



Analyse Fonctionnelle Projet PIF

Fida Ben Abdallah

16 Avril 2021

**Équipe du projet PIF "GT2", Lermab: P-J.MÉAUSOONE,
A.BOUALI, F.BEN ABDALLAH**

Ordre de Jour

- 1 Projet PIF-GT2
- 2 Analyse Fonctionnelle
- 3 Conclusion

Objectif du projet PIF-GT2

Étudier la faisabilité d'un outil robotisé pour effectuer les travaux de dégagement en plantation (peupleraie)

Planning Projet PIF-GT2:

- (1) **Étude de l'existant dans la robotique mobile**
(application à la forestier et l'agriculture)
 - *en cours de réalisation*
- (2) **Analyse des contraintes environnementales**
(visite de sites forestier et peupleraies) ✓
- (3) **Identification des besoins technologiques** ✓
(définition des spécifications techniques)
- (4) **Rédaction du cahier des charges** ✓
- (5) **Proposition de concept d'un désherbeur forestier**
 - *en cours de réalisation*



Figure: Plantation des peupliers (visite le 12/03)

- (1) **Produit:** Désherbeur forestier autonome
- (2) **Service:** Désherber au pied de l'arbre
 - Milieu: Sylviculture (277 peuplier/ha (6m x 6m)) et terrain plat
 - Plant: Tige sans racine (Diamètre: 5cm, hauteur: 2m)
 - Végétation concurrente: herbacé
 - Fréquence: Deux fois par an jusqu'à 4 ans
 - Travail local: cercle d'un rayon 50 cm autour de l'arbre
 - Cadence: hectares/jour ?
- (3) **Rentabilité:** Améliorer la croissance des peupliers
 - Gain en diamètre : environ 10 cm en plus à 18 ans
 - Profit: coût des ventes - (coût de plantation + coût d'entretien)
- (4) **Marché cible:** Les propriétaires forestiers
 - Statistique vente peupliers en France (3250 hectares).
 - Le forestier récolte $200m^3$ / hectare.
 - Étudier la possibilité d'étendre le projet à d'autres exploitations.
- (5) **Fonctionnalités techniques:**
 - Visite des trois sites de plantation peuplier avec A.Berthelot
 - Échange et Discussion avec A. Berthelot et L.Cotten

Analyse Fonctionnelle

Fonctions principales:

- (1) **FP1:** Naviguer et déplacer l'outil désherbeur de manière autonome dans un milieu forestier.
- (2) **FP2:** Reconnaître un plan et l'identifier.
- (3) **FP3:** Désherber au pied du plan (peuplier).

Fonctions contraintes:

- (1) **FC1:** Contourner les obstacles (50cm < hauteur).
- (2) **FC2:** Éviter le renversement (pente longitudinale 45°).
- (3) **FC3:** Ne pas abîmer les jeunes plants (écorce).
- (4) **FC4:** Installer et assurer la stabilité de l'outil lors d'une manœuvre (fonction anti-basculement).
- (5) **FC5:** Être d'un gabarit compact (dimension mini-pelle).
- (6) **FC6:** Permettre au forestier d'effectuer les travaux de maintenance courants (changement d'outil).
- (7) **FC7:** Installer des instruments de mesure adéquates
- (8) **FC8:** Être autonome (capacité batterie: jusqu'à 8H).
- (9) **FC9:** Respecter le budget fixé au prototype.
- (10) **FC10:** Être conforme aux normes d'ergonomie.
- (11) **FC11:** Être conforme aux normes de sécurité.
- (12) **FC12:** Éviter l'utilisation des herbicides.

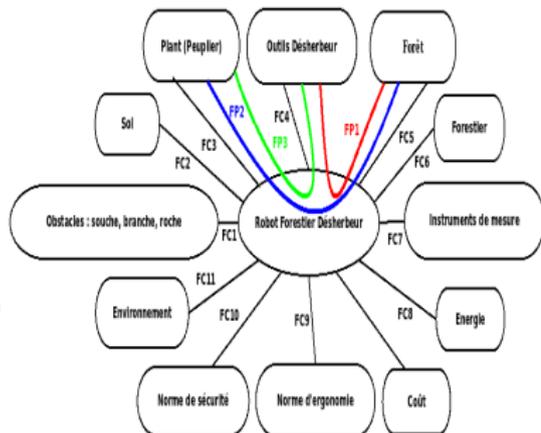


Figure: Diagramme des interacteurs (voir annexe A)

Fonction principales

FP1: Naviguer et déplacer l'outil désherbeur de manière autonome dans un milieu forestier

FP1.1: Construire la cartographie de la forêt à partir de données capteurs (LIDAR 3D)

FP1.2: Localiser le robot mobile à partir de données capteurs (odométrie et centrale inertielle)

FP1.3: Planifier le mouvement du robot en évitant les obstacles (déterminer le chemin optimal à suivre)

FP1.4: Commander les déplacements du robot (déterminer le vecteur contrôle longitudinal et latéral)

FP2: Reconnaître un plan et l'identifier

FP2.1: Segmenter les objets détectés à partir d'un nuage de points 3D

FP2.2: Calculer des features globales pour chaque objet extrait

FP2.3: Entraîner un classificateur avec les features utilisés

FP3: Désherber au pied du plan (peuplier)

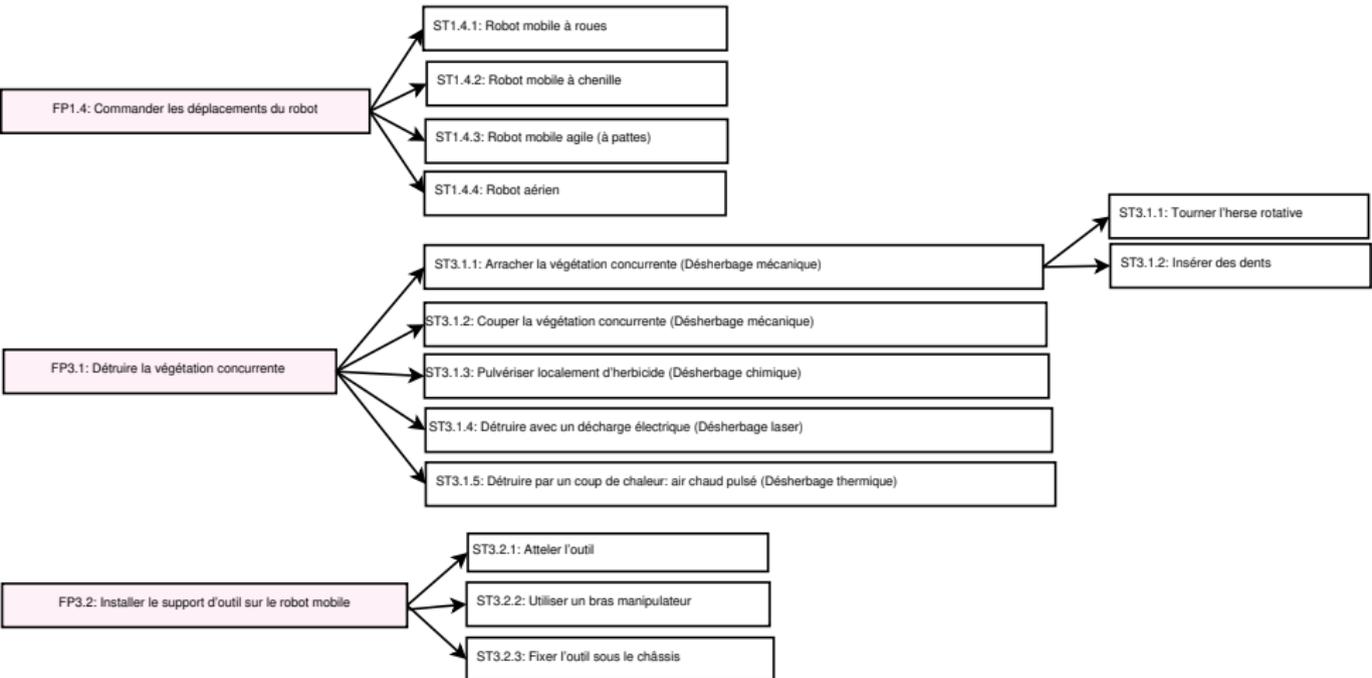
FP3.1: Détruire la végétation concurrente à l'aide d'outil

FP3.2: Installer le support d'outil sur le robot mobile

FP3.3: Changer l'outil selon l'opération

FP3.4: Equilibrer l'outil lors d'une manoeuvre

Arbre de décision



Choisir les critères d'évaluation:

- (1) **C1:** Fiabilité et robustesse
- (2) **C2:** Coût
- (3) **C3:** Franchir des obstacles
- (4) **C4:** Contourner des obstacles
- (5) **C5:** Risque de renversement
- (6) **C6:** Sécurité
- (7) **C7:** Écologie (utilisation des pesticides).
- (8) **C8:** Tassement du sol
- (9) **C9:** Consommation d'énergie

Pondérer les critères d'évaluation:

Affecter un poids à chaque critère (par exemple de 0 à 5). A l'issue de cette étape, si on identifie certains facteurs qui ont peu d'influence sur la décision finale, on les élimine.

Construire la matrice de décision: Placer dans un tableau les options en ligne et les critères en colonne et mentionner leurs poids.

Matrice de décision

Critères de choix	Fiabilité et robustesse		Coût		Eviter des obstacles		Risque de renversement		Sécurité		Écologie (utilisation des pesticides)		Tassement du sol		Consommation d'énergie		Total pondéré
Pondération																	
Herse rotative																	
Dents désherbeur																	
Lame forestière																	
Désherbage chimique																	
Désherbage laser																	
Désherbage thermique																	

Critères de choix	Fiabilité et robustesse		Coût		Eviter des obstacles		Risque de renversement		Sécurité		Écologie		Tassement du sol		Consommation d'énergie		Total pondéré
Pondération																	
Atteler l'outil																	
Bras manipulateur																	
sous le châssis																	

Critères de choix	Fiabilité et robustesse		Coût		Eviter des obstacles		Risque de renversement		Sécurité		Écologie		Tassement du sol		Consommation d'énergie		Total pondéré
Pondération																	
Robot mobile à roues																	
Robot mobile à chenille																	
Robot mobile à pattes																	
Robot aérien (drone)																	

Caractérisation des Fonctions

- La caractérisation des fonctions permet de définir les critères les niveaux et la flexibilité de chacune de celles-ci. Ces critères doivent être mesurables.

Fonction	Sous-fonction	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1	FP1.1: Construire la cartographie (LIDAR 3D)	Portée maximale et minimale	$d = ?$?
		Précision	$e = ?$?
		Champ de vision	$angle?$?
	FP1.2: Localiser le robot mobile	Position et vitesse (odomètre)	$v = ?$?
		Accélération (centrale inertielle)	$a = ?$?
	FP1.4: Commander les déplacements du robot	Puissance	$W = ?$?
		Vitesse	$m = ?$?
		Rayon des roues	$r = ?$?
Pression statique au sol		$p = ?$?	
FP2	FP2.1: Calculer des features globales (les caractéristiques d'un tronc d'arbre)	Largeur du tronc (laser)	$d_1 = ?$?
		Couleur du tronc (caméra)	?	?
		Bord parallèle d'un tronc	?	?
FP3	FP3.1: Détruire la végétation concurrente (herse rotative)	Couple moteur	$\Gamma = ?$?
		Vitesse de rotation	$v = ?$?
		Profondeur	$d = ?$?

Hierarchisation des Fonctions

- L'objectif est de définir un ordre d'importance relative pour toutes les fonctions. On utilise un tri croisé pour juger de l'importance de chaque fonction.
- Cette phase permettra de valider la conception en analysant la répartition des coûts par fonction.

	FP2	FP3	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	pts	%
FP1										
	FP2									
		FP3								
			FC1							
				FC2						
					FC3					
						FC4				
							FC5			
								FC6		

Classement des fonctions:

- **1:** légère priorité
- **2:** sensible priorité
- **3:** nette priorité

Contexte:

- Développer un robot mobile autonome pour la sylviculture (peuplier)

Objectif:

- Désherber au pied de l'arbre pour améliorer sa croissance.

Fonctionnement:

- (1) **FP1:** Naviguer et déplacer l'outil désherbeur de manière autonome dans un milieu forestier.
- (2) **FP2:** Reconnaître un plan et l'identifier.
- (3) **FP3:** Désherber au pied du plan (peuplier).



Analyse Fonctionnelle Projet PIF

Fida Ben Abdallah

16 Avril 2021

**Équipe du projet PIF "GT2", Lermab: P-J.MÉAUSOONE,
A.BOUALI, F.BEN ABDALLAH**