



# PIE SEDRO

Rapport de Gestion de Projet du semestre 2

par

**Gustavo JODAR SOARES, Thomas VERRECCHIA, Danyil ZHYROV, Chloé LEBRET,  
Simon ZARKA**

20 avril 2023

# Table des Matières

<b>1 Les Enjeux du projet SEDRO</b>	<b>3</b>
<b>2 Les objectifs</b>	<b>3</b>
2.1 Objectifs Initiaux	3
2.2 Nouveaux Objectifs	3
2.3 Le périmètre du projet	4
<b>3 Les parties prenantes</b>	<b>4</b>
3.1 L'équipe projet deuxième partie	4
3.2 La gendarmerie nationale	5
3.3 L'ENSTA Paris	5
<b>4 La gestion de projet</b>	<b>6</b>
4.1 Cahier de Charges	6
Tâche Logiciel de Détection de mouvement	6
Résultat	6
Tâche Logiciel de Détection de Couleurs:	7
Résultat	7
Tâche Logiciel Intégrateur:	7
Resultat	8
4.2 Diagramme de Gantt (avant et après avec des commentaires de fin de projet)	8
Commentaire de fin de projet	10
<b>4.3 Diagramme WBS</b>	<b>11</b>
Commentaire de fin de projet	11
4.4 Matrice SWOT	11
Commentaire de fin de projet	12
4.5 Matrice RACI	12
Commentaire de fin de projet	13
4.6 Gestion des risques	13
Commentaire de fin de projet	15
<b>5 Les livrables</b>	<b>15</b>
<b>6 Le budget Prévu</b>	<b>16</b>
<b>7 Présentation de la solution technique</b>	<b>16</b>
Logiciel Intégrateur	17
Logiciels de Détection des Couleur et Mouvement	18
<b>8 Maîtrise du Projet</b>	<b>19</b>
<b>9 - Prochains étapes pour le groupe suivant (suggestions)</b>	<b>19</b>
<b>10 - Syntèse Globale</b>	<b>20</b>

# 1 Les Enjeux du projet SEDRO

La recherche de personnes ou de malfaiteurs nécessite un engagement opérationnel élevé en matière de moyens humains et matériels avec un résultat variable. Souvent, l'engagement initial dans un temps proche du signalement de la disparition ou de la fuite conditionne la découverte de la personne recherchée. Cette mission est toujours sensible car des vies sont potentiellement en jeu. Enfin, les recherches sont rendues d'autant plus difficiles par les reliefs contrastés du Jura, territoire rural, très boisé et accidenté. Les moyens habituellement utilisés sont :

- Des sections aériennes de la gendarmerie avec une disponibilité variable, un coût élevé, un bilan carbone mauvais et un temps de recherche sur zone restreint,
- Des équipes cynophiles avec une disponibilité et un taux de réussite variable,
- Des patrouilles pédestres et motorisées avec un délai de mise en œuvre important et une ressource restreinte par rapport aux zones à couvrir. De plus, l'importance des moyens déployés nécessite parfois une bascule de force et le désengagement d'autres missions prioritaires,
- La géolocalisation téléphonique peut s'avérer infructueuse en cas d'absence de téléphone, de panne de batterie, d'individu ne désirant pas être retrouvé (suicidaire, malfaiteur...) ou de personne manquant de discernement (maladie d'Alzheimer, personne handicapée...).

## 2 Les objectifs

### 2.1 Objectifs Initiaux

SEDRO signifie Système d'Essaim de Drones pour Recherches Opérationnelles. L'objectif principal de ce projet est la localisation de la cible dans les plus brefs délais, pour la secourir ou l'interpeller, en optimisant le déploiement des moyens engagés sur la zone d'opération. Lors des premières rencontres avec les gendarmes, ceux-ci nous ont communiqué leurs attentes concernant le projet SEDRO :

- La reconnaissance d'images (à partir des données des caméras dans le visible et/ou l'infrarouge notamment),
- Un logiciel permettant l'identification de mouvement dans le vidéo donné par le drone.
- Un logiciel permettant l'identification de couleurs dans le vidéo donné par le drone.
- Un logiciel permettant l'identification des sons après filtrage du bruit du drone.

### 2.2 Nouveaux Objectifs

Lors de la visite du 11 janvier 2023, les objectifs ont été modifiés. En effet, l'objectif principal restant inchangé, le gain attendu réside maintenant dans l'automatisation de la tâche de recherche.

Cela va permettre une réduction des coûts d'emploi tant sur le plan matériel (hélicoptère) que sur le plan humain (maître de chien, patrouilles pédestres et motorisées engagées) avec un dispositif qui n'est pas soumis à des contraintes de disponibilité.

Voici nos principales missions (le premier topic a été additionné):

- Le développement d'un logiciel permettant d'intégrer les différents programmes déjà créés avec la caméra du drone (entrée HDMI).
- La reconnaissance d'images (à partir des données des caméras thermiques notamment),
- Une meilleure utilisation des données issues du logiciel interne au drone
- Un logiciel permettant l'identification de mouvement dans la vidéo donnée par le drone.
- Un logiciel permettant l'identification de couleurs dans la vidéo donnée par le drone.
- Un logiciel permettant l'identification des sons après filtrage du bruit du drone.

## 2.3 Le périmètre du projet

Le projet englobe maintenant le développement des logiciels et l'interprétation de leurs données, les logiciels qui ont été conçus et le drone pour être capable de mettre en œuvre le projet. Il est cependant possible de sortir de ce périmètre si le temps nous le permet. Notamment pour réaliser un capteur analogique numérique, permettant de détecter des signaux provenant de divers appareils.

# 3 Les parties prenantes

## 3.1 L'équipe projet deuxième partie

Membres : L'équipe qui réalise le projet est composée de cinq étudiants de deuxième année à l'ENSTA Paris. Tous dans la filière "Informatique".

Présentation des membres de l'équipe (détail dans la matrice RACI) :

- Gustavo JODAR: Chef de projet (filiale "Informatique"), secrétaire générale et bibliographie
- Danyil ZHYROV: Responsable du pôle logiciel (filiale "Informatique")
- Chloé LEBRET: Responsable du pôle image (filiale "Informatique")
- Thomas VERRECCHIA: Responsable bilan carbone (filiale "Informatique")
- Simon ZARKA: aide le pôle logiciel et image (filiale "Informatique")

### **Détail des postes et des responsabilités :**

Le travail à effectuer est décomposé en différentes tâches. Chaque poste a son importance dans le projet et chaque personne s'engage à mener à bien sa tâche, afin d'avancer dans les meilleures conditions possibles. Pour comprendre le fonctionnement de l'équipe en terme de responsabilités au sein du projet, voici donc le descriptif de chaque poste :

- Le chef de projet est celui qui est responsable du projet, il délègue les tâches et sait s'organiser pour assurer le respect des deadlines. Il s'assure également qu'il y ait une bonne cohésion de groupe et que tout le monde respecte les horaires.

- Le secrétaire général s'occupe de rédiger les comptes rendus en fin de séance et est chargé de la communication avec les différentes parties prenantes du projet.
- Le responsable bilan carbone est la personne chargée de la rédaction du bilan carbone. Il prend en compte les sources d'émission de gaz à effet de serre notamment et tente de mettre en avant des solutions pour diminuer l'empreinte carbone.
- Le responsable du pôle logiciel possède une équipe logiciel qu'il doit gérer à la manière d'un chef de projet. Il possède des compétences développement de logiciel ainsi qu'en parallélisme, pour exécuter plusieurs programmes dans le même ordinateur, et s'assure de respecter le cahier des charges imposé par le maître d'ouvrage.
- Le responsable du pôle image possède une équipe image qu'il doit gérer à la manière d'un chef de projet. Il possède des compétences en traitement d'image et en informatique de manière plus générale et s'assure également de respecter le cahier des charges imposé par le maître d'ouvrage.
- Le responsable bibliographie est celui qui rassemble les ressources littéraires et informatiques qui seront utiles pour réaliser le projet. Il se renseigne sur les caractéristiques du drone et sur les différents capteurs et matériaux pouvant être utilisés.

## 3.2 La gendarmerie nationale

La gendarmerie nationale, ou plus précisément le groupement départemental du Jura, est notre commanditaire. Les gendarmes avec lesquels nous sommes en contact (par l'intermédiaire de Mme Célia Barrau) sont :

- Le Colonel Frédéric Huguet
- L'Adjudant Patrick Guyomarch
- Le Maréchal des logis-chef Sébastien Lardanchet

Ils appartiennent tous les trois à la Section Opérationnelle de Lutte contre les Cybermenaces, et nous ont confié cette partie du projet SEDRO. La gendarmerie pourra aussi se servir de notre travail dans le cadre de leurs missions de recherche.

## 3.3 L'ENSTA Paris

L'ENSTA Paris, par l'intermédiaire de M. Franck Taruffi, est chargé de la gestion et de la formation des membres de l'équipe et de l'allocation du budget pour ce projet. M. Pascal Ferret, quant à lui, nous accompagne dans notre travail. Nos réunions régulières lui permettent de nous suivre et de nous conseiller notamment concernant la gestion de projet. Les différentes unités de l'ENSTA peuvent également nous donner des conseils ou nous fournir les matériaux dont nous avons besoin.

## 4 La gestion de projet

### 4.1 Cahier de Charges

Le cahier de charges permet de montrer quelles sont les fonctionnalités, avec les critères et dans quel niveau, qu'un produit doit avoir pour réussir dans sa tâche. Il est représenté ci-dessus, après c'est mentionné jusqu'à quel point tâche a été développé:

#### Tâche Logiciel de Détection de mouvement

	Fonctionnalités	Critère	Niveau
Logiciel de détection de mouvement	Détection un objet en mouvement dans le vidéo du drone	<b>Précision:</b> Avoir une accuracy supérieur à 80% et traiter un possible mouvement du drone.	Tests avec les vidéo qu'ils vont nous donner.
		<b>Fonctionnement:</b> Recevoir un vidéo par et gérer des signaux quand un mouvement est détecté et montrer la région de l'image du mouvement.	Vidéo reçu par entrée HDMI ou par un autre logiciel.

#### Résultat

	Résultat
Logiciel de détection de mouvement	<p>Le logiciel pour détecter le mouvement a été développé à l'aide du framework YOLO (<i>You Only Look Once</i>) - le framework en <i>State of the Art</i>. De plus, on a réutilisé les programmes qui ont été développés par l'équipe de l'année dernière, d'une manière qu'ils étaient factorisés pour être capable de les utiliser dans un logiciel parallélisé (le logiciel intégrateur).</p> <p>Des tests ont été réalisés avec les vidéos que la gendarmerie nous a fournies. Et ils marchent bien dans un PC de bonne qualité (ordinateur utilisé pour les tests - Intel Core i7).</p> <p>Malheureusement, on a pu pas réaliser des tests d'intégration avec le drone, une fois que ça prendrait plus de temps et les logiciels étaient prêts juste à la fin du projet. On a décidé de laisser ces tests pour la prochaine équipe, une fois qu'il faut bien les préparer.</p>

## Tâche Logiciel de Détection de Couleurs:

	Fonctionnalités	Critère	Niveau
Logiciel de détection de couleurs	Détecter une couleur spécifique dans le vidéo du drone	<b>Intervale:</b> Reconnaître la couleur dans un intervalle acceptable pour s'adapter aux différences de luminosité.	Tests avec les vidéo qu'ils vont nous donner.
		<b>Fonctionnement:</b> Recevoir une vidéo par et gérer des signaux quand la couleur est détectée et montrer la région de l'image du mouvement.	Vidéo reçu par entrée HDMI ou par un autre logiciel.

## Résultat

	Résultat
Logiciel de détection de couleurs	<p>Pour la détection des couleurs, on a réutilisé les programmes qui ont été développés par l'équipe de l'année dernière, d'une manière qu'ils étaient factorisés pour être capable de les utiliser dans un logiciel parallélisé (le logiciel intégrateur).</p> <p>Des tests ont été réalisés avec les vidéos que la gendarmerie nous a fournies. Et ils marchent bien dans un PC de bonne qualité (ordinateur utilisé pour les tests - Intel Core i7).</p> <p>Malheureusement, on a pu pas réaliser des tests d'intégration avec le drone, une fois que ça prendrait plus de temps et les logiciels étaient prêts juste à la fin du projet. On a décidé de laisser ces tests pour la prochaine équipe, une fois qu'il faut bien les préparer.</p>

## Tâche Logiciel Intégrateur:

	Fonctionnalités	Critère	Niveau
Logiciel de intégrateur	Être capable de recevoir le vidéo par l'entrée HDMI de l'ordinateur et exécuter au même temps le logiciel de	<b>Parallélisation :</b> Il doit être capable d'exécuter les deux logiciels en même temps qu'il reçoit le vidéo.	Tests avec le drone dans l'usage du quotidien.

	detection de couleur et de mouvement.		
--	---------------------------------------	--	--

## Resultat

	Résultat
Logiciel intégrateur	<p>Pour le logiciel intégrateur, on a développé un logiciel à l'aide de Open MPI (Open Message Passing Interface - Parallel Programming), ce programme est responsable pour capturer les données (à partir de la caméra de l'ordinateur, d'un vidéo donné ou d'une entrée HDMI), démarrer les autres logiciels de traitement d'images (Logiciel de Détection de mouvement et Logiciel de Détection de couleur) et les envoyer les données, d'une façon que tous les logiciels reçoivent les données au même temps et que se soit possible de voir tous les traitement de chaque programme.</p> <p>Des tests ont été réalisés avec les vidéos que la gendarmerie nous a fournies. Et ils marchent bien dans un PC de bonne qualité (ordinateur utilisé pour les tests - Intel Core I7).</p> <p>Malheureusement, on a pu pas réaliser des tests d'intégration avec le drone, une fois que ça prendrait plus de temps et les logiciels étaient prêts juste à la fin du projet. On a décidé de laisser ces tests pour la prochaine équipe, une fois qu'il faut bien les préparer.</p>

## 4.2 Diagramme de Gantt (avant et après avec des commentaires de fin de projet)

Le diagramme de Gantt permet de fixer les deadlines des différents jalons du projet. En vert les tâches qui sont déjà réalisées, en jaune les tâches qui sont en train d'être réalisées et un gris les tâches qui n'ont pas commencé. Le diagramme du **première rapport** est représenté ci-dessous:



	Date de début	Durée (heures)	Date de fin	2022					
<b>Gestion de projet et ingénierie système</b>				1-15 Octobre	15-31 Octobre	1-15 Novembre	15-30 Novembre	1-15 Décembre	15-31 Décembre
Analyse du projet	28/10/2022	15	21/10/2022						
Expression du besoin par le client	28/10/2022	60	11/01/2023						
Analyse des solutions	15/10/2022	30	18/12/2022						
Recherche des fonctions de base du drone	09/12/2022	30	11/01/2023						
Conception du projet	16/12/2022	60	12/02/2023						
<b>Réalisation d'un logiciel détecteur de mouvement</b>				1-15 Octobre	15-31 Octobre	1-15 Novembre	15-30 Novembre	1-15 Décembre	15-31 Décembre
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	11/01/2023						
Réception des données	13/01/2023	120	19/04/2023						
Filtrage / codage	18/01/2023	30	14/04/2023						
Reconnaissance vocale / codage	15/03/2023	30	14/04/2023						
<b>Rédaction des livrables</b>				1-15 Octobre	15-31 Octobre	1-15 Novembre	15-30 Novembre	1-15 Décembre	15-31 Décembre
Rédaction du rapport intermédiaire	15/12/2022	41	18/01/2023						
Rédaction du bilan carbone	11/01/2023	45	18/01/2023						
Rédaction du rapport final	19/04/2023	60	28/04/2023						
<b>Réalisation d'un logiciel détecteur de couleur</b>				1-15 Octobre	15-31 Octobre	1-15 Novembre	15-30 Novembre	1-15 Décembre	15-31 Décembre
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	31/12/2022						
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023						
Développement reconnaissance de couleur	18/01/2022	30	14/04/2023						
Codage	15/03/2022	30	14/04/2023						
Test du détecteur de couleur en vidéo	15/02/2023	45	28/04/2023						
<b>Réalisation d'un logiciel intégrateur</b>				1-15 Octobre	15-31 Octobre	1-15 Novembre	15-30 Novembre	1-15 Décembre	15-31 Décembre
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	15/02/2022						
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023						
Codage	20/01/2022	30	14/04/2023						
Test avec le drone	15/02/2021	45	28/04/2021						

Figure 1 – Diagramme de Gantt - première rapport

	Date de début	Durée (heures)	Date de fin	2023							
Gestion de projet et ingénierie système				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril	16 Avril-10 avril
Analyse du projet	28/10/2022	15	21/10/2022								
Expression du besoin par le client	28/10/2022	60	11/01/2023								
Analyse des solutions	15/10/2022	30	18/12/2022								
Recherche des fonctions de base du drone	09/12/2022	30	11/01/2023								
Conception du projet	16/12/2022	60	12/02/2023								
Réalisation d'un logiciel détecteur de mouvement				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril	16 Avril-29 avril
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	11/01/2023								
Réception des données	13/01/2023	120	19/04/2023								
filtrage / codage	18/01/2023	30	14/04/2023								
Recherche des composants du capteurs	15/03/2023	30	14/04/2023								
Rédaction des livrables				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril	16 Avril-29 avril
Rédaction du rapport intermédiaire	15/12/2022	41	18/01/2023								
Rédaction du bilan carbone	11/01/2023	45	18/01/2023								
Rédaction du rapport final	07/04/2023	60	28/04/2023								
Réalisation d'un logiciel détecteur de couleur				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril	16 Avril-29avril
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	31/12/2022								
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023								
Développement reconnaissance de couleur	18/01/2022	30	14/04/2023								
Codage	15/03/2022	30	14/04/2023								
Test du détecteur de couleur en vidéo	15/02/2023	45	28/04/2023								
Réalisation d'un détecteur de couleur				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril	16 Avril-29avril
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	31/12/2022								
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023								
Codage	15/03/2022	30	14/04/2023								
Test du détecteur de couleur en vidéo	15/02/2021	45	28/04/2021								

Figure 2 – Diagramme de Gantt - première rapport

Le diagramme du deuxième rapport est représenté ci-dessous:

	Date de début	Durée	Date de fin	2022					
<b>Gestion de projet et ingénierie système</b>				1-15 Octobr	15-31 Octobre	1-15 Novembr	15-30 Novembre	1-15 Decembre	15-31 Decembre
Analyse du projet	28/10/2022	15	21/10/2022						
Expression du besoin par le client	28/10/2022	60	11/01/2023						
Analyse des solutions	15/10/2022	30	18/12/2022						
Recherche des fonctions de base du drone	09/12/2022	30	11/01/2023						
Conception du projet	16/12/2022	60	12/02/2023						
<b>Réalisation d'un logiciel détecteur de mouvement</b>				1-15 Octobr	15-31 Octobre	1-15 Novembr	15-30 Novembre	1-15 Decembre	15-31 Decembre
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	11/01/2023						
Réception des données	13/01/2023	120	19/04/2023						
Filtrage / codage	18/01/2023	30	14/04/2023						
Reconnaissance vocale / codage	15/03/2023	30	14/04/2023						
<b>Rédaction des livrables</b>				1-15 Octobr	15-31 Octobre	1-15 Novembr	15-30 Novembre	1-15 Decembre	15-31 Decembre
Rédaction du rapport intermédiaire	15/12/2022	41	18/01/2023						
Rédaction du bilan carbone	11/01/2023	45	18/01/2023						
Rédaction du rapport final	19/04/2023	60	28/04/2023						
<b>Réalisation d'un logiciel détecteur de couleur</b>				1-15 Octobr	15-31 Octobre	1-15 Novembr	15-30 Novembre	1-15 Decembre	15-31 Decembre
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	31/12/2022						
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023						
Développement reconnaissance de couleur	18/01/2022	30	14/04/2023						
Codage	15/03/2022	30	14/04/2023						
Test du détecteur de couleur en vidéo	15/02/2023	45	28/04/2023						
<b>Réalisation d'un logiciel intégrateur</b>				1-15 Octobr	15-31 Octobre	1-15 Novembr	15-30 Novembre	1-15 Decembre	15-31 Decembre
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	15/02/2022						
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023						
Codage	20/01/2022	30	14/04/2023						
Test avec le drone	15/02/2021	45	28/04/2021						

Figure 3 – Diagramme de Gantt - deuxième rapport

	Date de début	Durée	Date de fin	2023						
<b>Gestion de projet et ingénierie système</b>				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril
Analyse du projet	28/10/2022	15	21/10/2022							
Expression du besoin par le client	28/10/2022	60	11/01/2023							
Analyse des solutions	15/10/2022	30	18/12/2022							
Recherche des fonctions de base du drone	09/12/2022	30	11/01/2023							
Conception du projet	16/12/2022	60	12/02/2023							
<b>Réalisation d'un logiciel détecteur de mouvement</b>				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	11/01/2023							
Réception des données	13/01/2023	120	19/04/2023							
Filtrage / codage	18/01/2023	30	14/04/2023							
Recherche des composants du capteurs	15/03/2023	30	14/04/2023							
<b>Rédaction des livrables</b>				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril
Rédaction du rapport intermédiaire	15/12/2022	41	18/01/2023							
Rédaction du bilan carbone	11/01/2023	45	18/01/2023							
Rédaction du rapport final	07/04/2023	60	28/04/2023							
<b>Réalisation d'un logiciel détecteur de couleur</b>				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	31/12/2022							
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023							
Développement reconnaissance de couleur	18/01/2022	30	14/04/2023							
Codage	15/03/2022	30	14/04/2023							
Test du détecteur de couleur en vidéo	15/02/2023	45	28/04/2023							
<b>Réalisation d'un logiciel intégrateur</b>				1-15 Janvier	15-31 Janvier	1-15 Février	15-28 Février	1-15 Mars	15-31 Mars	1-15 Avril
Etude de faisabilité	09/12/2022	35	31/12/2022							
Documents récupération des données	13/01/2023	120	19/04/2023							
Codage	15/03/2022	30	14/04/2023							
Test avec le drone	15/02/2021	45	28/04/2021							

Figure 4 – Diagramme de Gantt - deuxième rapport

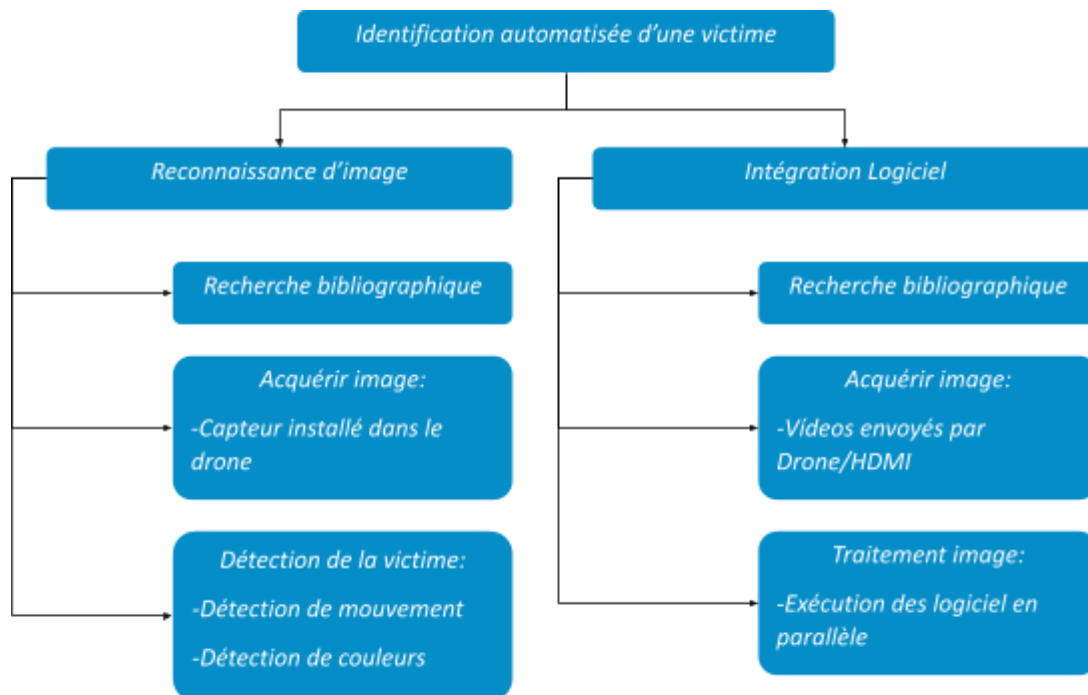
## Commentaire de fin de projet

Nous avons bien développé les codes qui étaient nécessaires pour le projet, i.e. le logiciel pour la détection de mouvement, le logiciel pour la détection de couleur et le logiciel intégrateur.

Par contre, on a pu remarquer qu' à la fin, ce qui a été le plus difficile à réaliser étaient les tests avec le drone, cette difficulté peut être un résultat du travail en coopération avec la gendarmerie, une fois que le drone en question était avec eux et en plus on avait dû chercher une carte graphique et connaître les configuration de l'ordinateur du client pour ne pas acheter des matériels qu'ils peuvent pas utiliser.

## 4.3 Diagramme WBS

L'organigramme des tâches ou WBS (Work Breakdown Structure) permet de savoir COMMENT on réalise une tâche lorsque l'on descend d'un cran dans l'arborescence, et avoir POURQUOI on réalise une tâche lorsque l'on remonte d'un cran dans l'arborescence. Ainsi, en divisant les jalons de cette manière, on a une bonne connaissance de ce qu'on fait et de pourquoi on le fait. Le diagramme WBS du projet SEDRO est représenté ci-dessous :



### Commentaire de fin de projet

Le diagramme WBS utilisé dans le projet et représenté dans l'image a été efficace pour les répartitions des tâches du projet SEDRO, une fois qu'en lui prenant compte on a divisé les rôles du projet de manière plus précise pour le développement des programmes, ce qui à la fin a possibilité le développement complète des logiciels (logiciel pour la détection de mouvement, le logiciel pour la détection de couleur et le logiciel intégrateur).

## 4.4 Matrice SWOT

La matrice SWOT permet de représenter les avantages et les inconvénients de notre projet. On peut s'en servir à la fois pour la gestion des risques, mais aussi pour savoir vers où se diriger en cas de besoin, si notre projet s'annonce facile ou difficile en fonction des facteurs internes et externes. La matrice SWOT est représentée ci-après :

	Positif	Négatif
<b>Interne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aide de la part de la gendarmerie et de l'ENSTA</li> <li>- Travail de l'année passée</li> <li>- Disponibilité du drone en janvier</li> <li>- Équipe spécialisée en informatique</li> <li>- Projet à faible émissions (cf. bilan carbone)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Perte des membres en janvier</li> <li>-Manque de motivation de l'équipe</li> <li>- Manque de connaissances/expériences en informatique</li> <li>- Pas possible de trouver des ressources sur un capteur qui n'existe pas encore</li> </ul>
<b>Externe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipe d'encadrants qualifiés à l'ENSTA (GdP) et en dehors</li> <li>- Chercheurs à l'ENSTA dans la vision+robotique</li> <li>- Associations ENSTA (ENSTAIR et ENSTAR)</li> <li>- Drone = Nouvelle technologie très demandée dans tous secteurs (dont l'armée)</li> <li>- utilisation du drone par la gendarmerie donc plus grande liberté et plus possibilités (réalisations des tests)</li> <li>- Evolution de la réglementation en faveur de l'utilisation de drones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglementation stricte en matière de drones</li> <li>- Les cours de traitement d'images arrivent tard dans l'année</li> <li>- Manque de disponibilité des gendarmes à cause du métier</li> </ul>

Figure 5 – Matrice SWOT

## Commentaire de fin de projet

### Positif - Interne:

Les points les plus forts pour le développement du projet en regardant les points positifs internes ont été: l'équipe spécialisée en informatique, car tous les livrables créés sont des logiciels qui ont besoin des forts connaissances en Intelligence Artificielle et Programmation Parallèle pour être développés. Et, aussi, le travail de l'année passé, une fois qu'il était réutilisé (après refactorisation) dans nos logiciels.

### Positif - Externe:

L'utilisation du drone pour la gendarmerie a été un point important dans le projet car, après la visite des gendarmes, on a pu mieux comprendre leurs besoins et changer les objectifs du projet. De plus, on a pu comprendre comment le drone est utilisé par la police afin de développer des programmes qui peuvent être utilisés.

### Négatif - Interne

La perte des membres en janvier a impacté le déroulement du projet, de sorte que l'équipe a dû être reformulée, par contre, même avec ses difficultés on a pu développé les programmes en question.

### Négatif - Externe

Le seul problème qui est arrivé c'est la difficulté de tester directement les logiciels créés avec le drone, une fois que pour accomplir un test, on avait besoin de transporter le code et techniques à un nouvel ordinateur en distanciel, ce qui n'est pas facile. Pour cette raison, les tests finals avec le drone de la gendarmerie n'ont pas été faits.

De toute façon, le code qui a été développé est pensé pour être le plus général possible et pour marcher en plusieurs types de machine, alors faire ces tests ne sera pas un problème pour la prochaine équipe.

## 4.5 Matrice RACI

La matrice RACI nous permet de définir les autorités (A) sur chaque partie du projet, ainsi que les personnes qui réalisent (R) la tâche, celles qui conseillent (C) et qui informent (I). Elle est représentée ci-dessous :

	Gustavo	Chloé	Clement	Danyil	Léo	Thomas V.	Simon	Thomas B.	Antoine	Gendarmes	Mme Barrau	M Taruffi	M Ferret	ENSTA (différentes unités)
Gestion de projet	A	R	R	R	R	R	R	R	R	C	I	I	A	
Ingénierie système	I	I	I	I	I	I	I	A	I			I	I	
Bilan Carbone	R	I	R	I	I	A	I	I	I			I	I	
Gestion des risques	I	I	A	I	I	I	I	I	I			I	I	
Recherches bibliographiques	R	R	R	R	A	R	R	R	R					C
Pole logiciel				A						I	I		C	C
Connexion Logiciel Drone	C	I	I	R	I	I	R	I	C					
Intégration des programmes	I	I	R	C	I	I	I	I	R					
Pole image		A								I	I			C
Traitement des Données	I	R	C	I	C	I	R	I	I					
Reconnaissance de forme	I	C	R	I	C	R	I	I	I					
Reconnaissance de couleur	I	C	C	I	R	I	I	R	I					
Tests grandeur nature	R	R	R	R	R	R	R	R	R					

## Commentaire de fin de projet

La manière qu'on avait pensé la séparation des rôles du projet a pris en compte les personnes qui resteraient dans le projet jusqu'à la fin. De cette manière, on a pas changé la Matrice RACI, une fois que les Autorités ont tous resté dans le projet.

## 4.6 Gestion des risques

La gestion des risques est importante dans notre projet, il faut donc les prendre en compte et les classer pour connaître les dangers prioritaires auxquels on doit et devra faire face. On peut classer ces risques en 2 catégories.

### Les menaces potentielles sur les ressources humaines :

- Plus d'aide de 4 membres d'équipe
- Le manque de temps pour terminer le projet
- Pas de motivation de l'équipe

### Les menaces techniques :

- Une documentation inaccessible
- Un langage informatique (programmation des capteurs - récupération des données) qui nous serait inconnu
- Travail précédent non réutilisable
- Documentation inaccessible
- Difficulté/délai dans la réalisation des tests (une fois qu'on n'a pas accès au drone et il faut demander à les gendarmes pour réaliser les tests)

Ces risques sont listés ci-dessous avec à chaque fois la manière dont on peut réduire leur fréquence (évitement) ou leur gravité (protection), et un diagramme (gravité / fréquence) permet également de les situer :

	Les Risques	Leurs probabilités	Leurs gravités (de 0 à 1)	Leurs criticités	Ordre de criticité	Les Stratégies d'évitement	Les stratégies de protection
R1	Plus d'aide de 4 membres d'équipe	0,9	0,6	54	1	Ne dépend pas de nous	Séparer équitablement le travail pour ne pas surcharger aucun membre et ne pas nommer comme responsable une personne qui va sortir du groupe.
R2	Manque de temps	0,4	0,7	28	2	Diminution de la chage de travail par personne ou augmentation de	Transfert de notre travail au groupe de l'année suivante
R3	Langage inconnu	0,4	0,3	12	3	Se renseigner sur le langage et commencer à le maîtriser	Demander de l'aide aux enseignants de l'ENSTA
R4	Travail précédent non réutilisable	0,3	0,6	18	4	Ne dépend pas de nous	Commencer à faire notre propre travail, avant de recevoir le code de l'anné précédent
R5	Pas de motivation de l'équipe	0,5	0,8	40	5	Expliciter l'importance du projet au groupe	Donner des tâches especifique à chaque membre
R6	Documentation inaccessible	0,2	0,3	6	6	Demande de l'aide aux gendarmes pour le cas du drone.	Demande de l'aide aux enseignants de l'ENSTA pour le code
R7	Difficulté/delay dans la réalisation des tests	0,6	0,7	42	7	Utilisation du drone dans de bonnes conditions	Nous lirons la documentation, et demanderons aux gendarmes de l'aide en cas de problème

Figure 6 – Gestion des risques

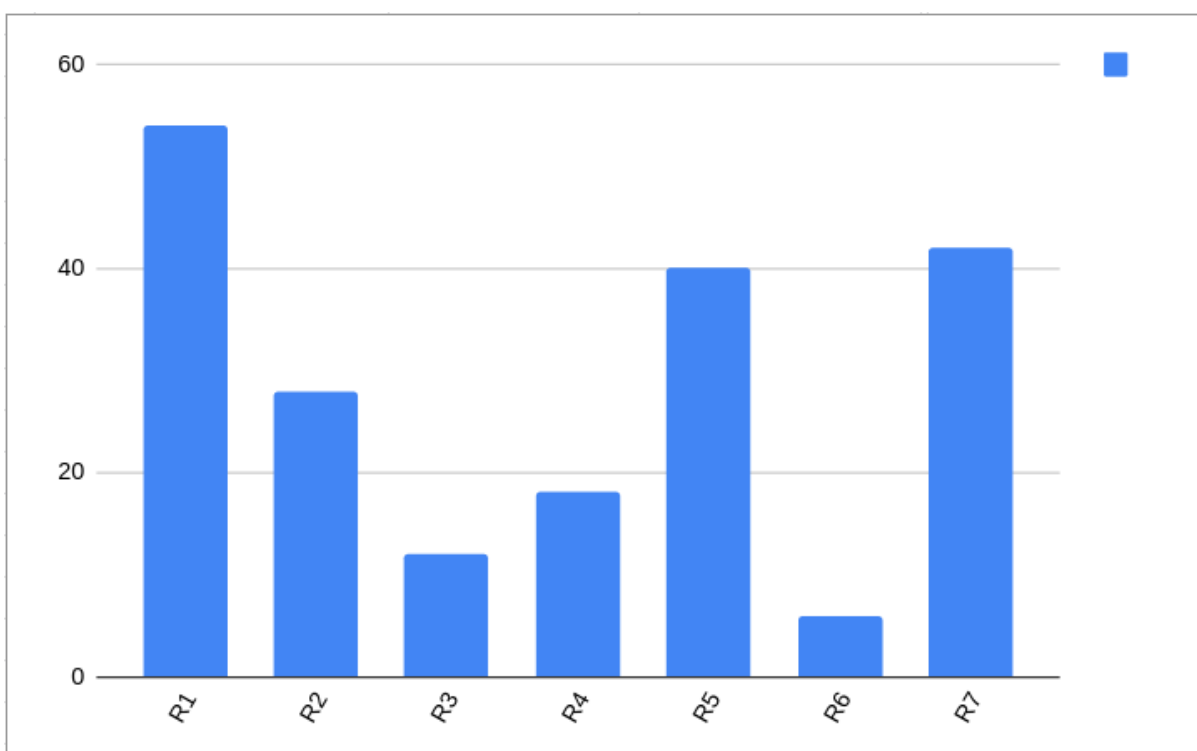


Figure 7 – Gravité des risques

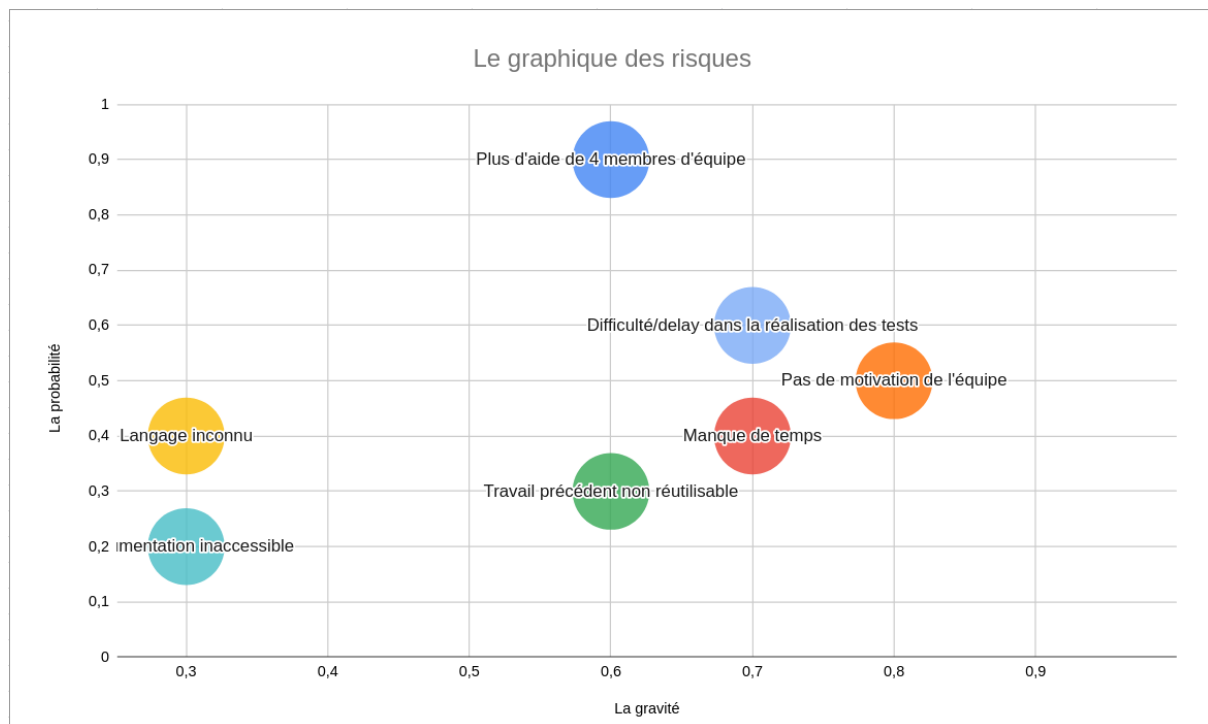


Figure 8 – Diagramme des risques

## Commentaire de fin de projet

Dans les menaces de ressources humaines, la seule qui c'est passé était: "Plus d'aide de 4 membres d'équipe", ce qui était déjà prévu dès le début du projet et n'a pas trop affecté les développements des livrables.

En regardant les menaces techniques, la "Difficulté/délai dans la réalisation des tests" et "manque de temps" ont causé le non testage des logiciels développés avec les drones. Par contre, une fois que la nouvelle équipe prendra le projet, ces tests seront (probablement) une des premières choses qui pourront être faites.

Les autres menaces présentes dans la gestion des risques n'ont pas affecté le déroulement du projet.

## 5 Les livrables

Les livrables du projet sont les suivants :

### Les livrables "matériels" :

- Un programme de reconnaissance automatique de mouvement à partir d'images numériques provenant des capteurs du drone.
- Un programme de reconnaissance automatique de couleurs à partir d'images numériques provenant des capteurs du drone.
- Un programme d'intégration entre les logiciels qui ont été conçus et les images provenant du drone.

**Les livrables "documentaires" : le rapport d'étude, le dossier de faisabilité et les documents liés au produit comprenant :**

- les spécifications techniques
- le WBS
- le diagramme de gestion des risques
- la matrice SWOT
- le GANTT détaillé
- la matrice RACI
- la description des composants matériels pressentis et finalement utilisés
- la description des tests de validation envisagés et finalement réalisés, ainsi que leurs résultats.
- le manuel d'utilisation du logiciel d'intégration.

## **6 Le budget Prévu**

Comme le projet n'a pas besoin d'acheter un drone, une fois qu'on fera les tests avec celui de la gendarmerie, et comme on a été incités à utiliser des bibliothèques *open source* (gratuites) pour le développement des logiciels, on n'a pas un budget prévu, car on n'a pas à quoi dépenser l'argent.

Par contre, dans le déroulement du projet, nous avons aperçu la nécessité d'acheter une carte d'acquisition vidéo pour la gendarmerie, une fois que ça soit possible de recevoir les données transmises du drone à l'ordinateur pour faire les tests d'intégration avec le drone. Cet achat sera fait pour le prochain groupe du projet SEDRO et cette carte d'acquisition vidéo a un prix moyen de 20 euros en ligne.

## **7 Présentation de la solution technique**

Le but de notre solution technique c'est d'être facilement utilisable pour la gendarmerie. De cette façon, à la fin la seule commande nécessaire pour faire marcher tous les traitements d'image sera: `mpiexec -n 3 python3 parallel_identifier.py`



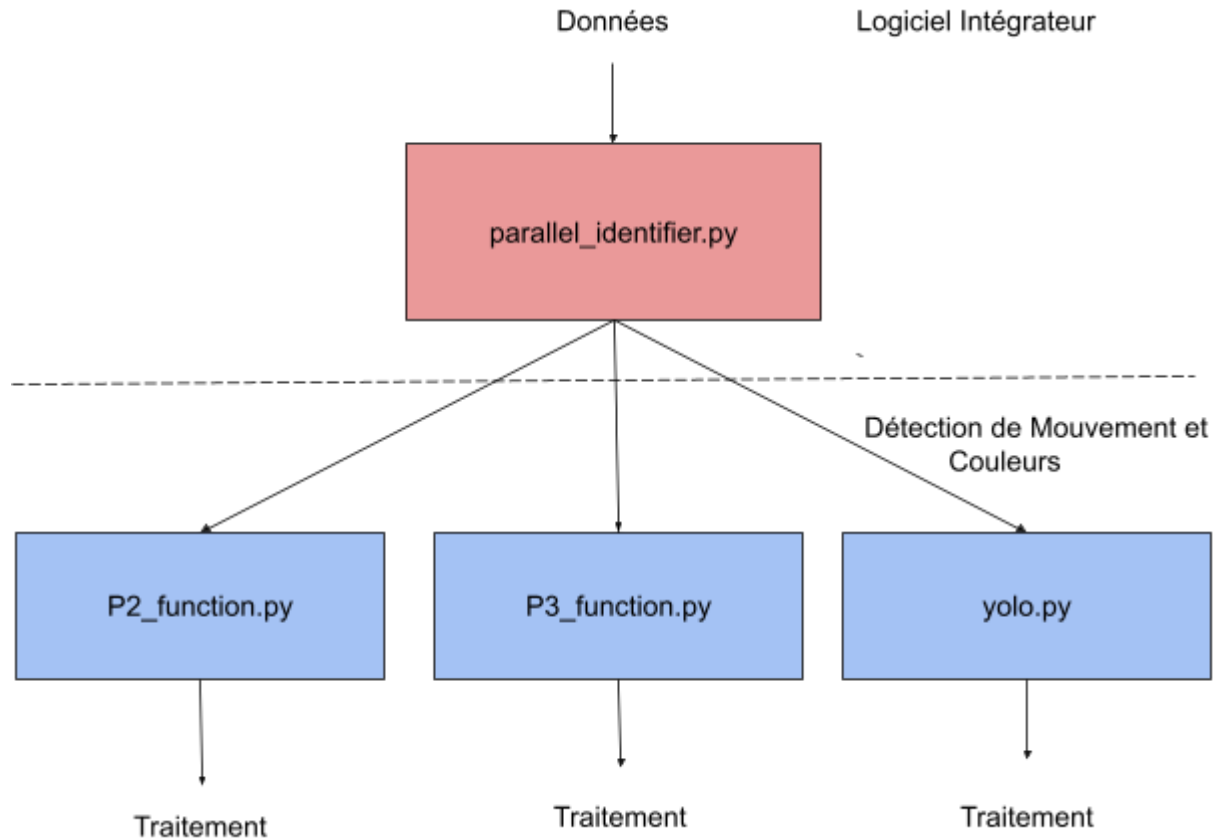


Figure 9: Représentation de l'Architecture de la solution technique proposée.

La solution technique proposée est une approche de programmation parallèle pour avoir plusieurs traitements de l'image possible, de cette manière on aura plusieurs façon de regarder la même image, ce qui pourra augmenter la probabilité d'identifier la cible (une personne perdue dans la forêt du Jura).

Pour mieux expliquer la procédure, on va la couper en deux parties:

## Logiciel Intégrateur

Le logiciel intégrateur développé s'appelle *parallel\_identifier.py*, il utilise OpenCV et OpenMPI pour recevoir et envoyer les données aux autres programmes de traitement d'image. Dans la commande d'exécution du programme:

```
mpiexec -n 3 python3 parallel_identifier.py
```

On met en évidence le nombre de cœurs utilisés pour démarrer le programme, ce nombre est très important une fois qu'en augmentant le nombre des cœurs utilisés on augmente aussi les types des traitements d'image utilisés. De cette manière, on pourra toujours changer le code pour ajouter ou éliminer différents types différent des traitements, à dépendre des besoins du client.

Le logiciel utilise la bibliothèque OpenCV pour capturer des images à partir d'une caméra et les traiter en utilisant différents programmes sur plusieurs processeurs, à l'aide de OpenMPI. Le programme principal s'exécute sur le processus 0, où il capture les images, les

redimensionne et les envoie à tous les autres processus. Les autres processus, chacun exécutant un programme différent, reçoivent les images, les transforment en un tableau numpy et effectuent leur propre traitement spécifique au programme. Les différents programmes inclus sont `p2_function.py`, `p3_function.py` et `yolo.py`. Le processus 1 utilise le programme `p2_function.py`, le processus 2 utilise le programme `p3_function.py` et le processus 3 utilise le programme `yolo.py`. Les processus s'exécutent indéfiniment jusqu'à ce qu'une touche soit pressée pour fermer le programme.

## Logiciels de Détection des Couleur et Mouvement

Pour faire les traitement de l'image pour aider la détection de la cible, le logiciel intégrateur peut se servir de quelques programmes:

- **p2\_function.py** (programme 2 de l'année dernière refactorisé)

Ce programme utilise la bibliothèque OpenCV pour détecter et tracer un cercle autour d'objets qui correspondent à une certaine plage de couleurs spécifiée. Il commence par définir la plage de couleurs à détecter en termes de limites inférieures et supérieures dans l'espace de couleur HSV, puis convertit une image donnée en espace de couleur HSV et applique un flou pour réduire le bruit. Ensuite, il crée un masque pour filtrer tous les pixels de l'image qui ne correspondent pas à la plage de couleurs spécifiée. Le programme trouve les contours des objets dans le masque filtré et trace un cercle autour de l'objet avec le plus grand contour (supposé être l'objet recherché). Finalement, l'image d'origine avec le cercle tracé est affichée.

- **p3\_function.py** (programme 3 de l'année dernière refactorisé)

Le programme prend une image en entrée, la convertit en image YUV, puis la floute et la divise en trois canaux de couleurs : Y, U et V. Les canaux U et V sont convertis en images en niveaux de gris, puis sont chacun transformés à l'aide de tables de correspondance de couleur (LUT) pour créer des images YUV. Le programme utilise ensuite un seuillage pour isoler les pixels de l'image V qui ont une valeur comprise entre 127 et 128, puis applique des opérations d'érosion et de dilatation pour éliminer les petits artefacts. Enfin, le programme trouve le plus grand contour de l'image seuillée et dessine un rectangle autour de celui-ci sur l'image d'entrée. Le résultat final est affiché dans une fenêtre de sortie en temps réel.

- **yolo.py**

Ce programme utilise la bibliothèque OpenCV pour effectuer la détection d'objets dans une image à l'aide de YOLOv3 (You Only Look Once version 3). Tout d'abord, il charge les noms de classes et attribue des couleurs aléatoires à chacune d'elles. Ensuite, il charge les fichiers de configuration et de poids du modèle YOLOv3, crée un objet réseau et définit les couches de sortie. La fonction "yolo\_function" est définie pour effectuer la détection d'objets sur une image donnée. Cette fonction prend une image en entrée et retourne une image avec des boîtes englobantes autour des objets détectés avec une probabilité de détection supérieure à 50%. Les boîtes englobantes sont accompagnées d'étiquettes indiquant le nom de la classe et la probabilité de détection. Enfin, le programme affiche l'image résultante avec les boîtes englobantes et les étiquettes.

De plus, il y a deux autres programmes qui peuvent être utilisés dans le traitement d'image (**programme\_1.py** et **sparse\_optical\_flow.py**) qui ont été développés par l'équipe de l'année dernière, par contre ils n'ont pas été utilisés dans le projet de cet année une fois qu'ils ne marchent pas très bien.

Pour avoir plus de détails sur les logiciels développés et aussi la procédure pour les faire marcher, une documentation a été rédigée et est présent dans le README du fichier du projet.

## 8 Maîtrise du Projet

On est globalement satisfait de la manière dont la communication a été gérée tout au long du projet. Nous avons eu des réunions hebdomadaires régulières pour faire le point sur l'avancement du projet et identifier les éventuels problèmes à résoudre. Nous avons également utilisé des outils collaboratifs pour faciliter le travail à distance et la coordination entre les membres de l'équipe. Une matrice RACI a été mise en place au début du projet pour définir clairement les responsabilités de chacun, ce qui a permis d'éviter des malentendus et des conflits.

En fin de projet, je n'ai identifié aucun problème majeur de communication. L'équipe a travaillé efficacement et a été en mesure de surmonter les obstacles rencontrés. Le retour d'expérience a été très positif, car l'utilisation d'outils collaboratifs et la définition claire des responsabilités ont permis d'optimiser le travail en équipe et d'améliorer la productivité. En revanche, certaines réunions ont pu être considérées comme une perte de temps, car parfois d'une semaine à l'autre le projet n'avait pas trop avancé.

Malheureusement, même si nous avons réussi à livrer les programmes fonctionnels, nous n'avons pas pu effectuer les tests finaux d'intégration avec le drone en raison de la perte de membres de l'équipe en janvier. Cela a été un point de stress important pour l'équipe car nous voulions nous assurer que le projet était entièrement fonctionnel avant de le livrer au client. Nous avons cependant appris de cette expérience et pris des mesures pour nous assurer que la prochaine équipe pourra faire ces tests (documentation et explication des prochain étapes du projet).

## 9 - Prochains étapes pour le groupe suivant (suggestions)

La plus important serait de prendre les logiciels développés et les faire fonctionner dans vos propres machines, pour après faire des tests avec le drone en contact avec la gendarmerie. C'est important de savoir que le drone envoie les données à un récepteur, qui est connecté par un câble HDMI dans une télévision, alors notre idée était d'utiliser ce câble dans un ordinateur via une carte d'acquisition vidéo et recevoir ces données à partir du logiciel intégrateur.

Ensuite, étudier comment utiliser le YOLO d'une manière plus optimisée, une fois que cette application est très puissante, ou en changeant la version utilisée ou en essayant de paralléliser la tâche.

## 10 - Synthèse Globale

Le projet SEDRO a été une expérience très enrichissante pour notre équipe. Nous avons pu acquérir une expertise considérable en matière de détection d'objets en Python, de programmation parallèle avec Open\_MPI, de techniques de gestion de projets, ainsi que de relations avec le client grâce aux nombreuses réunions que nous avons eues avec la Gendarmerie. Nous sommes fiers d'avoir pu livrer des programmes fonctionnels malgré les difficultés rencontrées lors des tests finaux avec le drone. Nous avons appris beaucoup de choses sur nous-mêmes en tant qu'équipe, sur notre capacité à travailler ensemble et à résoudre des problèmes complexes. Nous sommes convaincus que ces compétences seront précieuses pour nos projets futurs.