

Table des matières

Préambule

Le projet **TactIAque** a pour objectif de développer une solution complète d'analyse tactique pour les sports collectifs, en utilisant des outils d'intelligence artificielle. Le processus inclut la détection des joueurs, le suivi de leurs mouvements et l'analyse tactique des données collectées. Ce projet est initialement conçu pour le basketball, mais il est adaptable à d'autres sports selon les besoins.

Cahier des charges

Plan

Introduction	4
1 Résumé	5
2 Cadrage	5
2.1 Finalités et importance du projet	5
2.2 Contexte/Hypothèses de départ	7
2.3 Objectifs et résultats opérationnels : liste des livrables	8
3 Déroulement du projet	8
3.1 Organisation/ ressources, budget	8
3.2 Jalons : Echéanciers/événements importants	10
3.3 Risques et opportunités	10
4 Cahier des charges techniques : exigences opérationnelles	12
4.1 Parties prenantes	12
4.2 Exigences	12
5 Répartition des responsabilités	16
5.1 Lots et responsabilités	16
5.2 La matrice RACI	16
6 Plannification	20

Introduction

...

1 Résumé

2 Cadrage

2.1 Finalités et importance du projet

L'analyse tactique dans les sports collectifs connaît une croissance exponentielle grâce aux avancées en vision par ordinateur et en apprentissage automatique (*Machine Learning*). Ces technologies permettent aujourd'hui de comprendre et d'optimiser les stratégies de jeu avec une précision et une profondeur sans précédent.

Le projet **TactIAque** s'inspire des récents travaux de **RoboFlow**, une initiative pionnière visant à améliorer les algorithmes d'analyse tactique pour le football. Toutefois, le basketball reste un domaine encore sous-exploré dans ce contexte, offrant une opportunité unique de développement et d'innovation. Ce projet se concentre donc sur le basketball, avec pour objectif de fournir des outils robustes pour l'analyse des tactiques dans ce sport collectif.

En combinant des méthodologies existantes et des innovations spécifiques au basketball, **TactIAque** vise à combler cette lacune en proposant des solutions adaptées aux exigences de ce sport.

2.1.1 Hypothèses de lancement

2.1.1.1 Compétences des membres de l'équipe

2.1.1.2 Moyens techniques à disposition

2.1.1.3 Obstacles à lever

2.1.1.4 Analyse SWOT L'analyse SWOT met en évidence les éléments clés influençant la réussite du projet. Voir la figure ??

Forces (Strengths)	Faiblesses (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none">— Disponibilité de modèles performants comme RT-DETR, reconnus pour leur efficacité en détection multi-objets.— Outils avancés tels que HuggingFace, facilitant le fine-tuning et l'itération rapide.— Accès à une infrastructure puissante pour l'entraînement (GPU haute performance).	<ul style="list-style-type: none">— Dépendance critique à une annotation de haute qualité, nécessitant des ressources humaines et financières importantes.— Complexité des scènes sportives, avec des objets en mouvement rapide et des interactions multiples.— Risque de sur-ajustement du modèle en raison de la limitation des données annotées.
Opportunités (Opportunities)	Menaces (Threats)
<ul style="list-style-type: none">— Possibilité de générer des résultats innovants et publiables dans des conférences ou journaux scientifiques.— Intérêt croissant pour l'analyse des sports à l'aide de l'IA, ouvrant des opportunités de collaboration ou de financement.— Potentiel d'application du modèle à d'autres sports, élargissant les cas d'usage.	<ul style="list-style-type: none">— Risque de données insuffisantes ou de faible diversité, compromettant la généralisation du modèle.— Problèmes potentiels de droits et d'accès aux vidéos de matches pour constituer la base de données.— Délais stricts pour livrer les résultats dans le cadre du projet TactIAque.

TABLE 1.1 – Matrice SWOT pour la détection des joueurs

2.2 Contexte/Hypothèses de départ

2.2.1 Clients

2.2.2 Partenaires

2.2.3 Principales fonctions identifiées par le cahier des charges

2.3 Objectifs et résultats opérationnels : liste des livrables

produits, services, documentation

Mode d'emploi : [fichier / créer une copie](#) tout effacer et remplir avec les objectifs du projet.

À **transformer adapter à votre projet en négociation avec les parties prenantes** : version simplifiée <https://bit.ly/35J1wPp> // modèle de cahier des charges fonctionnel <https://goo.gl/hd8XNn>. Pour rappel, cet outil est la première étape de la gestion des risques.

Niveau	Livrable technico économique	Livrable documentaire	Valorisation communication	Attentes du partenaire	Technology Readiness Level
Insuffisant	Boîtier non testé ou non réalisé / application non fonctionnelle. Validation du concept	Pas de documentation fournie		Boîtier non réalisé, non testé, résultats non obtenus. Pas de documentation. Reprise des éléments transmis initialement sans modifications	TRL 3 : Projet formulé, les parties prenantes vous suivent
Médiocre	Tests de fonctionnalités demandées, mais tests ne pouvant prouver le bon fonctionnement du prototype	La documentation ne permet pas de reproduire les livrables	Note d'information sur l'ambition du projet, communication LinkedIn	Dispositif testé en laboratoire, fonctionnel. Documentation initiée : fonctionnement, matériel, pas encore de retour d'expérience réel	TRL 4 : Prototype échelle réduite en labo "monstre".
Moyen	Application fonctionnelle, tests en laboratoire réalisés et validés. Prototype , mais tests grandeurs nature non réalisés	Documentation claire et détaillée permettant la construction d'un démonstrateur en situation réelle	Note d'information sur l'évolution du projet et la validation des fonctionnalités	Au moins un test réel est réalisé, application de gestion fonctionnelle, retour d'expérience. Documentation permettant de reproduire les essais. Une étude économique est réalisée.	TRL 5 : Prototype en environnement réel d'un cas d'utilisation
Réussite visée	Un démonstrateur grandeur nature est réalisé et mis en service. Les tests grandeurs nature sont réalisés	Documentation permettant la mise en service sur site , ainsi que le paramétrage, par une personne extérieure	Article publié démontrant l'utilité du produit	Démonstrateur réalisé et installé sur un site, sur une installation basique, retour d'expérience varié et pris en compte pour des propositions d'évolutions. Des évolutions peuvent être envisagées (autres puissances, autres appareils de "stockage", ...).	TRL 6 : Un démonstrateur fonctionne dans un environnement réel "produit minimum viable" (MVP)
Excellent	Le système est complet et qualifié en différents cas d'application. Le produit est industrialisable	Documentation claire et détaillée pour l' industrialisation	Article publié pour le grand public	Démonstrateurs réalisés et installés sur 5 sites, retours d'expérience, documentation claire. Des évolutions envisagées (autres puissances, autres stockage, ...)	TRL 7 : Plusieurs démonstrateurs fonctionnent dans plusieurs cas d'utilisation, stade pré-commercial

FIGURE 1.1 – modèle exhaustif de la matrice des objectifs : <https://bit.ly/2IgKrPD>

2.3.1 Critères et indicateurs de succès

Détection et suivi

- **Précision de détection des joueurs** : Pourcentage de joueurs correctement détectés (objectif : >95%).
- **Précision de l'attribution des équipes** : Exactitude des associations joueur-équipe (objectif : >90%).
- **Fréquence d'actualisation** : Images par seconde (objectif : ≥25 FPS).

Localisation et analyse

- **Erreur de positionnement** : Distance moyenne entre les positions calculées et les positions réelles des joueurs (objectif : <10 cm).

3 Déroulement du projet

3.1 Organisation/ ressources, budget

3.1.1 Roles et responsabilités, comité de pilotage du projet et budget

3.1.1.1 Roles et responsabilités des membres de l'équipe

3.1.1.2 Roles et responsabilités des autres parties prenantes

3.1.1.2.1 Client

3.1.1.2.2 Financeur

3.1.1.2.3 ...

3.1.1.3 Comité de pilotage du projet

3.1.2 Budget

3.1.2.1 Résumé du budget global

- Montant total estimé pour le projet
- Source de financement
- Graphique ou tableau pour une vue d'ensemble

3.1.2.2 Répartition temporelle (échancier budgétaire) Comment les dépenses seront réparties sur la durée du projet

3.2 Jalons : Echéanciers/événements importants

Jalons	Description
Etape 1 : exigences opérationnelles	Validations des spécifications : cahier des charges techniques
Etape 2 :

3.3 Risques et opportunités

3.3.1 Identification des risques

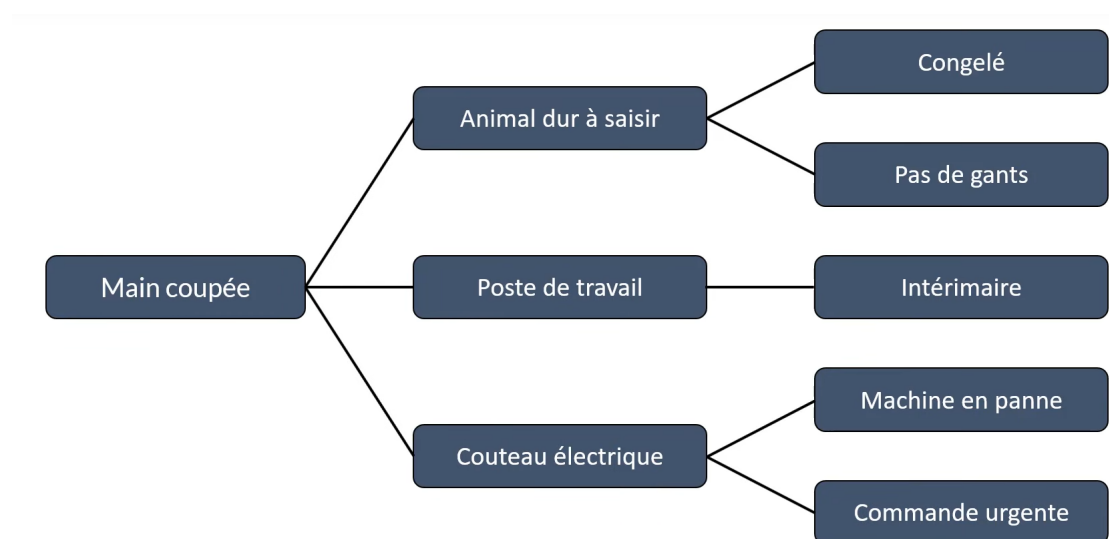


FIGURE 1.2 – Arbre de causes

3.3.2 Un plan de prévention efficace

Nous avons un exemple de plan de prévention à la figure ??.

Attention 3.1

Il ne faut pas oublier de tier le tableau pour mettre en haut les risques prioritaires

Sur OpenCV, on peut définir des algorithmes à partir d'un exemple d'annotation pour faire des transformations qui nous aideront pour le suivi de objets.

Description	Gravité 1-4	Fréquence 1-4	Criticité	Resp	Prévention
Le projet est inutilisable par le client (problème de formation)	3	3	9	Benoit	Veiller à chaque étape de réalisation à intégrer l'ergonomie
Les machines de fabrication sont indisponibles au moment voulu	2,5	3	7,5	Alain	Anticiper clairement les étapes de réalisation et planifier les séances en atelier
Mésententes dans l'équipe	2,5	3	7,5	Cédric	Conserver une structure organisationnelle claire, et respecter les schémas établis.
Le traitement des données ne donne pas le résultat escompté	3,5	2	7	Benoit	Vérifier la méthodologie de traitement
Une « collision diplomatique » se produit dans nos relations entre l'école et la société	1,5	2	3	Anne	
Un des membres ou l'équipe est incompetent(e)	3	1	3	Cédric	
Un des membres ou l'équipe se démotive ou se désintéresse du projet	2,5	1	2,5	Benoit	
L'équipe du laboratoire partenaire dépasse le groupe projet dans ses avancements	2	1	2	Jean	

FIGURE 1.3 – Plan de prévention

4 Cahier des charges techniques : exigences opérationnelles

4.1 Parties prenantes

- ENSTA (MOA)
- Groupe projet élèves (en tant que MOE)
-

4.2 Exigences

4.2.1 Exigences fonctionnelles

Exigences Fonctionnelles

1. Détection des joueurs et des équipes :

- Le système doit identifier tous les joueurs visibles dans une vidéo et leur associer une équipe.
- Il doit identifier le joueur en possession de la balle avec une précision supérieure à 90%.
- Il doit identifier le ou les arbitres avec une précision supérieure à 90%.

2. Suivi des joueurs :

- Le système doit suivre les mouvements de chaque joueur sur le terrain en temps réel et enregistrer leurs trajectoires.
- La position des joueurs doit être mise à jour à une fréquence d'au moins 25 FPS (images par seconde).

3. Localisation des joueurs sur le terrain :

- Le système doit convertir les positions des joueurs depuis l'espace de la vidéo en coordonnées sur le terrain réel.
- Il doit pouvoir gérer des perspectives différentes des caméras et aligner les positions avec un plan du terrain.

4. Visualisation des trajectoires :

- Une interface graphique doit afficher les trajectoires des joueurs sur une représentation schématique du terrain.
- La visualisation doit inclure des options de filtrage (par joueur, par équipe, par période de temps).

5. Analyse tactique :

- Le système doit identifier le ou les joueurs pivots avec une précision supérieure à 90%.
- Identifier des patterns tactiques globaux (exemple : formation, stratégies défensives/offensives).
- Analyser des situations spécifiques pour prédire des événements comme un tir ou une interception.

Exigences Non Fonctionnelles

1. Performance :

- Le système doit traiter une vidéo de 10 minutes en moins de 5 minutes.
- Pour l'analyse en temps réel, la latence de détection ne doit pas dépasser 100 ms.

2. Fiabilité :

- Le système doit fonctionner avec un taux d'erreur inférieur à 5% pour la détection des joueurs et des équipes.

3. Interopérabilité :

- Le produit doit être compatible avec plusieurs formats vidéo (MP4, AVI, etc.).

4.2.2 Vision boîte noire du système

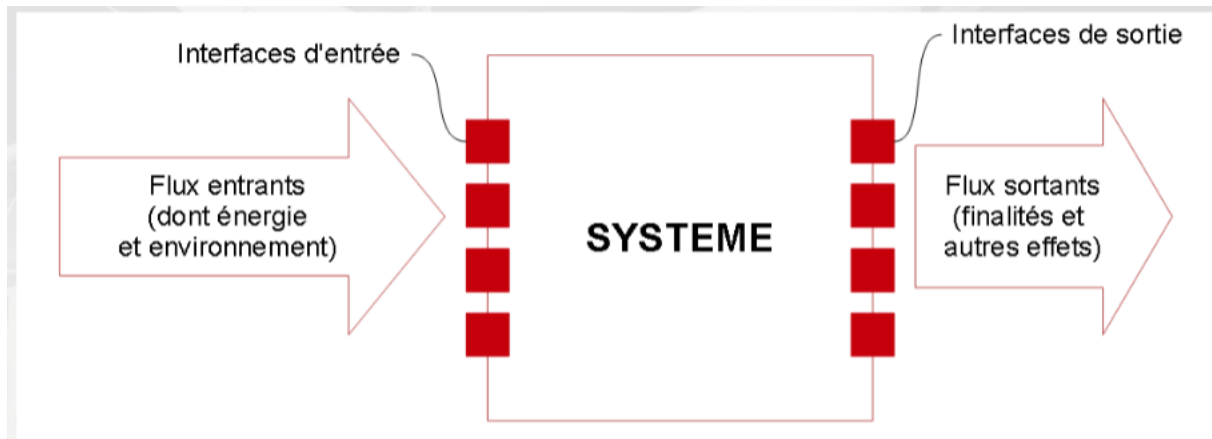


FIGURE 1.4 – Vision boîte noire du système

4.2.3 Diagramme FAST

Description du système en modules fonctionnels (regroupement de fonctions élémentaires) avec leur séquen-
cement (temporel, logique ou conditionnel) et leurs échanges de flux.

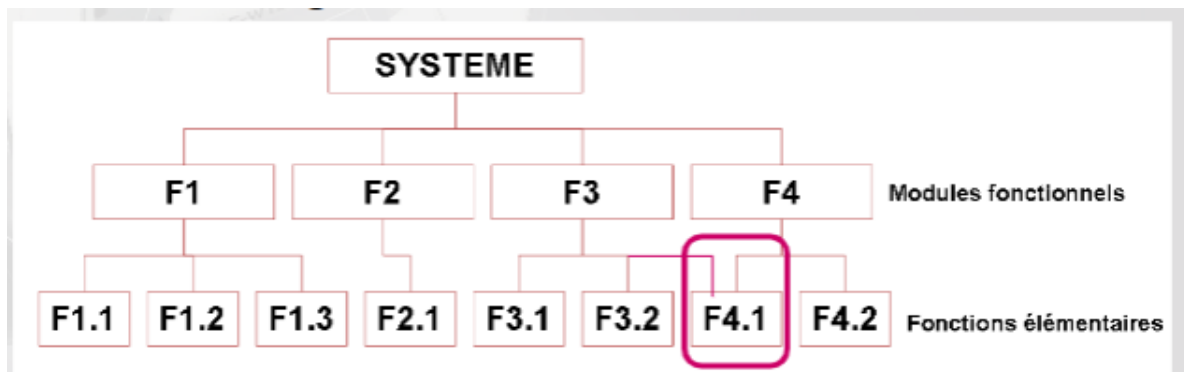


FIGURE 1.5 – Diagramme FAST

4.2.4 Logigramme / chaîne fonctionnelle

A partir des modules fonctionnels et des fonctions élémentaires identifiées dans le diagramme FAST, le logi-
gramme nous permet :

- D'ordonner les fonctions entre elles
- D'identifier les interfaces entre les fonctions
- D'identifier (pour les fonctions élémentaires) quel équipement du système supporte la fonction

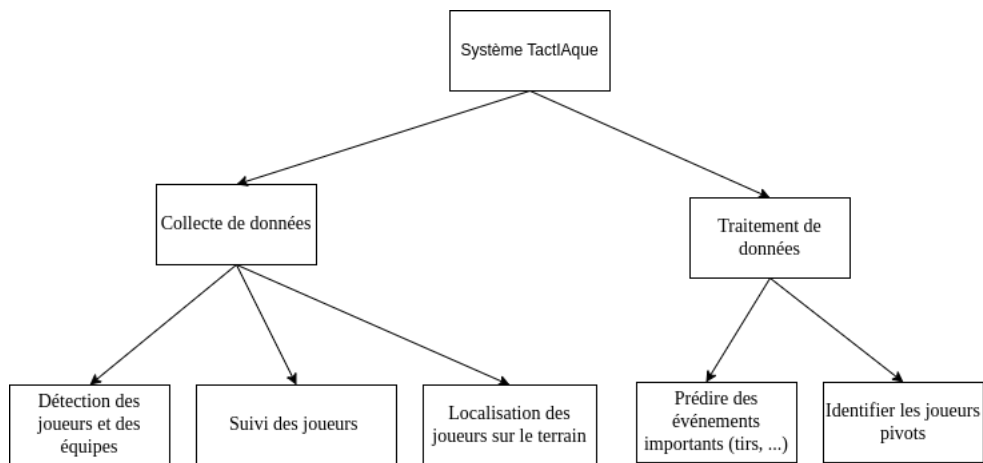


FIGURE 1.6 – Diagramme FAST

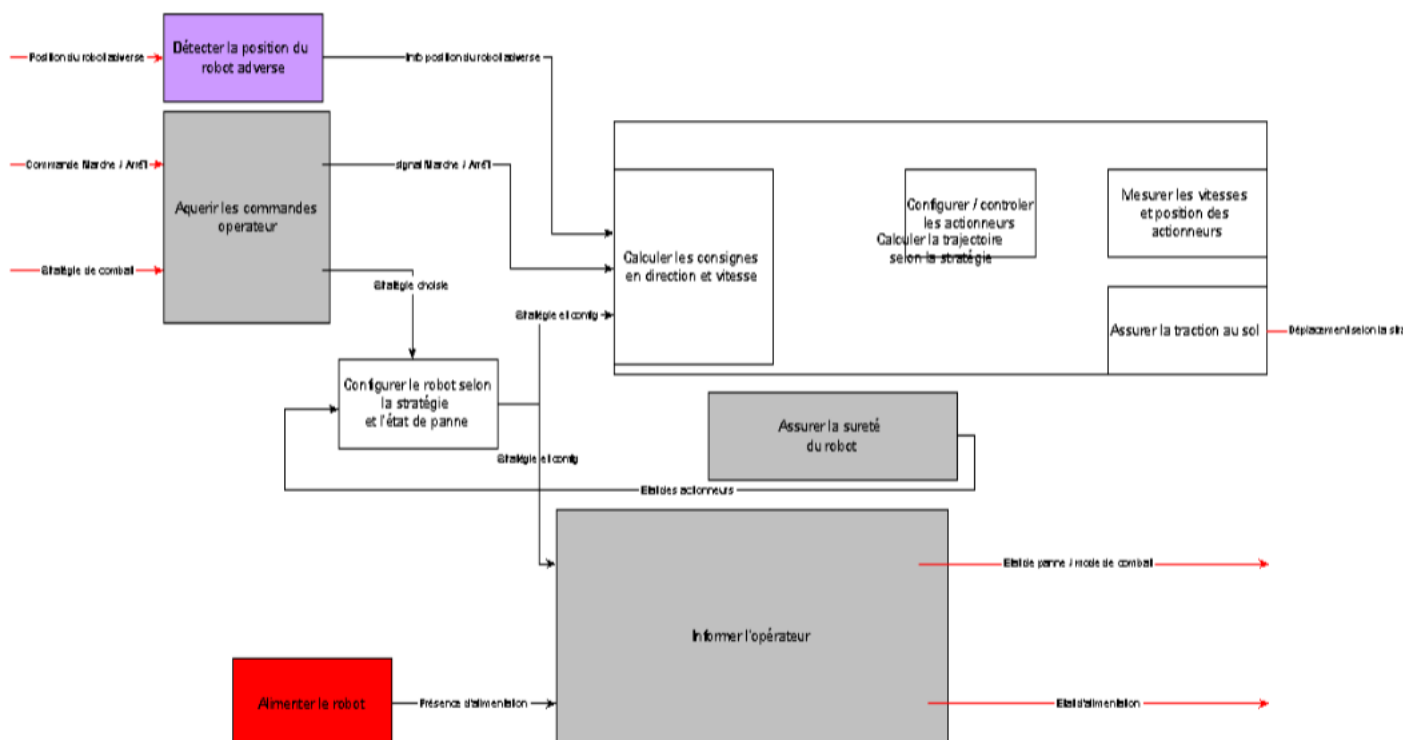


FIGURE 1.7 – Logigramme

4.2.5 Matrice des exigences

N°	Code	Libellé	<div> <div>Aquiescer les commandes de l'opérateur</div> <div>1</div> <div>Configurer le robot selon la stratégie et l'état de panne</div> <div>2</div> <div>Calculer la trajectoire selon la stratégie</div> <div>3</div> <div>Détecter la position du robot adverse</div> <div>4</div> <div>Assurer la sûreté du robot</div> <div>5</div> <div>Informier l'opérateur</div> <div>6</div> <div>Alimenter le robot</div> <div>7</div> </div>						
			1	2	3	4	5	6	7
REQ1	EX	Le robot doit être autonome		x	x	x			x
REQ2	EX	Le robot doit être programmable							
REQ3	EX	Le robot doit avoir une stratégie offensive (engagement) ou défensive (esquive)		x					
REQ4	EX	La stratégie court-terme se traduit par une vitesse et une direction contrôlées			x				
REQ5	EX	La stratégie de combat est sélectionnable avant le début du combat	x						
REQ6	EX	Le robot doit rendre compte de l'état de son alimentation électrique							x
REQ7	EX	Le robot doit rendre compte du mode de combat sélectionné: stratégie de combat engagement ou esquive						x	
REQ8	EX	Le robot prend en compte la commande démarrage	x						
REQ9	EX	Le robot prend en compte la commande d'arrêt	x						
REQ10	EX	Le robot attend 3 s avant d'engager le combat			x				
REQ11	EX	Le robot doit rendre compte de l'état de panne						x	
REQ12	EX	Le robot est programmé en C avec OpenBioid							
REQ13	EX	Le robot est construit uniquement avec les pièces du kit Bioloid							
REQ14	EX	Le robot doit contribuer à la sécurité de l'opérateur					x		
REQ15	EX	Le robot protège son électronique des surtensions							x
REQ16	EX	Le robot protège ses actionneurs contre la surchauffe					x		
REQ17	EX	Le robot doit être robuste à une panne simple d'un des actionneurs.		x					
REQ18	EX	En cas de panne d'un actionneur, le robot doit garder sa capacité à s'orienter et se déplacer, éventuellement avec une réduction des performances		x					
REQ19	EX	Le robot est alimenté par une batterie interne							x

(*): Exigence non fonctionnelle

FIGURE 1.8 – Matrice des exigences

5 Répartition des responsabilités

5.1 Lots et responsabilités

Le **WBS** est une opération très délicate de séquençage du projet, qui permet de :

- Réduire sa complexité pour le maîtriser
- Préparer son pilotage

Traduire les besoins en Work Packages Une fois que le client a défini son projet et que celui ci a été formalisé dans le cahier de charge et la charte de projets, le maître d'œuvre doit pouvoir le réaliser. Le défi est de passer d'une logique fonctionnelle au résultat tels qu'ils ont été formalisés dans le cahier de charges et la charte de projet, **à une logique de travaux.**

On doit convertir le "quoi faire ?" en "comment faire ?" en déterminant les lots de travail nécessaires pour réaliser chaque fonction.

Cela permet d'obtenir l'organigramme des tâches, ce qu'on appelle couramment le **WBS**(work breakdown structure).

Les lots de travail / Work packages Pour chaque tâche de travail, on décompose selon un critère donné. Par exemple le métier qui réalise le travail, la localisation du chantier, l'ordre de succession. Un exemple de WBS à la figure ??

1. Algorithme de collecte de données

(a) Détection

- Constitution d'une base de données en utilisant un modèle de fondation
- fine tuner un modèle existant (RT-DETR) en utilisant des outils à l'état de l'art tel que Hugging Face

(b) Tracking des joueurs et attribution à une équipe

- Extraction de features (vecteur pour caractériser chaque joueur)
- Réduction de dimension (UMAP)
- Algorithme de classification(k plus proches voisins)

(c) Localisation des joueurs sur le terrain

- Localisation de point clé sur le terrain soit par réseau de neurone soit par analyse d'image
- Transformation géométrique de la position des joueurs trouvées aux étapes précédentes

2. Algorithme de traitement de données

- identification des joueurs pivots
- prédiction d'une situation de jeu (tir, interception,...)

5.2 La matrice RACI

La **matrice RACI** est la matrice des responsabilités, elle précise et répartit les rôles pour chaque lot de travail, ce qui a pour effet d'éviter les erreurs de communication.

La matrice RACI spécifie quatre types de responsabilités :

-
- Celui qui **réalise(R)**
 - Celui qui a l'**autorité(A)**
 - La personne qui **conseille(C)**
 - Ce/le qui est **informée(I)**

Les responsabilités Les 4 types de responsabilités :

- Les R sont les membres opérationnels, les réalisateurs du lot de travail. C'est eux qui exécutent la tâche.
- Le A, c'est l'autorité, celui qui doit rendre des comptes. Le A s'organise comme il veut avec les autres intervenants, mais si le travail n'est pas fait, c'est lui qui assume.
- Les C sont généralement ceux qui sont consultés avant la réalisation de certaines tâches : ce sont des experts qui apportent les conseils pour préparer et réussir ce lot de travail.
- I, ce sont ceux qui doivent être tenus informés parce qu'ils sont concernés. Mais ils n'exercent pas un rôle direct : on avance sans attendre de retour de leur part.

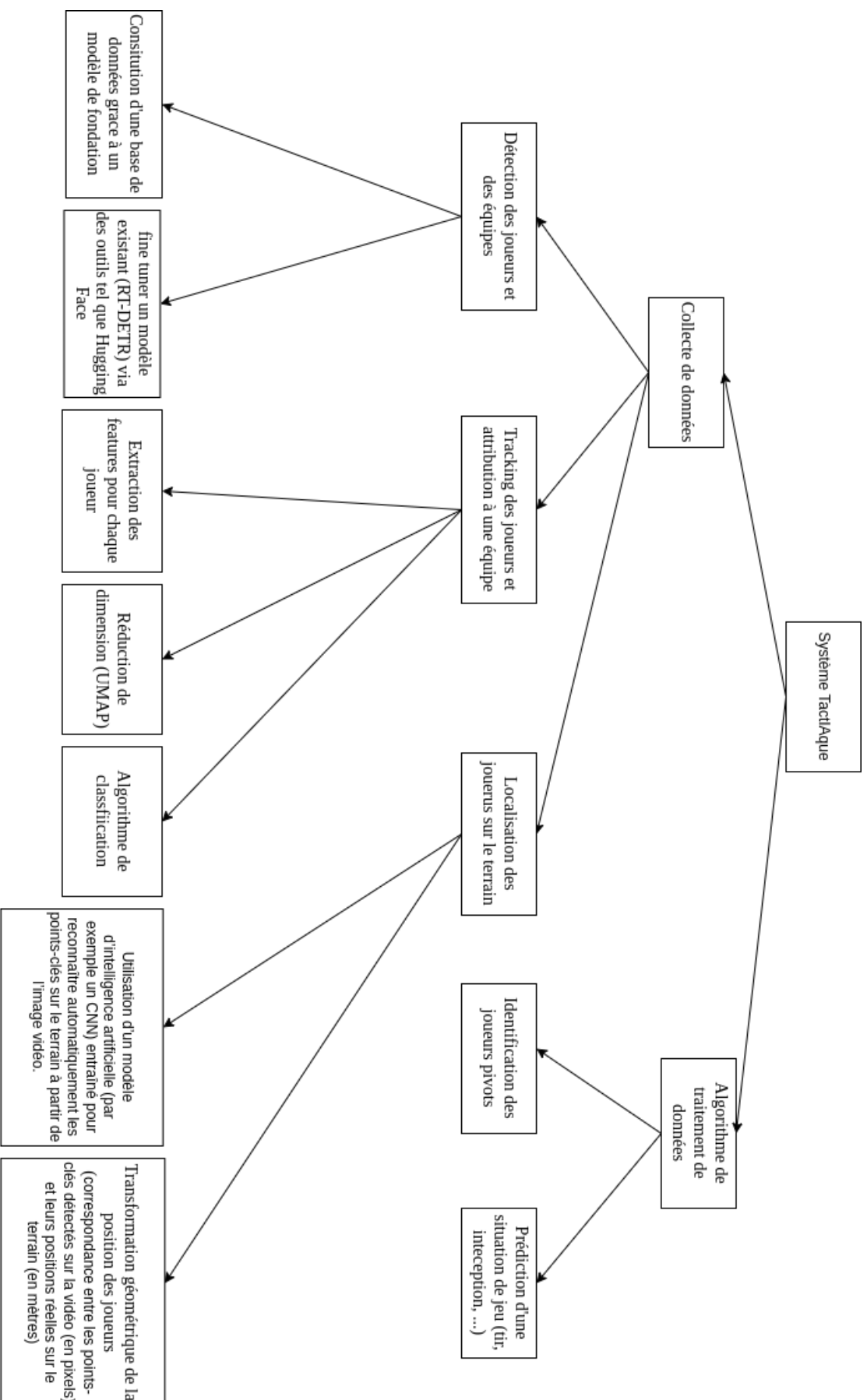


FIGURE 1.9 – exemple WBS

		Gabriel L.	Gabriel B.	Rodrigo B.	Hana Feki	Ewerthon M.	Rian S.	Davy Araujo	Yassine B.	Nicolas R.	Eduardo P.	Guilherme G.	Cedric D.	Gabriel Ba.
Lot 1	Lot 1.1	R		A										
	Lot 1.2	R		A										
	Lot 1.3	R		A										
	Lot 1.4	R		A										
	Lot 1.5	R		A										
	Lot 1.6	R		A										
	Lot 1.7	R		A										
Lot 2	Lot 2.1	R		A										
	Lot 2.2	R		A										

TABLE 1.2 – Répartition des tâches

6 Plannification

Séquencement des work packages : diagramme de PERT C'est donner pour chaque lot de travail, son ordre de succession.

Diagramme de Gantt prévisionnel

- Les lots de travail sont représentées par des barres
- Les jalons sont représentés par des losanges
- Les flèches indiquent les liens entre les tâches
- Le chemin critique qui détermine la date de fin du projet

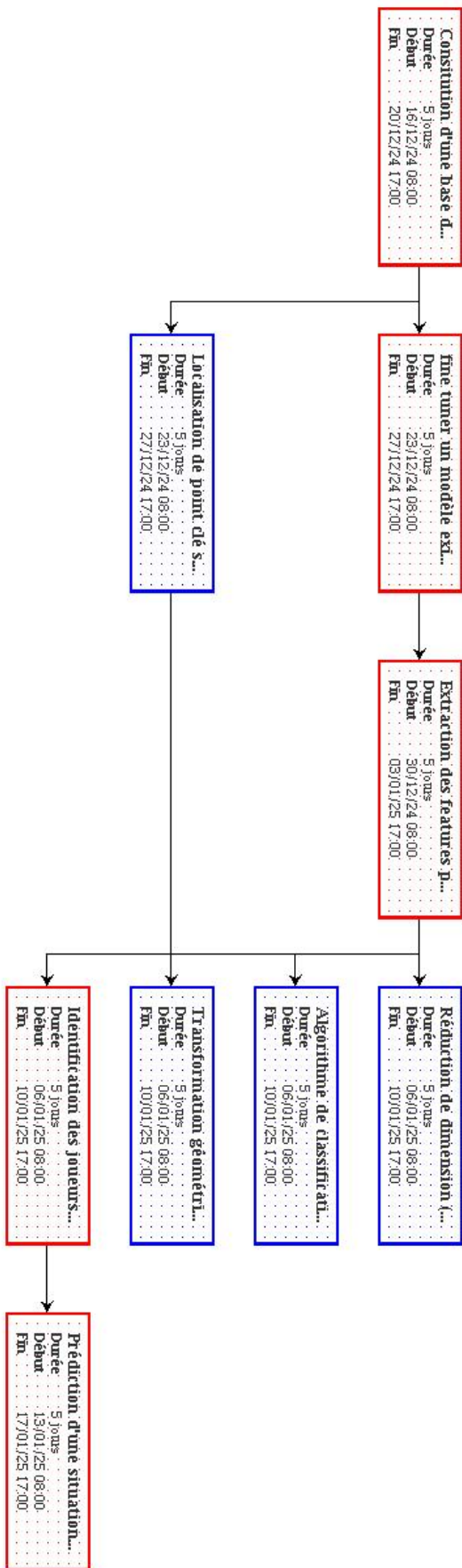


FIGURE 1.10 – Diagramme de PERT

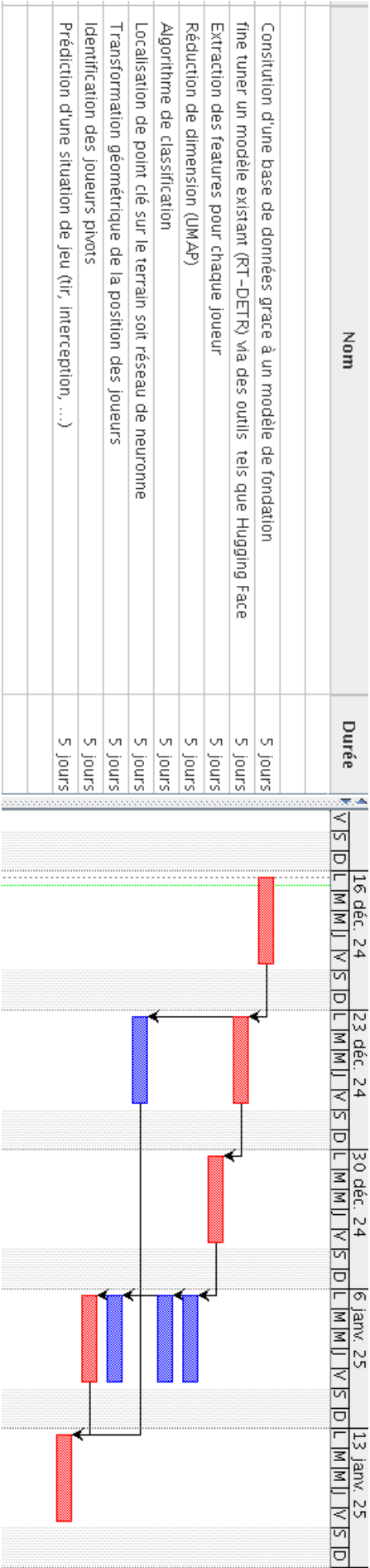


FIGURE 1.11 – Diagramme de Gant