous réellement d'un besoin ou d'une idée préconçue de la solution ?

### Avoir un objectif vague ou non validable

- Quelle est la différence entre un client satisfait et un client insatisfait ?

### Choisir un projet trop large

- Est-ce qu'un cahier des charges pour votre produit nécessite 10 pages pour être complet, ou peut tenir à quelques éléments clés ?
- Est-ce réalisable en 110 h ?
- Quels sont les éléments qui devraient être laissés à d'autres projets ?

## Autres erreurs typiques

### Choisir des outils inadaptés

- Avez-vous vraiment besoin d'Arduino / d'une analyse par éléments finis / etc. pour atteindre vos objectifs ?
  - « *If all you have is a hammer, everything looks like a nail* »

### Négliger la forme du travail

- Est-ce qu'une seule lecture est suffisante pour comprendre ?
- Quels outils utiliser pour faciliter la compréhension ?
  - « *Décrire* » ne veut pas dire « *écrire* »
- Est-ce que le document projette une impression de compétence et de professionnalisme
- Est-ce que le vocabulaire est suffisamment précis : *tester, analyser, concevoir, réaliser...*
  - Seuls, ces mots peuvent signifier n'importe quoi.



Introduction



Fiche d'enregistrement



**Travail d'aujourd'hui**



Annexe : fiches

## Exercice équipes de deux

**Travailler sur une fiche (celle d'un des coéquipiers ou un exemple parmi ceux en annexe)**

- Est-ce que chacune des sections est assez claire et spécifique ?
- Est-ce que la validation prévue est réaliste pour un PI3 et permettra de porter un jugement objectif sur la solution ?
- Quelles modifications concrètes apportez-vous à la fiche?

Format : Annotez un document word ou pdf afin que les modifications soient clairement visibles

### Réflexions complémentaires :

- Quels paramètres spécifiques pourraient être évalués ou testés ?
  - Sur le livrable final ?
  - Avant même de commencer à concevoir, pour mieux comprendre le besoin ou établir des niveaux pour certaines fonctions ?
    - « Learn first, then design » : Observez le client.

### But

- Préparer votre fiche !
- Donner et recevoir un feedback

## Note sur les fiches anonymisées

Les exemples suivants sont

- souvent des premiers jets,
- qui ont été significativement retravaillés par la suite.

Ils ont été retenus dans un but pédagogique :

- il ne s'agit pas de critiquer le travail d'autrui sans raison,
- mais bien de s'en inspirer afin de comprendre les pièges associés à la définition d'un projet.

## Note sur le feedback

Pour plusieurs, ceci est un premier exercice d'évaluation par les pairs; nous n'avons peut-être pas tous le « bon ton ».

### Le but est d'aider l'auteur à améliorer son travail.

- Personne ne détient la vérité; il s'agit de votre perception, de votre lecture de ce qui est présenté
- Verbalisez vos commentaires de la façon dont vous aimeriez vous-même les recevoir
- Vos commentaires concernent le contenu du document, et non la personne
- RECEVEZ les commentaires sur votre travail ; ceci n'est pas une remise en question de vos qualités de chercheur ou d'ingénieur
- Soyez à l'écoute lorsque vous recevez les commentaires (ex. Cette personne n'a vraiment pas compris ce que je voulais exprimer dans mon texte, comment puis-je l'aider?)
- Soyez attentif à la réception de l'autre lorsque vous DONNEZ des commentaires
- Un feedback est plus constructif si il débute par ce qui est à améliorer, et se termine sur les points positifs

Source : CAP7002 Stratégies de recherche à la maîtrise en génie

## Tour de table

### Présentez une fiche :

- Quelles modifications concrètes avez-vous apportées, et pourquoi ?

Présentez un  
document  
annoté



Introduction



Fiche d'enregistrement



Travail d'aujourd'hui



**Annexe : fiches**

## Fiche-exemple #1

**Contexte :** Il est important pour tout propriétaire d'une automobile de prendre soin de son véhicule afin d'assurer sa fiabilité et sa longévité. Un des moyens d'y arriver est de procéder à un lavage complet de la voiture sur une base régulière. Cependant, nettoyer son véhicule soi-même peut parfois s'avérer long et exigeant et quant aux lave-autos, le résultat obtenu avec ceux-ci est très souvent décevant et leur utilisation peut être chère sur le long terme.

**Fonction principale :** Concevoir et fabriquer un robot pas cher capable de procéder au lavage d'une voiture.

### **Méthodologie proposée :**

- 1) Collecter des informations sur le sujet
- 2) Rédiger un cahier des charges
- 3) Élaborer des pistes de solution
- 4) Sélectionner la solution optimale
- 5) Modéliser à l'aide d'un logiciel 3D la solution retenue
- 6) Procéder à une analyse par éléments finis
- 7) Fabriquer le prototype
- 8) Tester le prototype
- 9) Analyser les résultats obtenus

### **Livrables attendus :**

- 1) Le robot doit pouvoir nettoyer une voiture sale avec un taux d'efficacité de 95 %
- 2) Réaliser le nettoyage complet entre 15 et 30 minutes
- 3) Le coût de fabrication du robot ne doit pas excéder le prix de vente des autres robots similaires sur le marché.

## Fiche-exemple #1

**Contexte :** Il est important pour tout propriétaire d'une automobile de prendre soin de son véhicule afin d'assurer sa fiabilité et sa longévité. Un des moyens d'y arriver est de procéder à un lavage complet de la voiture sur une base régulière. Cependant, nettoyer son véhicule soi-même peut parfois s'avérer long et exigeant et quant aux lave-autos, le résultat obtenu avec ceux-ci est très souvent décevant et leur utilisation peut être chère sur le long terme.

**Fonction principale :** Concevoir et fabriquer un robot pas cher capable de procéder au lavage d'une voiture.

### Méthodologie proposée :

- 1) Collecter des informations sur le sujet
- 2) Rédiger un cahier des charges
- 3) Élaborer des pistes de solution
- 4) Sélectionner la solution optimale
- 5) Modéliser à l'aide d'un logiciel 3D la solution retenue
- 6) Procéder à une analyse par éléments finis
- 7) Fabriquer le prototype
- 8) Tester le prototype
- 9) Analyser les résultats obtenus

### Livrables attendus :

- 1) Le robot doit pouvoir nettoyer une voiture sale avec un taux d'efficacité de 95 %
- 2) Réaliser le nettoyage complet entre 15 et 30 minutes
- 3) Le coût de fabrication du robot ne doit pas excéder le prix de vente des autres robots similaires sur le marché.

## Fiche-exemple #2

**Contexte :** Le stationnement en créneau d'un véhicule peut s'avérer une tâche difficile pour bien des conducteurs et nécessite l'application de techniques particulières. Pour faciliter cette tâche, il serait judicieux de concevoir un système de roues capable d'effectuer une rotation de 90 degrés et permettre au véhicule de glisser latéralement dans l'espace prévu.

**Fonction principale :** Concevoir un châssis dont les roues peuvent effectuer une rotation de 90 degrés.

### Méthodologie proposée :

- 1) Recueil d'informations pour comprendre ce qui limite le mouvement des roues à l'aide d'Internet.
- 2) Établissement d'un cahier des charges à l'aide des informations recueillies
- 3) Un prototype devra être réalisé à l'aide d'outils tels qu'Arduino
- 4) Exploration des solutions possibles et croquis
- 5) Établissement d'un budget
- 6) Calculs préliminaires
- 7) Fabrication d'un prototype (Arduino et atelier de fabrication)

### Livrables attendus :

- 1) Dessin 3D
- 2) Dessins techniques
- 3) Prototype fait avec Arduino
- 4) Rapport technique

## Fiche-exemple #2 : échancier



## Fiche-exemple #3

**Contexte :** Le domaine brassicole est un domaine qui demeure porteur peu importe le pays d'exploitation. La disponibilité des ingrédients dépend du pays d'exploitation ce qui vient avec coût ces pays. Certains pays africains ont des ingrédients qui demeurent sous-exploités pour la fabrication de la bière, mais dont le potentiel est significatif. Parlant de la banane et de la bière, les problèmes pouvant subsistés sont le nettoyage, l'épluchage, le râpage et la filtration.

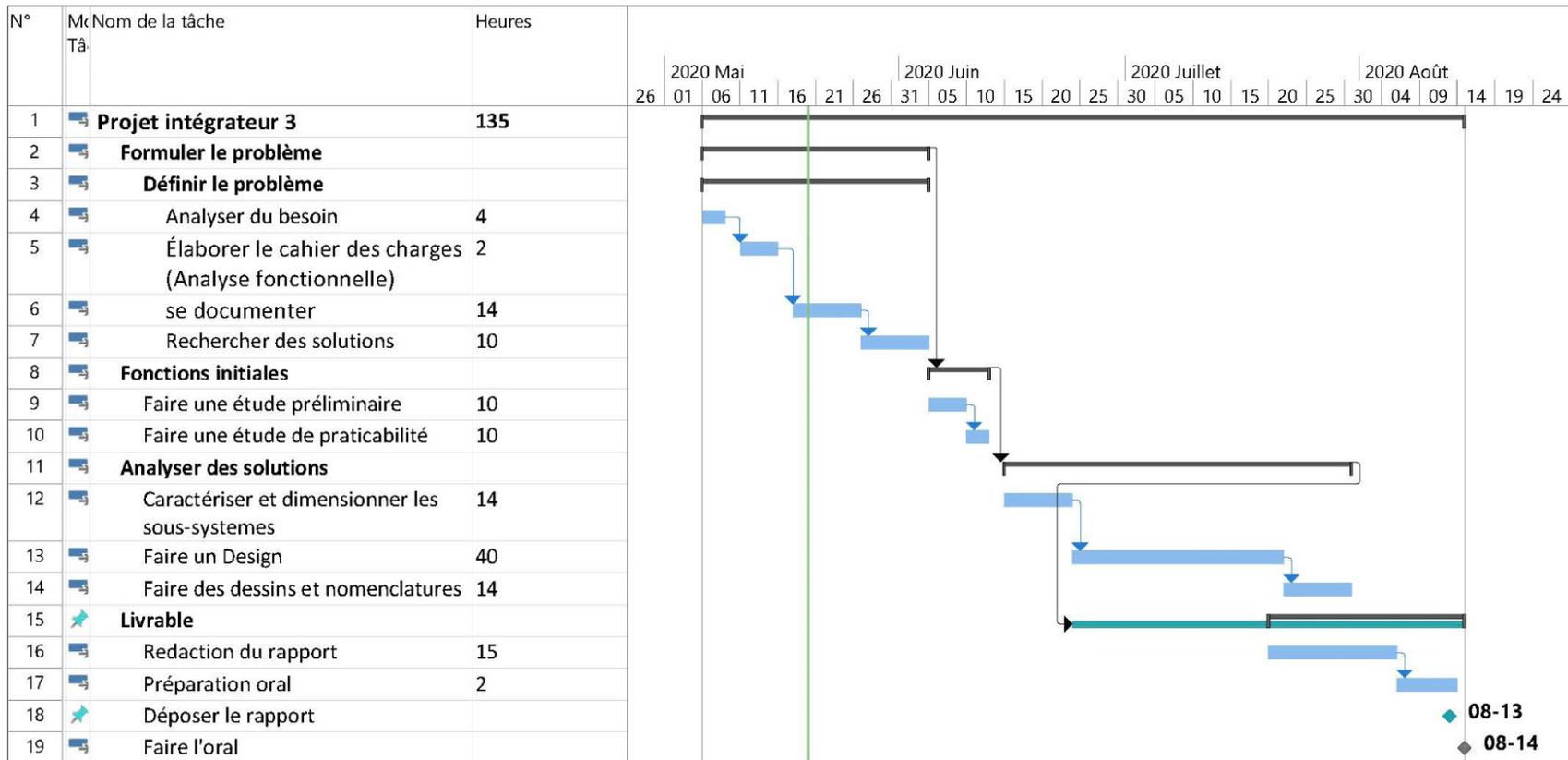
**Fonction principale :** Concevoir et modéliser un éplucheur automatique et d'un système de filtration.

**Méthodologie proposée :**

- 1) Analyse des différentes étapes de brassage traditionnelles
- 2) Description des problèmes liés à l'utilisation des tubercules et de la banane dans une usine
- 3) Description des étapes additionnelles dues à l'ajout des machines conçues
- 4) Recherche documentaire des machines similaires
- 5) Analyse des forces nécessaires à la découpe du manioc et de la banane
- 6) Choix des éléments constituant les machines conçues
- 7) Modélisation de la solution et des dessins techniques

**Livrables attendus :**  
Dessins techniques

## Fiche-exemple #3 : échancier



## Fiche-exemple #4

**Contexte :** Vivant maintenant au deuxième étage d'un bloc appartement, il nous est très difficile de monter mon vélo chez nous sans danger étant donné les marches en colimaçon et en métal, c'est pourquoi j'ai pensé développer un remonte vélo pour rendre la tâche plus simple.

**Fonction principale :** Remonter un vélo sans danger

**Méthodologie proposée :** Je vais commencer par recueillir l'information nécessaire pour développer un vélo de manière sécuritaire et qui pourra être installé de manière simple. Par la suite, je vais établir un cahier de charge pour déterminer les problèmes importants à cerner, ce qui sera suivi d'une solution préliminaire. Ensuite, je continuerai par modéliser la structure pouvant monter le vélo et le supporter en voiture. Finalement, je vais construire le remonte vélo sans le support à vélo pour voiture étant donné mes fonds limités, mais la partie remonte vélo sera construite en taille réelle. Il y aura une période de tests pour s'assurer que ça marche bien.

**Livrables attendus :** Un remonte vélo qui est aussi un support à vélo pour voiture sera modélisé et la partie remonte vélo sera construite pour pouvoir s'adapter au balcon. Le remonte vélo devra alléger la tâche de celui qui monte le vélo et ceci de manière sécuritaire pour tous.

# Fiche-exemple #4 : échancier

Étape	Temps de travail prévu (heures)	Tâche	Échéancier		Dates exactes des remises des livrables														
			Durée		Août	Septembre					Octobre				Novembre			Décembre	
					26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2
1	2	Rencontre avec le directeur de projet	1 jour par rencontre		26														
2	3	Description du projet et son échancier	2 jours			2													
3	1	Visite de l'atelier de Polyfab	1 jour				9												
4	10	Collecte d'information utile au développement du projet	3 jours					16											
5	12	Cahier de charge préliminaire	4 jours						23										
6	5	Cahier de charge final	2 jours							30									
7	8	Proposition de solutions préliminaires	5 jours								7								
8	20	Modélisation détaillée de la solution retenue	10 jours									14							
9	30	Fabrication du prototype taille réelle	20 jours										21						
10	4	Test du prototype	2 jours											28					
11	5	Analyse des résultats des tests du prototype	2 jours												4				
12	25	Rédaction du rapport	25 jours													11			
13	10	Préparation à la présentation	3 jours														18		
Total	135																		2

## Fiche-exemple #5

**Contexte :** Ce projet s'inscrit dans le cadre d'un projet global de doctorat portant sur l'optimisation et la valorisation des particules de noir de carbone recyclées par pyrolyse des pneus usagés pour une application composite thermoplastique en environnement tropical.

Le noir de carbone contenu dans les pneus est récupéré pour être utilisé comme charge dans une matrice thermoplastique polyéthylène à haute densité. Un pneu contient 25-30 wt. % de noir de carbone, qui sert à son renforcement notamment pour améliorer l'adhérence et limiter l'usure. La pyrolyse est un processus thermique de décomposition de la matière sous atmosphère raréfiée ou inerte. Le noir de carbone issu de la pyrolyse des pneus contient tous les grades de particules de noir de carbone qui sont différents dépendamment si le renforcement est pour la bande de roulement ou les flancs ou d'autres parties du pneu.

Le noir de pyrolyse contient le noir de carbone initialement dans le pneu, quelques dépôts carbonés, résidus de la décomposition par pyrolyse ainsi que toute matière solide organique contenue initialement dans le caoutchouc.

**Fonction principale :** Optimiser la qualité des particules de noir de carbone obtenues par pyrolyse des pneus pour favoriser leur dispersion dans une matrice HDPE.

### **Méthodologie proposée :**

- 1) Les particules seront désagglomérées mécaniquement (broyage) avec différents équipements : à sec ou avec l'ajout d'
- 2) L'état du broyage sera vérifié en microscopie électronique à balayage
- 3) Les particules broyées seront mélangées dans un mélangeur interne et/ou dans une extrudeuse bi-vis
- 4) Le composite sera caractérisé en microscopie électronique à balayage et/ou en rhéologie et DMA pour vérifier la dispersion
- 5) Une sélection du processus de broyage sera faite en fonction des résultats obtenus

## Fiche-exemple #5 : échancier

Année 2020	Janvier							Février							Mars					Avril								
	16	17	21	23	24	28	30	31	4	6	7	10	11	13	19	20	21	10	13	14	21	22	28	29	4	5	17	
<b>PROJET PI3</b>																												
Définition du projet	■																											
Recherche bibliographiques				■							■								■	■								
Rédaction du rapport																			■	■	■	■	■	■				
Préparation de la soutenance																									■	■		
Soutenance (17 avril 2020)																												■
<b>EXPERIMENTAL</b>																												
<b>1 - Fabrication</b>																												
<b>Broyage mécanique</b>																												
Mélangeur en milieu sec no 1		■																										
Mélangeur en milieu sec no 2					■																							
Mélange en milieu humide avec solvant								■																				
Mélange X (choix)												■																
<b>Mélange et extrusion</b>																												
Mélangeur interne									■																			
Extrudeuse bi-vis										■				■														
<b>2 - Caractérisation</b>																												
Microscopie MEB des particules			■			■		■					■															
Microscopie MEB des composites																										■		
Rhéologie des composites										■		■				■									■			
DMA des composites																												

Légende:

■	Demi-journée (4h)
■	Journée complète (8h)
■	Date de remise/ présentation