



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mohamed Khider – BISKRA  
Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie  
**Département d'informatique**

N° d'ordre : **IVA9** /M2/2018

## **Mémoire**

Présenté pour obtenir le diplôme de master académique en

# **Informatique**

Parcours : **Image et vie Artificielle**

---

## **Suivi multi objets dans une séquence d'images**

---

Par :

**Zebila Asma**

Soutenu le 26 juin 2018, devant le jury composé de :

BAHI Naima

Docteur

Président

BENAMEUR Sabrina

Maitre de conférences A

Rapporteur

ZERARI Abdelmoumen

Maître de conférences B

Examineur

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail  
À mes très chers parents  
À mon cher frère et Mes chères sœurs,  
Et à toute ma famille  
Je le dédie aussi à  
Mes amis et collègues,  
À tous ceux qui m'ont encouragé et tous les  
étudiants de ma promotion.*

*Asma...*

# *Remerciement*

*En premier lieu, je remercie Dieu de  
M'avoir donné la force et le courage pour  
Accomplir ce travail et la joie que me*

*Procure sa réussite.*

*Au terme de ce travail je tiens tout d'abord à  
exprimer ma profonde*

*Gratitude à mon cher encadreur Madame **Benameur  
Sabrina.***

*Qui m'a guidé tout au long de ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent à tous les membres  
du jury pour*

*L'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant.*

# Sommaire

1	Le suivi d'objet (Concepts de base).....	4
1.1	Introduction.....	4
1.2	La séquence d'image.....	4
1.3	Concepts de base sur le suivi d'objets .....	5
1.3.1	Détection d'objets (définition et méthodes) .....	5
1.3.2	Classification (définition et méthodes) .....	11
1.3.3	Suivi d'objets en mouvement (tracking/définition et méthodes)...	14
1.3.4	Méthode de suivi des objets .....	15
1.3.6	Suivi de noyaux (Kernel Tracking).....	18
1.3.7	Suivi de silhouettes (Silhouette Tracking) .....	19
1.4	Les Domaines d'application du suivi d'objet .....	20
1.5	Travaux antérieurs .....	22
1.6	Les problèmes de suivi des objets .....	23
1.6.1	Difficultés.....	23
1.6.2	L'initialisation .....	24
1.6.3	L'occultation .....	25
1.7	Le suivi de plusieurs objets .....	25
1.8	Conclusion.....	25
2	L'histogramme d'une image.....	27
2.1	Introduction.....	27
2.2	Principe de l'histogramme .....	27
2.3	Quelles informations peut on rapidement lire sur un histogramme ?.....	28
2.4	Types d'histogramme .....	28
2.4.1	Histogrammes des images en niveaux de gris.....	28
2.4.2	Histogramme des images couleurs.....	28
2.5	Savoir utiliser les histogrammes R, VetB pour contrôler la saturation. ....	29

2.6	Savoir utiliser les histogrammes pour contrôler la postérisations.....	30
2.7	Égalisation d'histogramme .....	31
2.8	Histogramme cumulé .....	32
2.9	Comparaison d'histogramme .....	33
2.9.1	Comparaison d'histogramme avec OpenCV .....	33
2.9.2	Comparaison d'histogrammes par les méthodes classiques .....	35
2.10	Conclusion.....	36
3	Conception et implémentation.....	39
3.1	Introduction.....	39
3.2	La conception .....	39
3.3	L'implémentation .....	39
3.4	Conception du système .....	39
3.6	Conception détaillée du système.....	41
3.7	L'implémentation du système .....	44
3.8	Environnement de développement .....	44
3.9	Microsoft Visual Studio 2013.....	45
3.9.1	Visual Studio.....	45
3.9.2	OpenCV.....	45
3.10	Algorithmes et structures de données.....	46
3.10.1	Algorithmes.....	48
3.11	Interface du Microsoft Visual Studio 2013 .....	49
3.11	Conclusion.....	57

# Table Des Figures

<b>Figure 1.1 :</b> Exemple d'une séquence d'image.....	5
<b>Figure 1.2. :</b> Les Étapes de base pour le suivi d'un objet.....	6
<b>Figure 1.3 :</b> Les méthodes de base pour la détection d'objet.....	7
<b>Figure 1.4 :</b> Un exemple de la différence temporelle.....	8
<b>Figure 1.5 :</b> (a) Images de référence, (b) Images courantes à l'instant t et (c) cartes binaires des pixels en mouvement.....	9
<b>Figure 1.6 :</b> (a) Images de référence, (b) Images courantes à l'instant t et (c) cartes binaires des pixels en mouvement.....	10
<b>Figure 1.7 :</b> Exemple soustraction de fond.....	10
<b>Figure 1.8 :</b> Les méthodes de classification d'objet.....	13
<b>Figure 1.9 :</b> Les méthodes de suivi d'objets.....	17
<b>Figure 1.10 :</b> La représentation d'objet par des points.....	17
<b>Figure 1.11 :</b> Les étapes de base de filtre de Kalman.....	18
<b>Figure 1.12 :</b> La représentation d'objet par le noyau.....	20
<b>Figure 1.13 :</b> La représentation d'objet par la silhouette.....	20
<b>Figure 1.14:</b> Reconnaissance et le comptage des personnes.....	22
<b>Figure 1.15:</b> La sécurité et le suivi de trajectoire des personnes.....	22
<b>Figure 1.16 :</b> La détection des véhicules ou la surveillance d'autoroutes. ....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
<b>Figure 2.1. :</b> Principe d'un histogramme.....	29
<b>Figure 2.2. :</b> Exemple d'histogrammes pour une même image "plus ou moins bien exposée".....	30
<b>Figure 2.3. :</b> Image colorée correspondant à des histogrammes différents pour chaque composante.....	31
<b>Figure 2.4. :</b> Histogrammes RVB pour détecter une composante saturée.....	31
<b>Figure 2.5. :</b> Apparition de raies dans les histogrammes, à cause d'une compression trop poussée.....	32
<b>Figure 2.6. :</b> La courbe tonale correspondant à l'égalisation de l'histogramme, elle dépend totalement de l'image.....	33
<b>Figure 3.1. :</b> Schéma général de système.....	40

<b>Figure 3.2. :</b> Conception générale du système.....	41
<b>Figure 3.3. :</b> Conception détaillée de notre système de suivi.....	43
<b>Figure 3.4. :</b> Environnement de développement.....	45
<b>Figure 3.5. :</b> Interface du Microsoft Visual Studio.....	49

## Introduction générale

La vision par ordinateur est une branche de l'intelligence artificielle, dont le but est de permettre à une machine de comprendre ce qu'elle «voit » lorsqu'on la connecte à une ou plusieurs caméras. Elle peut servir entre autre à la reconnaissance de formes, qui consiste à reconnaître une forme dans une image après l'avoir enregistrée. Avec la généralisation de l'utilisation des images numériques, l'analyse du mouvement dans les vidéos s'est révélée être un outil indispensable pour des applications aussi diverses que la vidéo surveillance, la compression vidéo, l'imagerie médicale, la robotique, l'interaction homme machine, l'analyse de séquences sportives...etc.

En effet, les zones de mouvement d'une séquence d'images correspondent souvent à des événements sur lesquels un système de vision doit se focaliser. [Bug11] L'analyse du mouvement est un vaste sujet qui englobe un certain nombre de problématiques [Hac16] :

- la détection des objets en mouvement, c'est-à-dire la détection d'un ensemble de régions d'intérêt en mouvement dans la scène observée,
- le suivi de primitives ou de régions, dont le but est de déterminer la position de chaque primitive ou région dans l'image à chaque instant

La problématique détection des objets en mouvement, est en général une première étape pour des outils automatiques de vision par ordinateur. Ces outils peuvent avoir pour vocation, soit uniquement de détecter, soit de détecter et reconnaître, soit de détecter et suivre des objets pour, par exemple, analyser le comportement ou la trajectoire de ces objets. L'autres problématiques est aussi importante et nécessite la mise en place de méthodes simples et robustes. Tous ces sujets font l'objet d'un grand nombre de travaux, mais il n'existe pas, à l'heure actuelle, d'algorithmes aboutis s'adaptant à n'importe quelle situation.

Nous avons donc, à travers ce projet conçu et implémenté un système de détection et de suivi des objets dans une séquence d'images, pour ce faire nous avons implémenté une méthode basée sur l'histogramme des couleurs de l'objet considéré.

### **Organisation du Mémoire :**

Nous décrivons dans ce paragraphe les grandes lignes de l'organisation de ce mémoire.

Dans le premier chapitre, nous présenterons les concepts de base sur le suivi d'objets (la Détection, la Classification et le suivi d'objets), ses définitions et les méthodes de chaque concept. Par la suite nous allons citer les domaines d'application

et quelques travaux antérieurs, ainsi que les problèmes de suivi des objets et les moyens de les résoudre.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude de tout ce qui concerne les histogrammes à savoir son principe, ses types et sa normalisation, ainsi que les facteurs de comparaison d'histogrammes.

Dans le troisième chapitre, nous décrirons la conception générale et détaillée de notre système. Nous détaillerons ensuite les algorithmes implémentés et les structures de données utilisées, les résultats obtenus ainsi qu'une évaluation sont illustrés à la fin du chapitre.

Une conclusion ainsi que des perspectives à ce travail sont présentées à la fin de ce mémoire.

# Chapitre 1 : Le suivi d'objet (Concepts de base)

## 1.1 Introduction

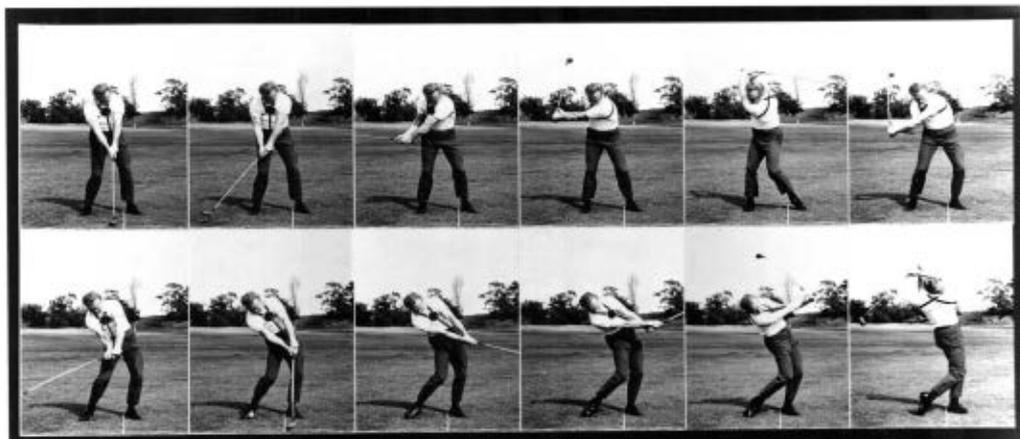
Le suivi d'objets est une tâche fréquemment rencontrée en vision par ordinateur et la littérature sur le suivi de personnes est abondante. L'idée de base du suivi est de pouvoir suivre un objet (pas forcément connu au départ) le plus longtemps possible. Intuitivement, suivre un objet dans une séquence d'image, c'est être capable de localiser cet objet dans chaque image et de le caractériser.

L'objectif du suivi est d'inférer un certain nombre de paramètres (information de taille, d'orientation, de couleur, de forme) relatifs à l'état de l'objet d'intérêt afin de pouvoir le localiser, déterminer sa trajectoire et le caractériser dans chacune des images de la séquence.

Ce chapitre sera consacré à la définition d'un ensemble de concepts de base relatif au suivi d'objets

## 1.2 La séquence d'image

Une séquence d'images est une succession d'images bidimensionnelles qui montre l'évolution temporelle d'une scène. La cadence est de 25 images par seconde, ce qui correspond au seuil à partir duquel l'œil humain perçoit la séquence comme un stimulus continu, grâce à la persistance rétinienne. Par la suite, nous appellerons « trame », « frame » ou « plan » chaque image bidimensionnelle correspondant à un instant donné de la séquence [Mja12].



**Figure 1.1** : Exemple d'une séquence d'image [Mja12].

### 1.3 Concepts de base sur le suivi d'objets :

Les applications de suivi d'objets nécessitent le passage par trois étapes principales qui sont illustrées dans le schéma suivant :

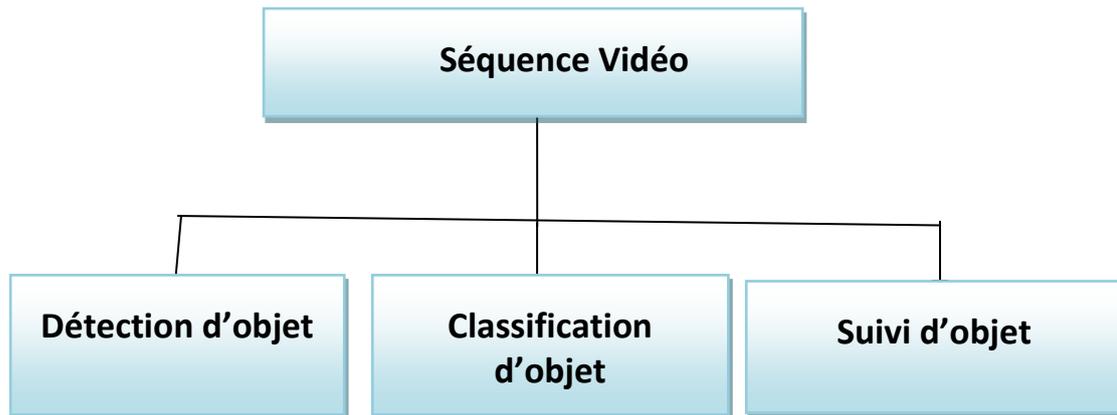


Figure 1.2. : Les Étapes de base pour le suivi d'un objet

#### 1.3.1 Détection d'objets (définition et méthodes) :

La détection d'objet dans le cadre d'une séquence vidéo comprend la détection d'objets et la reconnaissance de formes. Un mécanisme de détection d'objet est donc nécessaire dans n'importe quel procédé de suivi.

La détection du mouvement constitue la première étape d'un système de vidéosurveillance, elle consiste à distinguer les zones fixes et mobiles d'une scène, et permet de détecter les objets mobiles sur la scène. C'est une étape critique et difficile car elle doit être robuste aux variations de la luminosité de la scène et la présence des ombres.

##### 1.3.1.1 Objectif :

La détection de mouvement a pour but de décider quelles parties des images (pixels ou régions) correspondent à des objets mobiles (c'est-à-dire identifier dans chaque image les pixels ayant bougé). Il s'agit donc d'une détection binaire.

- $J(x, y, t) = |I(x, y, t) - I(x, y, t-1)|$  ou
- $J(x, y, t) = |I(x, y, t) - I_{ref}(x, y, t-1)|$
- **Si** :  $J(x, y, t) \neq 0$  alors le pixel a bougé
  - **Sinon** : pas de mouvement. [Bug11]

### 1.3.1.2 Suivi vs détection :

**Moeslund** propose une taxonomie qui différencie le suivi du mouvement sur une séquence d'images et les techniques se limitant à la détection de posture sur une ou plusieurs images fixes à un instant donné. Les premières reposent sur une analyse spatio-temporelle du/des flux de données tandis que la détection est complètement indépendante du temps et se focalise sur l'analyse d'une seule et unique image. [Bnc11]

### 1.3.1.3 Méthode de détection d'objets :

Plusieurs méthodes ont été proposées pour la détection d'objets, elles ont été classées selon le schéma suivant :

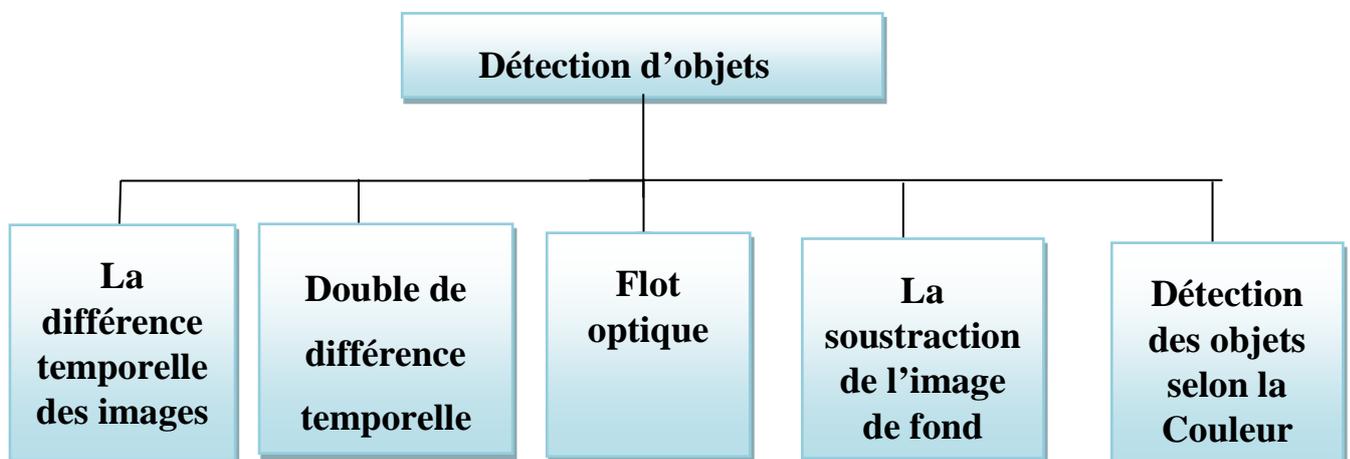
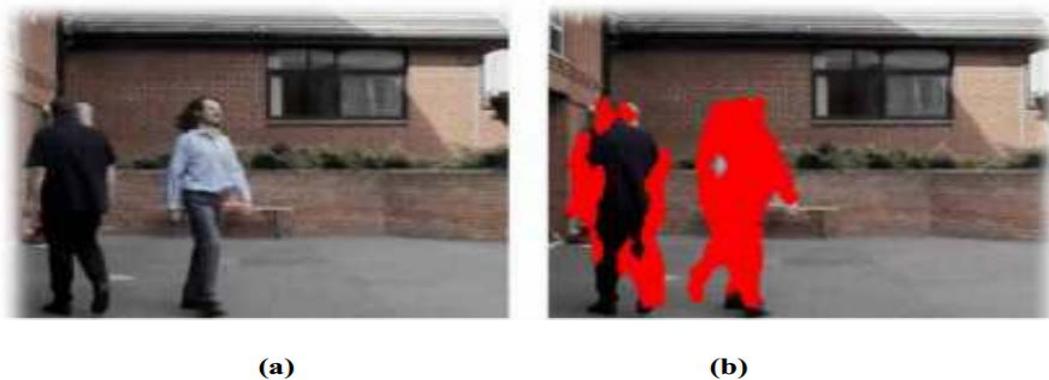


Figure 1.3 : Les méthodes de base pour la détection d'objet.

Dans ce qui suit nous allons présenter ces méthodes :

### 1.3.1.4 La différence temporelle des images :

La différence temporelle détecte la région de mouvement grâce à la différence de pixel par pixel de deux frames consécutifs dans un flux vidéo. Cette méthode adapte le changement de la scène. Mais elle est moins efficace parce que dans une durée du temps  $\Delta t$ , on peut détecter seulement une partie d'objet, par exemple : la main, la tête etc. Et le vide (la région où l'objet s'est déplacé) est aussi détecté. Dans ce cas, il est très difficile d'extraire des propriétés de mouvement (la taille, la position, la vitesse etc.) et de suivre le mouvement. [Hac16]



**Figure 1.4 :** Un exemple de la différence temporelle. [Hac16]

**(a) : une scène simple avec deux objets, (b) : les régions rouges sont la différence entre deux images consécutives**

L'idée principale de cette méthode : Soit  $I_t$  l'image à l'instant  $t$  et  $I_{t-1}$  l'image à l'instant  $t-1$ . L'objet en mouvement se compose des pixels qui satisfont l'équation suivante :

$$\max (| I_t(x, y) * c - I_{t-1}(x, y) * c |, c=(R,G,B)) \geq \text{seuil}$$

Cette méthode peut être améliorée de la façon suivante : [Hac16]

Soit  $I_m$  la moyenne de  $N$  dernières images à l'instant  $t$ . L'objet en mouvement se compose des pixels qui satisfont l'équation suivante :

$$\max (| I_t(x, y) * c - I_m(x, y) * c |, c=(R,G,B)) \geq \text{seuil}$$

La moyenne de  $N$  images à l'instant  $t + 1$  est mise à jours :

$$I_{t+1}(x, y) * c = \alpha I_t(x, y) * c + (1-\alpha) I_m(x, y) * c, c=(R, G, B).$$

Où  $\alpha \in (0,1)$  est une constante et est décidé par la pratique.

### 1.3.1.5 Double de différence temporelle et caractère de contour :

Cette méthode utilise aussi la différence de pixel par pixel des trames consécutives dans un flux vidéo comme la 1ère méthode. Mais elle utilise trois trames consécutives. De cette façon le résultat sera mieux que celui de la 1ère méthode, tandis qu'elle adapte aussi le changement de la scène. L'idée principale de cette méthode est : Soit  $I_t$  l'image à l'instant  $t$ ,  $I_{t-1}$  l'image à l'instant  $t-1$  et  $I_{t-2}$  l'image à l'instant  $t-2$ . L'objet en mouvement se compose des pixels qui satisfont l'équation suivante : [Hac16]

$$I_1(x, y) = \max (| I_t(x, y) * c - I_{t-1}(x, y) * c |, c=(R,G,B)) \geq \text{seuil}$$

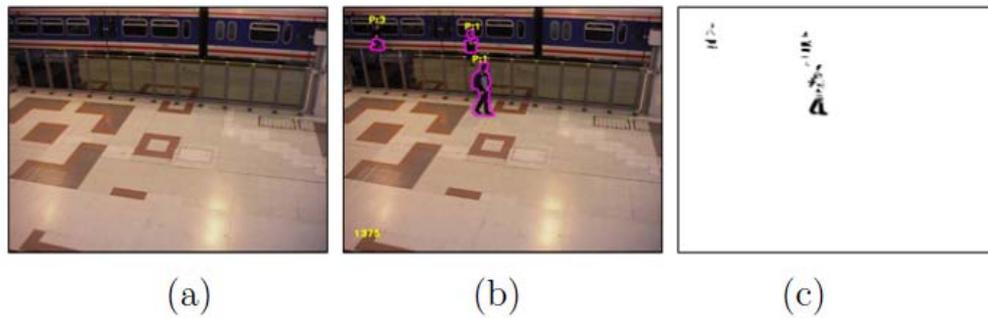
$$I_2(x, y) = \max (| I_{t-1}(x, y) * c - I_{t-2}(x, y) * c |, c=(R,G,B)) \geq \text{seuil}$$

$$I_{\text{résultat}}(x, y) = I_1(x, y) I_2(x, y).$$

### 1.3.1.6 Méthode du flot optique :

L'estimation du mouvement apparent dans une séquence d'images s'appuie nécessairement sur une hypothèse de conservation de certaines propriétés photométriques des objets filmés. Les seules propriétés que l'on peut attribuer à un point pris isolément sont l'intensité lumineuse et, éventuellement, la couleur. [BT08]

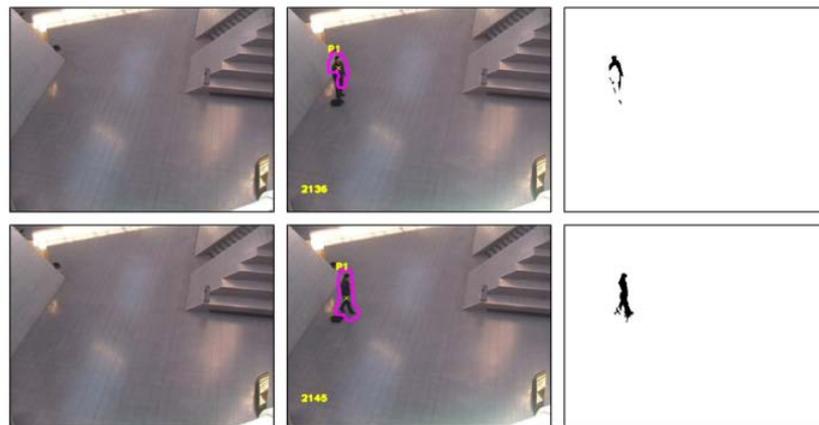
La méthode de flot optique consiste à calculer le champ de flot optique d'image, et faire un traitement de regroupement selon les caractéristiques de distribution de flot optique de l'image (puisque l'intensité de chaque objet est conservée pour chaque objet). [KK13]



**Figure 1.5 :**(a) Images de référence, (b) Images courantes à l'instant t et (c) cartes binaires des pixels en mouvement. [Ben17]

### 1.3.1.7 La Soustraction de l'arrière-plan :(Background soustractions)

La soustraction de l'arrière-plan est l'opération qui suit logiquement la modélisation de l'arrière-plan afin d'obtenir une détection de mouvement. Si le modèle de l'arrière-plan est une image, une différence en valeur absolue entre ce modèle et l'image courante est effectuée afin d'obtenir une détection de mouvement. [Mja12]



**Figure 1.6 :**(a) Images de référence, (b) Images courantes à l'instant t et (c) cartes binaires des pixels en mouvement. [Ben17]

Cette méthode est très populaire, elle est utilisée par plusieurs applications. Elle permet de détecter la région en mouvement en soustrayant pixel par pixel l'image de fond de l'image courante. [Hac16]



**Figure 1.7 :** Exemple soustraction de fond. [Hac16]

Soit  $I_t$  l'image à l'instant  $t$ .  $B_t$  est l'image de fond à l'instant  $t$ . L'objet en mouvement se compose des pixels qui satisfont l'équation suivante :

$$\max (| I_t(x, y)*c - B_t(x, y)*c|, c = (R,G,B)) \geq S(x, y)$$

Où  $S_t(x, y)$  est le seuil de la position  $(x, y)$  à l'instant  $t$ . [Hac16]

#### 1.3.1.7.1 Création d'image de fond :

Il existe trois manières pour créer l'image de fond :

- Le calcul de moyenne de  $N$  premières images.
- Choisir l'image de fond qui a peu de changement ou qu'il n'a pas de mouvement pendant une longue durée.
- Choisir la première image dans le flux vidéo. [Hac16]

#### 1.3.1.8 Méthode de détection des objets selon la Couleur :

Cette méthode est basée sur la couleur d'objets détectés. Dans un premier temps il faut lire la valeur de la couleur de chaque pixel (en rouge, vert et bleu). Puis faire un test sur le pixel, suivant la couleur à détecter (le rouge, le vert et le bleu doivent être dans l'intervalle de seuil imposé) [Hac16]

<b>Méthodes</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>

<b>couleur</b>	mettre en œuvre, il suffit de reconnaître une couleur qui ressort par rapport au reste de l'image.	couleur ( $256^3$ ) il faut alors avoir une grande base de données puis choisir ou définir à chaque fois la couleur souhaitée ce qui sous-entend que ces valeurs soit connues.
----------------	--	--

Tableau 1-1 : Avantages et inconvénients des méthodes de détection d'objet

### 1.3.2 Classification (définition et méthodes) :

#### 1.3.2.1 Classification d'objet :

L'objet peut être classé comme un véhicule, un oiseau, les nuages flottants et d'autres objets en mouvement. Il existe plusieurs approches de classification des objets tels que la classification basée sur la forme, la classification basée sur le mouvement, la classification basée sur la couleur et la classification basée sur la texture. [Ben17]

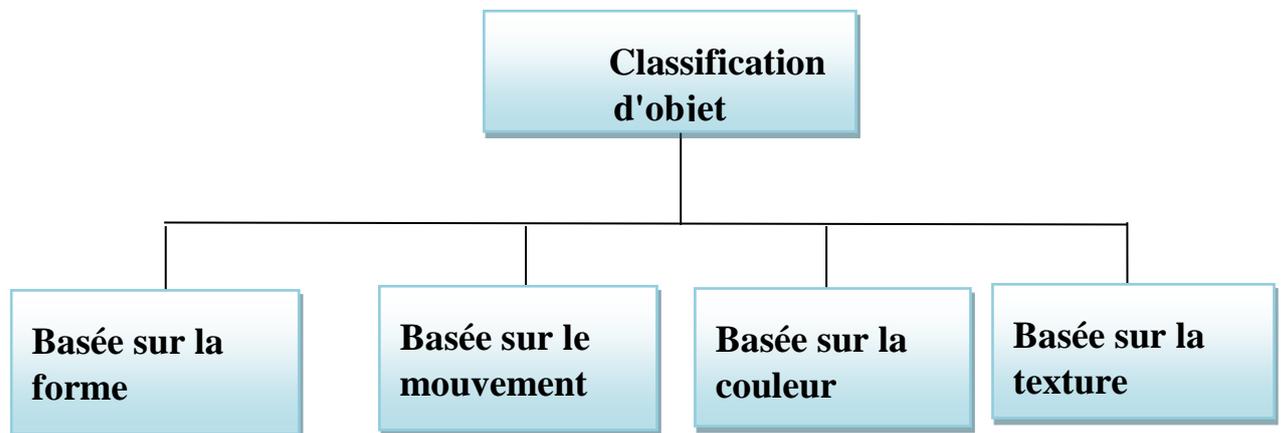


Figure 1.8 : Les méthodes de classification d'objet.

#### 1.3.2.2 Méthodes de classification d'objet :

Les régions de mouvement extrait peuvent être de différents types d'objets tels que les humains, les véhicules, les oiseaux, les nuages flottants, les arbres balançant et d'autres objets en mouvement. C'est pourquoi nous utilisons les caractéristiques de forme des régions de

mouvement [RP13]. Selon la littérature les approches de classification des objets sont les suivants :

### 1.3.2.3 Classification basée sur la forme

Il existe différentes descriptions pour les informations de forme de mouvement des régions telles que les représentations de points, des boites qui sont disponible pour classer les objets en mouvement. Les caractéristiques d'entrée sont un mélange de paramètres d'objet basé sur l'image et basé sur la scène. La classification est effectuée sur chaque objet à chaque frame [PT13] et les résultats sont conservés dans un histogramme.

### 1.3.2.4 Classification basée sur le mouvement :

Le mouvement d'objet non rigide présente une propriété périodique, cela a été utilisé comme un signal fort pour la classification des objets en mouvement. Le flux optique est aussi très utile pour la classification des objets. Le flux résiduel peut être utilisé pour analyser la rigidité et la périodicité des entités en mouvement. Il est prévu que les objets rigides présenteraient peu de flux résiduel tandis qu'un objet en mouvement non rigide tels que l'être humain a un flux résiduel moyen plus élevé et même affiché une composante périodique. [PT13]

### 1.3.2.5 Classification basée sur la couleur :

Contrairement à d'autres caractéristiques de l'image (par exemple la forme), la couleur est relativement constante dans les changements de point de vue et elle est facile à acquérir. Bien que la couleur n'est pas toujours appropriée comme le seul moyen de détecter et de suivre des objets, mais le faible coût de calcul des algorithmes proposés rend la couleur comme une caractéristique souhaitable d'exploiter le cas échéant. Pour détecter et suivre des véhicules ou des piétons en temps réel une technique basée sur l'histogramme de couleur est utilisé. D'après Sankari et al. [SM11] un modèle de mélange de gaussiennes est créé pour décrire la distribution de couleur à l'intérieur de la séquence d'images et de segmenter l'image en arrière-plan et des objets. Les objets en occlusion sont traités en utilisant un tampon d'occlusion.

### 1.3.2.6 Classification basée sur la texture

La technique de classification basée sur la texture [LY11] compte les occurrences d'orientation du gradient dans des parties localisées d'une image et calculées sur

une grille dense de cellules uniformément espacés et utilise une normalisation de chevauchement de contraste local pour une meilleure précision.

Le tableau 2 illustre une étude comparative entre les méthodes de classification d'objet en utilisant la précision et le temps de calcul, cette étude est effectuée par Jae-Yeong Lee et al.

Méthodes	Précision	Temps de calcul	Commentaires
			<p>✓Peut être appliqué avec des modèles appropriés</p> <p>✗ Ne fonctionne pas bien dans les situations dynamiques et elle est incapable de déterminer les mouvements internes</p>
			<p>✓Ne nécessite pas des modèles de motifs prédéfinis</p> <p>✗ Luttés pour identifier un humain qui n'est pas en mouvement</p>
			<p>✓ Fournit une meilleure qualité</p> <p>✗ besoin de temps de calcul supplémentaire</p>
			<p>✓Coût de calcul faible des algorithmes</p>

	Élevé	Élevé	<b>X</b> Pas toujours approprié en raison de faible précision
--	-------	-------	---

**Tableau 1-2** : Etude comparative des méthodes de la classification des objets

### 1.3.3 Suivi d'objets en mouvement (tracking) :(définition et méthodes)

Le tracking est un procédé de localisation d'un (ou plusieurs) objet en mouvement en temps réel en utilisant une caméra. Un algorithme analyse les frames de la vidéo et localise les cibles en mouvement sur la vidéo. La principale difficulté dans les frames successifs, est particulièrement lorsque les objets bouge rapidement par rapport au frame rate. Le suivi peut être défini comme le problème d'approximation de la trajectoire d'un objet dans le plan d'image quand il se déplace dans une scène. Le but de suivi d'objet est de générer la trajectoire d'un objet en trouvant sa position dans chaque image de la vidéo. [Hac16]

### 1.3.4 Méthode de suivi des objets :

De nombreuses approches ont été proposées pour le suivi d'objets. Celles-ci diffèrent essentiellement sur la manière avec laquelle ils abordent les questions suivantes : Quelle est la représentation de l'objet approprié pour le suivi ?, Quelles sont les caractéristiques de l'image qui sont utilisées ? Et comment modéliser l'apparence, le mouvement, et la forme de l'objet ? Les réponses à ces questions dépendent du contexte et de l'environnement dans lequel le suivi est effectué et de l'utilisation finale pour laquelle l'information doit être repérée. [Ben17]

Le suivi peut être défini comme le problème d'approximation de la trajectoire d'un objet dans le plan d'image quand il se déplace autour d'une scène. Le but d'un suivi d'objet est de générer la route pour un objet en trouvant sa position dans chaque image de la vidéo [ZD12]. De nombreuses approches de suivi d'objets ont été proposées. La différence entre ces méthodes réside en partie dans le choix de la représentation et de la forme des objets, des caractéristiques (composantes) de l'image utilisée, de la nature du mouvement estimé, etc. Ce choix dépend de l'application ainsi que de la vidéo traitée.

Yilmaz et al. [YJS06] établissent une classification des méthodes de suivi comme suit :

- Suivi de points (Point Tracking)

- Suivi de noyaux (Kernel Tracking)
- Suivi de silhouettes (Silhouette Tracking)



**Figure 1.9** : Les méthodes de suivi d'objets.

### 1.3.5 Suivi de points

Les objets en mouvement sont représentés par leurs points pendant le suivi, donc chaque objet est représenté par un ensemble de points. Il consiste donc à effectuer une association entre les points qui représentent l'objet détecté dans des images successives en se basant sur l'état de l'objet qui peut être sa position ou son mouvement.



**Figure 1.10** : La représentation d'objet par des points. [Bnc11]

Considérons qu'un objet est représenté par un ensemble de points. Le problème du suivi d'objets peut être formulé comme un problème de mise en correspondance de points. La détection de points peut néanmoins être gênée par plusieurs facteurs :

- Présence de bruit dans les images,
- Les occultations partielles ou totales,
- Les erreurs de détection de points,
- etc.

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour résoudre ces problèmes, dans ce qui suit nous présentons quelques méthodes d'estimation d'état pour le suivi de points. [Bnc11]

### 1.3.5.1 Le filtre de kalman :

Il est basé sur l'algorithme récursif optimal de traitement des données. En d'autres termes, cette méthode suit les objets sur la base des critères choisis pour évaluer la performance. [Sah15]



**Figure 1.11** : Les étapes de base de filtre de Kalman

Le filtre de Kalman tente de découvrir un équilibre entre les valeurs prédites et mesures bruitées. Le filtre de Kalman :

- Est capable de manipuler les bruits.
- il donne toujours des solutions optimales.
- mais il est applicable seulement pour le suivi d'un seul objet.

### 1.3.5.2 Les filtres particulières :

Principe : approcher la densité de filtrage par un échantillon pondéré, cela génère tous les modèles pour une variable avant de passer à la prochaine variable. Cet algorithme a un avantage lorsque les variables sont générées dynamiquement et il peut y avoir de nombreux variables illimités. Il permet aussi de nouvelle opération de ré-échantillonnage [Sah15].

Le filtrage particulière :

- est capable de suivre des objets multiples.
- Il gère également les occlusions.

### 1.3.5.3 Multiple Hypothesis Tracking (MHT)

Dans l'algorithme MHT plusieurs frames ont été observés pour un meilleur suivi. L'itération commence par un ensemble d'hypothèses de piste existantes. Chaque hypothèse est une équipe de pistes séparées. Pour chaque hypothèse, une prédiction de la position de l'objet dans l'image suivante est faite. Les prédictions sont ensuite comparées en calculant une mesure de distance. [Sah15]

MHT est capable de :

- Suivre des objets multiples.
- Gérer, également, les occlusions.
- Calculer des solutions optimales.

### 1.3.6 Suivi de noyaux (Kernel Tracking)

Le mot noyau représente la forme ou l'apparence de l'objet suivi (exp. un modèle de forme rectangulaire ou d'une forme elliptique associé à un histogramme). Les objets sont suivis en calculant le mouvement du noyau dans des images successives. Ce mouvement est souvent de la forme d'une transformation paramétrique comme une translation ou une rotation. [Ben17]

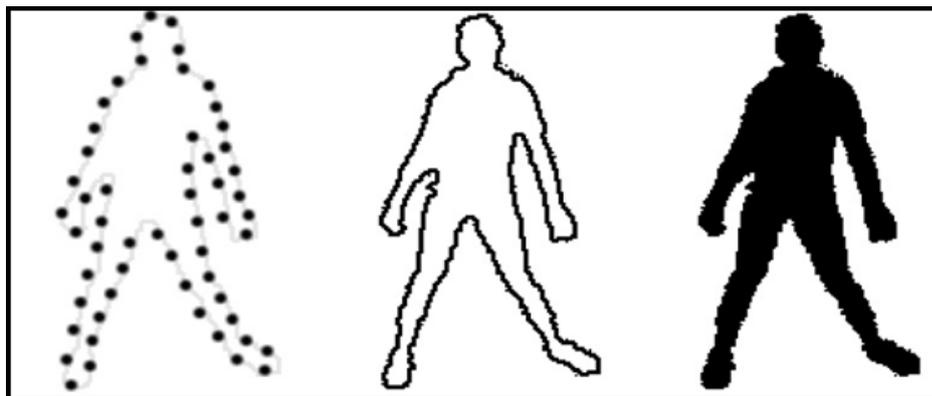
Le suivi de noyaux consiste à suivre un objet représenté par une forme géométrique basique telle qu'un rectangle ou une ellipse. Le mouvement estimé est généralement paramétrique (translation, rotation, etc.).



**Figure 1.12 :** La représentation d'objet par le noyau. [Ben17]

### 1.3.7 Suivi de silhouettes (Silhouette Tracking) :

Certain objets ont une forme complexe comme la main, les doigts, les épaules qui ne peuvent être bien définies par des formes géométriques simples. La représentation d'un tel objet par une silhouette permet de tenir compte précisément de la forme de l'objet. Le suivi dans ce cas effectue une estimation de la région occupée par l'objet dans chaque image en utilisant l'information contenue dans cette région [Ben17] (ex. densité de l'apparence, contour).



**Figure 1.13 :** La représentation d'objet par la silhouette. [Bnc11]

La table 3 illustre quelques avantages et inconvénients des méthodes de suivi d'objet.

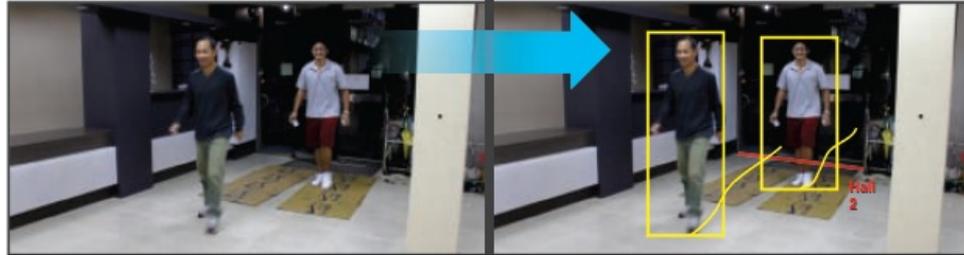
Méthodes	Avantages	Inconvénients
<b>Suivi de points</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Suivre un ou plusieurs objets</li> <li>✓ Gère les occlusions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Problème complexe dans le cas de la présence de bruit dans les images et dans les fausses détections d'objets</li> </ul>
<b>Suivi de noyaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Robuste aux variations d'illumination</li> <li>✓ Capable de traiter l'occlusion partielle de l'objet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Lenteur de la recherche exhaustive</li> <li>✗ Capable de suivre un seul objet.</li> </ul>
<b>Suivi de silhouettes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Segmentation de régions non homogènes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Inefficaces si les images sont bruitées, ou quand le contour n'est pas entièrement à l'intérieur ou à l'extérieur de la région à segmenter</li> </ul>

**Tableau 1-3 :**Avantages et Inconvénients des méthodes de suivi d'objet

### 1.4 Les Domaines d'application du suivi d'objet :

Le suivi d'objets est un problème fréquemment rencontré dans le domaine de la vision par ordinateur. L'augmentation constante de la puissance des ordinateurs, la diminution du coût des caméras et l'augmentation des besoins pour l'analyse de vidéos ont engendré un vif intérêt pour les algorithmes de suivi d'objets. Ainsi, le suivi d'objets est une tâche pertinente dans plusieurs domaines comme :

- ✚ Reconnaissance d'objets (ou de personnes) fondée sur l'analyse du mouvement (e.g. démarche d'une personne, comptage des personnes).



**Figure 1.14:** Reconnaissance et le comptage des personnes. [Sah15]

- ✚ Le suivi est également utilisé dans le domaine médical pour faire de la télé opération.
- ✚ Il est aussi utilisé pour l'indexation de vidéo par l'annotation automatique et la recherche de vidéos dans une base de données multimédia.
- ✚ Navigation de véhicule : calcul de trajectoires et évitement d'obstacles.
- ✚ dans la réalité virtuelle, il permet l'analyse de posture ou le suivi du regard pour des applications de l'interface homme-machine.
- ✚ En télé-détection, le suivi de l'évolution de la couverture au sol permet d'assurer une bonne gestion des ressources et de planifier les activités.
- ✚ Dans le domaine de la sécurité ou de la surveillance, la vidéo est un moyen efficace de détecter des mouvements, de compter et /ou de suivre des personnes, d'identifier des personnes suspectes,.....



**Figure 1.15:** La sécurité et le suivi de trajectoire des personnes. [sah15]



**Figure 1.16** : La détection des véhicules ou la surveillance d'autoroutes. [sah15]

### 1.5 Travaux antérieurs :

Srinivasan et al. [SPS09] tentent de trouver des objets en mouvement en éliminant les images d'arrière-plan à partir d'une séquence vidéo capturée par une caméra dans les systèmes de sécurité (vidéo surveillance). Ils visent à améliorer les techniques d'élimination d'arrière-plan pour les applications de vidéosurveillance intérieure.

Saravanakumar et al. [SVA10] ont proposé un système qui permet de suivre de multiples personnes, le suivi dans ce travail basé sur l'estimation de mouvement et la détection, l'élimination de l'arrière-plan, l'élimination des ombres et la détection d'occlusion, appliquées sur des séquences vidéos capturées dans le laboratoire et testé avec l'algorithme proposé. Les auteurs ont mentionné que cet algorithme fonctionne efficacement dans le cas d'occlusion.

Etienne [ETI11] a proposé une méthode afin d'extraire des motifs spatiotemporels. Ces motifs sont définis à partir de clusters de trajectoires regroupant les déplacements d'objets mobiles de même type et ayant un itinéraire similaire. En intégrant ces motifs dans une base de données inductive, il a été montré qu'il était possible de désigner les déplacements (positions et trajectoires) en temps réels et ainsi d'identifier des comportements inhabituels.

Zhang et al. [ZD12] ont présenté un algorithme de suivi basé sur une élimination d'arrière-plan adaptative. Tout d'abord, un filtre médian est utilisé pour obtenir l'image de l'arrière-plan de la vidéo et élimine les bruits dans la séquence vidéo. Puis un algorithme d'élimination d'arrière-plan est utilisé pour détecter et suivre les objets en mouvement. Les résultats de simulation montrent que l'élimination d'arrière-plan adaptative est utile pour la détection et le suivi des objets en mouvement. De plus l'algorithme de l'élimination d'arrière-plan s'exécute rapidement.

Arunkumar et al. [AMT13] ont présenté une bonne méthode pour détecter les véhicules dans les séquences vidéo (surveillance d'autoroutes). Le processus de détection est divisé en deux étapes: l'étape de génération de région d'intérêt et l'étape de classification.

La première étape, exploite des caractéristiques pour rechercher rapidement l'image entière et de trouver des régions intéressantes qui peuvent contenir le véhicule, pour cela cette méthode utilise les techniques d'apprentissage automatique pour former un système non supervisé, ou les véhicules particuliers sont automatiquement «learned» à partir des séquences vidéo qui utilise un modèle de mélange de fond adaptatif pour identifier les véhicules positifs. Ensuite un classificateur d'exemples entraîné est utilisé pour la détection, dans lequel à la fois la soustraction du fond et le classificateur sont utilisées pour obtenir des résultats très précis tout en ne compromettant l'efficacité. Cette méthode a été testée dans les routes de Mumbai dans diverses situations : dans le jour, la nuit, coucher de soleil et sous haute trafic. La surveillance proposée donne un haut niveau d'exactitude et de précision.

Brougui et Boumaraf [BB15] ont réalisé un système de détection et suivi d'un objet suspect dans le contexte de la vidéosurveillance. Et ceci dans le but de traiter, de façon logicielle, la vidéo captée pour n'en retenir que les données pertinentes pour la sécurité et la détection des situations suspectes en temps réel.

## 1.6 Les problèmes de suivi des objets :

### 1.6.1 Difficultés :

Le suivi d'objets (humains par exemple) est une tâche difficile pour plusieurs raisons particulières :

- Les personnes suivies peuvent avoir des mouvements complexes et difficilement prévisibles ;
- Le corps humain est très articulé ;
- De nombreuses occultations peuvent survenir (de la personne par elle-même, par les autres objets en mouvement ou par des objets de l'arrière-plan) ;
- Des changements d'illumination de la scène peuvent entraîner une non-consistance des valeurs des pixels représentant une personne ;
- L'arrière-plan dynamique (qui contient des objets en mouvement et où les mouvements sont répétitifs ...) ;
- Etc.

Et aussi la difficulté du suivi d'objets dépend de plusieurs facteurs relatifs aux données ou à l'application :

- Perte d'informations causée par la projection d'un monde 3D sur une image 2D
- Présence de bruit dans les images
- Nécessité d'un suivi en temps réel

Comme toute méthode, les méthodes de suivi ont leurs problèmes qui restent toujours un défi pour les chercheurs. Dans ce qui suit nous allons résumer les problèmes rencontrés dans ce domaine. [AS12]

### 1.6.2 L'initialisation :

L'initialisation du processus de suivi est une étape déterminante, tant de la précision que de la robustesse du suivi. Elle peut être : [Bnc11]

- **Manuelle** : On sélectionne dans la première image la région d'intérêt. Lorsque le modèle intègre de l'information provenant du fond de la scène, le modèle obtenu ne sera pas représentatif de l'objet suivi seulement, mais il sera également influencé par l'environnement immédiat de la cible. Il est donc important lors de la sélection manuelle de l'objet de définir une région tout en englobant l'objet d'intérêt.
- **Semi-automatique** : On règle à la main certains paramètres et d'autres se règlent automatiquement. la sélection de la zone d'intérêt se fait à la main, mais les seuils et la sélection du nombre de classes de l'histogramme sont automatiques.
- **Automatique** : En général, L'initialisation automatique est faite lorsque la caméra est statique et l'objet est en mouvement. Elle peut être faite par la méthode de soustraction du fond. L'intérêt majeur de ce type d'approche est la possibilité de faire du suivi sans aucun modèle explicite de l'objet à suivre, ce qui rend cette approche applicable à tout type d'objet.

### 1.6.3 L'occultation :

L'occultation est le recouvrement ou le non-recouvrement d'une surface. Elle est considérée parmi les problèmes les plus difficiles dans un cadre de suivi. Elle peut être produite par l'objet lui-même dans le cas où une partie d'un objet articulé cacherait l'autre partie, par l'arrière-plan lorsqu'un objet fixe de l'arrière-plan cache l'objet d'intérêt qui est en mouvement ou par un autre objet d'intérêt dans une application de suivi de plusieurs objets. [Sah15]

Le choix de la méthode de traitement des occultations est lié par l'origine de l'occultation (est ce qu'il est occulté par lui-même ?, par un objet fixe ou un objet mobile ?) et sa quantité (est ce qu'il est partiellement occulté ou totalement ?). Dans la littérature, les solutions proposées pour la gestion des occultations sont nombreuses. Certains utilisent le suivi par plusieurs caméras pour avoir plus d'information de la scène. Dans le cas d'une seule caméra, d'autres utilisent des modèles d'apparence qui leur permettent de gérer les occultations partielles. D'autres travaux qui font le suivi de plusieurs objets, lors de l'occultation de deux objets, rejoignent les deux pistes associées à ces deux objets pour former une seule est font le suivi de cette piste jusqu'à ce que les objets se séparent.

### 1.7 Le suivi de plusieurs objets :

Une autre difficulté dans le suivi d'objets dans une séquence d'image est le suivi simultané de plusieurs objets, en particulier lorsque deux de ces objets se croisent. En effet, comment identifier correctement les objets pendant et après le croisement surtout s'ils ont les mêmes caractéristiques ? Pour résoudre ce problème, on utilise le mouvement et la direction des objets pour garder la « bonne étiquette » sur les objets qui se croisent. Dans le cas où il n'y aurait pas de changement brutal de direction et où les objets proviennent de directions différentes, le suivi se passe généralement bien. Les cas les plus difficiles qui posent toujours problème sont ceux pour lesquels les objets proviennent de la même direction où dans le cas de changements brutaux de direction des objets. [Bnc11]

### 1.8 Conclusion

A Travers l'ensemble des concepts étudiés dans ce chapitre, nous avons détaillé les notions de base nécessaire pour le suivi d'objets. Nous avons donc présenté les étapes de base pour suivre un objet, tout en décrivant les méthodes existantes de chaque étape de suivi à savoir la détection, la classification et le suivi d'objet. Nous avons cité par la suite les domaines d'application, les travaux antérieurs ainsi que les difficultés de suivi d'objets.

Le chapitre suivant sera consacré à une description des différentes notions liées à la méthode de suivi d'objet par histogramme.

# Chapitre 2 : L'histogramme d'une image

## 2.1 Introduction

Dans de nombreux domaines, tels que l'environnement, l'urbanisme et la médecine notamment, l'image brute n'a aucun intérêt, son analyse est simplement inenvisageable dans cet état : il est nécessaire d'en extraire les régions clefs pour la rendre réellement utile, de la simplifier, de synthétiser l'information contenue dans les différents pixels... C'est pourquoi savoir repérer de façon plus ou moins automatique les zones homogènes de l'image se révèle fondamental. Parmi toutes ces méthodes, aucune n'est parfaite, aucune n'est universellement meilleure que les autres. Alors, comment choisir, dans une situation précise, la méthode la plus adaptée ? [1].

Un histogramme est un graphique statistique permettant de représenter la distribution des Intensités des pixels d'une image, c'est-à-dire le nombre de pixels pour chaque intensité lumineuse. [2]

Tous les logiciels de traitement d'images permettent de visualiser l'histogramme d'une image, et beaucoup donnent même certaines de ses valeurs statistiques : moyenne, écart-type, médiane... L'analyse d'un histogramme peut se révéler intéressante à plusieurs titres : on peut détecter de l'information peu ou pas visible sur l'image, on peut observer la forme de la distribution et en tirer des conclusions sur l'existence ou non de plusieurs classes significatives. [1]

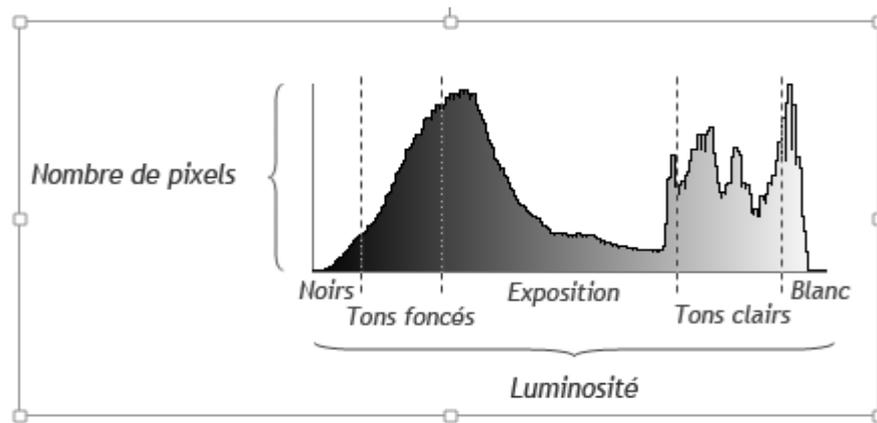
Dans ce chapitre, nous allons définir l'histogramme tout en expliquant les notions fondamentales liées à l'histogramme.

## 2.2 Principe de l'histogramme :

Un histogramme est une courbe statistique indiquant la répartition des pixels selon leur valeur.

L'axe des abscisses (horizontal) indique la luminosité (sombre à gauche, lumineux à droite)

L'axe des ordonnées (vertical) montre la quantité de pixels pour chaque valeur de luminosité. [3]



**Figure 2.1.** : Principe d'un histogramme [3].

Avec Lightroom, les tons sont découpés ainsi:

- Noir: de 0 à 25
- Tons foncés: de 26 à 63
- Exposition : de 64 à 178
- Tons clairs: de 179 à 255
- Blanc: de 230 à 255

## 2.3 Quelles informations peut on rapidement lire sur un histogramme ?

Avec un peu d'habitude vous remarquerez rapidement si :

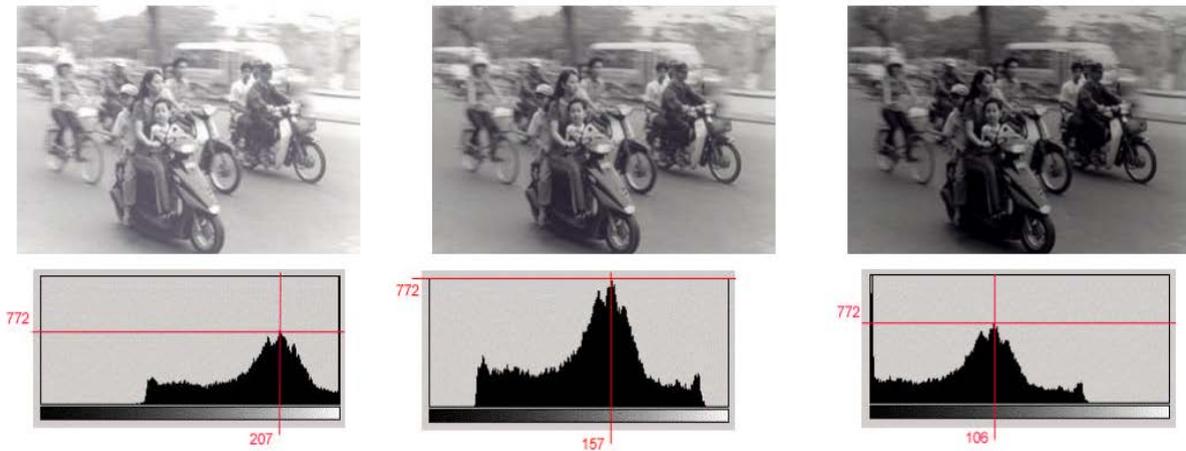
- La photo est bouchée (zones toutes noires).
  - La photo est brûlée (zones toutes blanches).
  - Des couleurs sont trop prononcées (trop saturée ou problème de balance des blancs).
- Il y a postérisations (dégradé violant de couleur).[4]

## 2.4 Types d'histogramme :

### 2.4.1 Histogrammes des images en niveaux de gris

Il indique pour chaque valeur entre le noir (0) et le blanc (255), combien il y a de pixels de cette valeur dans l'image ; en abscisse (axe x) : le niveau de gris (de 0 à 255); en ordonnée (axe y) : le nombre de pixels.

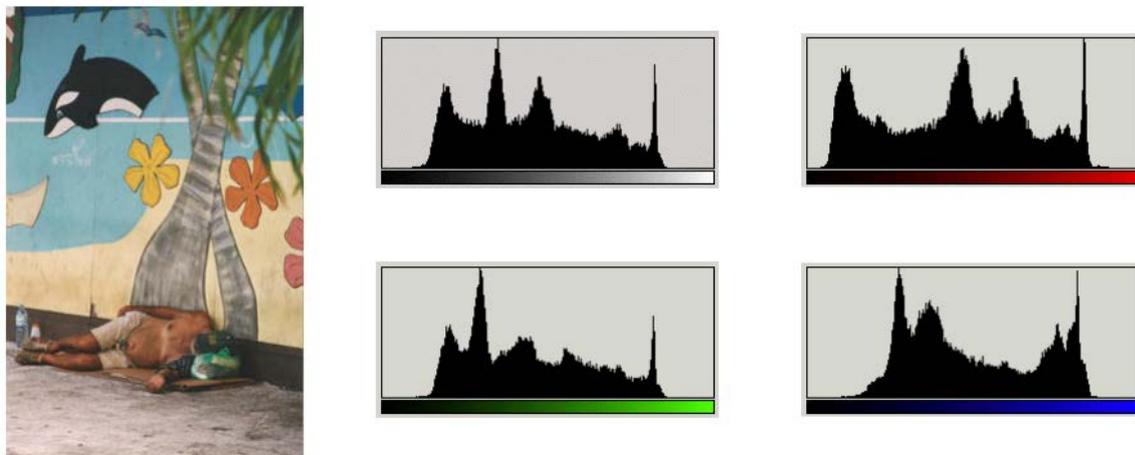
Les pixels sombres apparaissent à gauche de l'histogramme, les pixels clairs à droite de l'histogramme et les pixels gris au centre de l'histogramme. [5]



**Figure 2.2.** : Exemple d'histogrammes pour une même image "plus ou moins bien exposée"[5].

#### 2.4.2 Histogramme des images couleurs

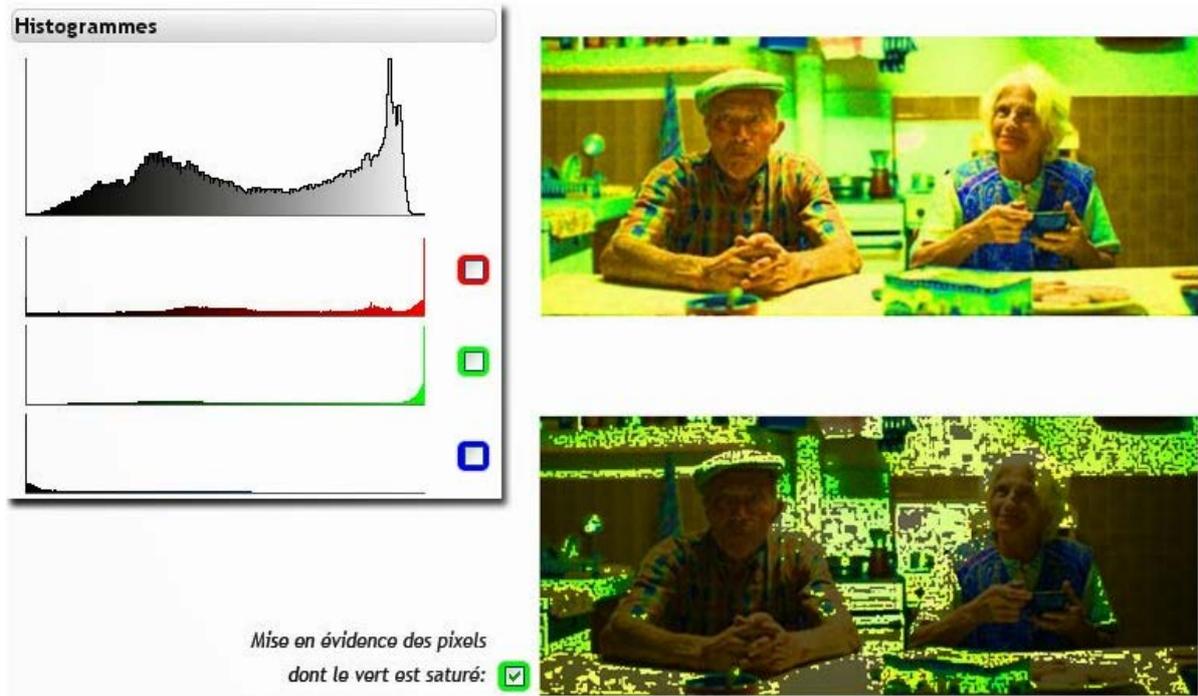
Pour les images couleurs, plusieurs histogrammes sont utilisés, L'histogramme des luminances : les 3 histogrammes de chacune des composantes R, V, B. [5]



**Figure 2.3.** : Image colorée correspondant à des histogrammes différents pour chaque composante. [5]

#### 2.5 Savoir utiliser les histogrammes R, V et B pour contrôler la saturation

Ces histogrammes permettent de détecter si une couleur est saturée (si au moins une de ses composantes bloquée à 255). [4]

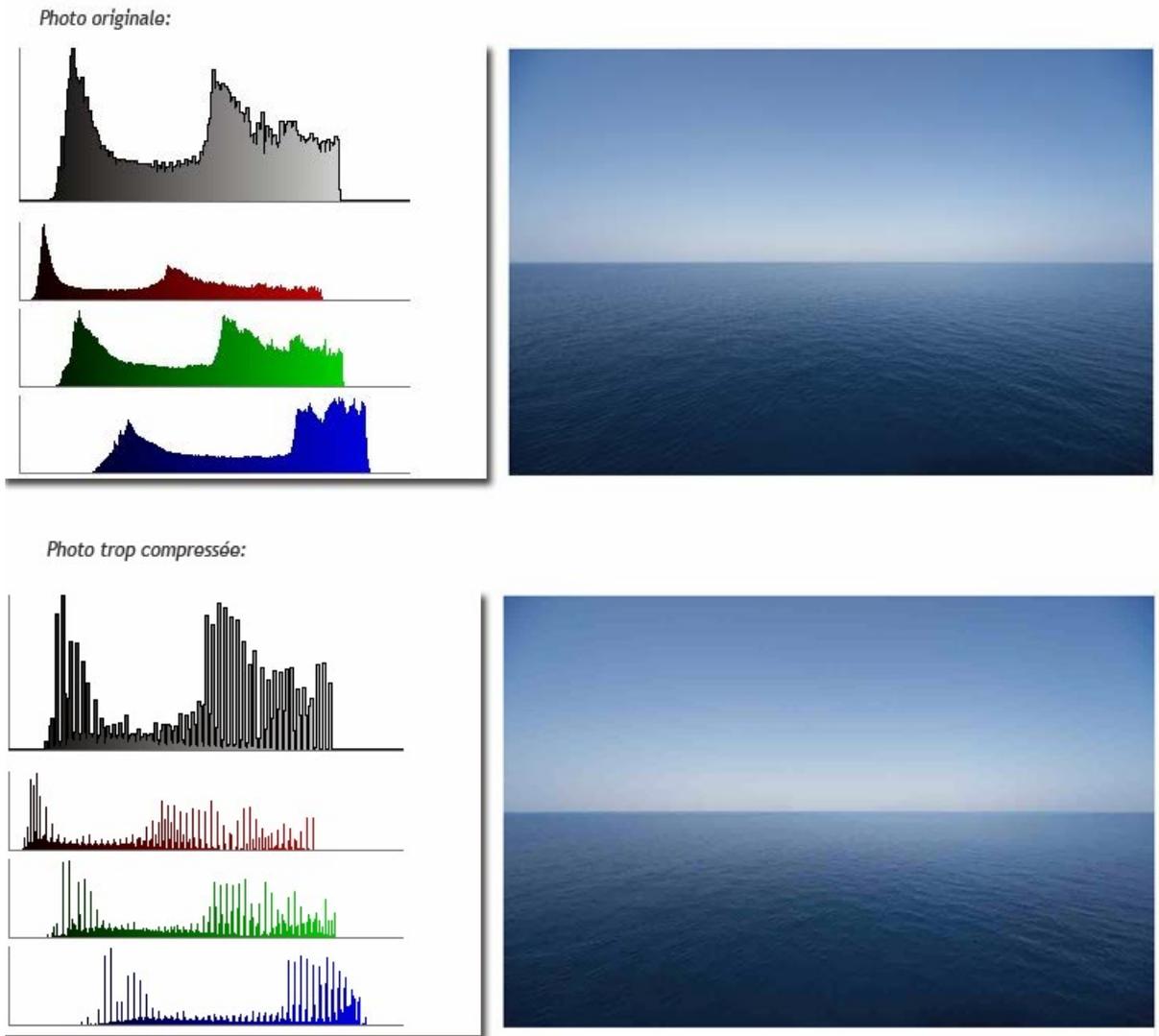


**Figure 2.4.** : Histogrammes RVB pour détecter une composante saturée[4].

Dans cet exemple (une photo saturée) on constate des raies à droite des histogrammes rouge et vert : cela signifie qu'un bon nombre de pixels ont une (voir plusieurs) composante à 255.

## 2.6 Savoir utiliser les histogrammes pour contrôler la postérisations

Peut importer le type d'histogramme, la postérisations saute toujours aux yeux. Une photo est dite "postérisée" lorsque les dégradés manquent sérieusement de subtilité, cela créé un effet "poster" (effet "poster dégueulasse des années 80" plutôt).



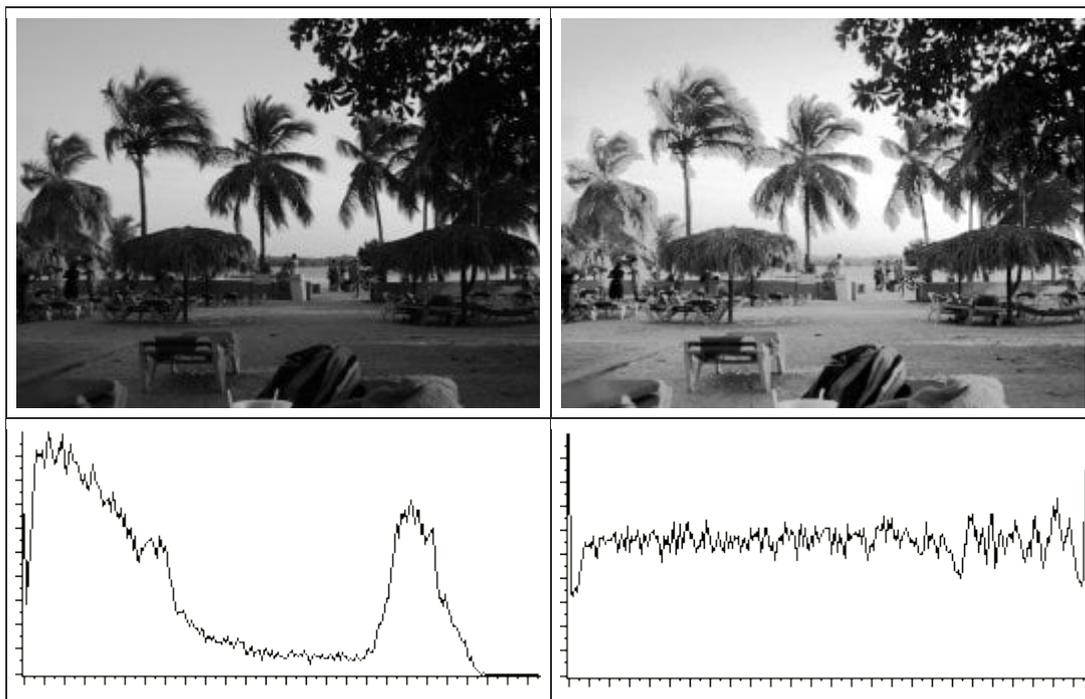
**Figure 2.5.** : Apparition de raies dans les histogrammes, à cause d'une compression trop poussée [4].

Ce phénomène survient lorsque l'on compresse trop une photo. Donc en gros : si vous aviez 10 pixels gris, 10 autre gris clairs et encore 10 autre gris foncés : ils deviennent tous gris moyen, cela va être évident au niveau de l'histogramme où les jolies courbes vont devenir de vilaines raies. [4]

## 2.7 Égalisation d'histogramme :

En traitement d'images, l'égalisation d'histogramme est une méthode d'ajustement du contraste d'une image numérique qui utilise l'histogramme. Elle consiste à appliquer une transformation sur chaque pixel de l'image, et donc d'obtenir une nouvelle image à partir d'une opération indépendante sur chacun des pixels. Cette transformation est construite à partir de l'histogramme cumulé de l'image de départ.

L'égalisation d'histogramme permet de mieux répartir les intensités sur l'ensemble de la plage de valeurs possibles, en « étalant » l'histogramme. L'égalisation est intéressante pour les images dont la totalité, ou seulement une partie, est de faible contraste (l'ensemble des pixels sont d'intensité proches). La méthode est rapide, facile d'implémentation, et complètement automatique, la plupart des outils proposent généralement un outil permettant de faire cette opération automatiquement. [6]



**Figure 2.6. :** La courbe tonale correspondant à l'égalisation de l'histogramme, elle dépend totalement de l'image. [2]

## 2.8 Histogramme cumulé :

Les histogrammes sont en général normalisés, en divisant les valeurs de chaque classe par le nombre total de pixels de l'image. La valeur d'une classe varie alors entre 0 et 1, et peut s'interpréter comme la probabilité d'occurrence de la classe dans l'image. L'histogramme peut alors être vu comme une densité de probabilité. Pour une image  $\{x\}$  en niveaux de gris codée sur niveaux, on définit  $n_k$  le nombre d'occurrences du niveau  $x_k$ . La probabilité d'occurrence d'un pixel de niveau  $x_k$  dans l'image est :

$$p_x(x_k) = p(x = x_k) = \frac{n_k}{n}, \quad 0 \leq k < L$$

Avec  $n$  le nombre total de pixels de l'image, et  $p_x$  définit alors l'histogramme normalisé sur  $[0,1]$ . L'histogramme cumulé, est la somme partielle des probabilités d'occurrence :

$$P(x_k) = \sum_{j=0}^k p_x(x_j)$$

Il peut s'interpréter comme la fonction de répartition associée à la variable aléatoire  $\{x\}$ . L'histogramme cumulé représente la distribution cumulé des intensités des pixels d'une image.

Pour les images couleurs, on peut considérer les histogrammes des 3 composantes indépendamment, mais cela n'est en général pas efficace. On construit plutôt un histogramme directement dans l'espace couleur. Les classes de l'histogramme correspondent désormais à une couleur (ou un ensemble de couleurs, en fonction de la quantification), plutôt qu'à une intensité. On parle alors parfois d'histogramme de couleur.

Un histogramme peut être construit dans n'importe quel espace de couleurs, (RVB, HSV), ou sous-ensemble de cet espace, ainsi que pour les images multispectrales ou hyperspectrales.

Il est également possible de ne calculer l'histogramme que sur une partie de l'image, de forme arbitraire, ou au voisinage d'un point. On parle alors dans ce cas d'histogramme local. [7]

## 2.9 Comparaison d'histogramme :

Le but est de suivre une zone de l'image le long d'une séquence d'image, sous l'hypothèse que son histogramme de couleur est invariant dans le temps. La zone initiale à suivre est caractérisée par un histogramme de couleur. Cet histogramme de référence est construit au début, Au temps  $k$ , l'histogramme de couleur de chaque région (de même taille de la zone à suivre) de l'image  $k$  est comparé avec l'histogramme de référence, afin de détecter la zone à suivre. Pour ce faire il faut calculer la distance entre les deux histogrammes. [1]

### 2.9.1 Comparaison d'histogramme avec OpenCV :

Pour comparer deux histogrammes ( $H_1$  et  $H_2$ ), il faut d'abord choisir une métrique  $d(H_1, H_2)$  pour exprimer à quel point les deux histogrammes correspondent. La bibliothèque OpenCV implémente la fonction `compareHist` pour effectuer une comparaison. Elle propose également 4 mesures différentes pour calculer la correspondance :

**✚ Correlation (CV\_COMP\_CORREL) :**

$$d(H_1, H_2) = \frac{\sum_I (H_1(I) - \bar{H}_1)(H_2(I) - \bar{H}_2)}{\sqrt{\sum_I (H_1(I) - \bar{H}_1)^2 \sum_I (H_2(I) - \bar{H}_2)^2}}$$

Où :

$$\bar{H}_k = \frac{1}{N} \sum_J H_k(J)$$

Et N est le nombre total de case de l'histogramme.

Pour la corrélation, un score élevé représente une meilleure correspondance. Une correspondance parfaite est 1 et une erreur maximale est -1; une valeur de 0 indique aucune corrélation (association aléatoire).

**✚ Chi-Square (Chi-carré) (CV\_COMP\_CHISQR) :**

$$d(H_1, H_2) = \sum_I \frac{(H_1(I) - H_2(I))^2}{H_1(I)}$$

Dans ce cas, un score faible représente une meilleure correspondance qu'un score élevé. Une correspondance parfaite est 0 et une incompatibilité totale est illimitée (en fonction de la taille de l'histogramme). Le test chi\_square inventé par Karl Pearson qui a fondé le domaine de la statistique mathématique.

**✚ Intersection (method=CV\_COMP\_INTERSECT) :**

$$d(H_1, H_2) = \sum_I \min(H_1(I), H_2(I))$$

Pour l'intersection d'histogrammes, les scores élevés indiquent de bonnes correspondances et les scores faibles indiquent les mauvaises correspondances. Si les deux histogrammes sont normalisés à 1, alors une correspondance parfaite est égale à 1 et une incompatibilité totale est égale à 0.

✚ **Bhattacharyya distance (CV\_COMP\_BHATTACHARYYA) :**

$$d(H_1, H_2) = \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{\bar{H}_1 \bar{H}_2 N^2} \sum_I \sqrt{H_1(I) \cdot H_2(I)}}$$

Le coefficient de Bhattacharyya est une méthode populaire qui utilise des histogrammes de couleur pour corrélérer les images. Pour le bhattacharyya, un score faible indique une bonne correspondance. Une correspondance parfaite est 0 et une incompatibilité totale est un 1.

**2.9.2 Comparaison d'histogrammes par les méthodes classiques :**

❖ **Distances et similitudes entre vecteurs :**

La similitude entre une image requête et les images d'une base s'évalue le plus souvent à l'aide d'une mesure de distance entre les vecteurs associés à ces images ; ces vecteurs ont pour composantes :

- soit la suite des populations de chaque couleur présente dans chaque image (déterminée par l'histogramme, qu'il soit requantifié ou compact) ;
- soit la suite des index choisis pour donner une description approchée de l'histogramme.

Désignons par  $h_{i,j}$  la j-ième des n composantes du vecteur d'index  $h_i$  de l'image i. le nombre  $d(h_1, h_2)$  pourra être qualifié de distance entre les vecteurs  $h_1$  et  $h_2$  à condition que soient vérifiées les conditions :

$$d(h_1, h_2) \geq 0.$$

$$d(h_1, h_2) = 0.$$

$$d(h_1, h_2) = d(h_2, h_1)$$

$$d(h_1, h_3) \leq d(h_1, h_2) + d(h_2, h_3).$$

Qui traduisent respectivement les propriétés de positivité, d'identité, de symétrie et d'inégalité triangulaire. Si ces propriétés ne sont pas – ou pas toutes – respectées, on parle plutôt de similitude entre vecteurs, avec pour notation  $s(h_1, h_2)$ [Daw07]

❖ **Distance entre vecteurs :** [Daw07]

Les distances entre vecteurs les plus utilisées appartiennent au domaine classique des distances de Minkowski, définies par :

$$d_{L_p}(h_1, h_2) = \sqrt[p]{\sum_{j=1}^n (h_{1,j} - h_{2,j})^p}$$

Où  $p$  est un réel positif.

Les distances les plus utilisées sont la distance  $L1$  :

$$d_{L_1}(\mathbf{h}_1, \mathbf{h}_2) = \sum_{j=1}^n |h_{1,j} - h_{2,j}|$$

La distance  $L2$  (ou distance euclidienne) :

$$d_{L_2}(\mathbf{h}_1, \mathbf{h}_2) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (h_{1,j} - h_{2,j})^2}$$

Et la distance  $L\infty$  :

$$d_{L_\infty}(\mathbf{h}_1, \mathbf{h}_2) = \max_{1 \leq j \leq n} |h_{1,j} - h_{2,j}|$$

## 2.10 Conclusion

L'histogramme est la façon la plus appropriée et la plus précise de traiter et d'analyser des images numériques au moyen d'étapes simples, traduites en un ensemble de pixels et la fréquence de chaque pixel de l'image numérique.

Ce chapitre explique les principes fondamentaux de l'histogramme d'image, le chapitre suivant sera consacré à la conception et l'implémentation d'un système de suivi d'objet par histogramme.

## Chapitre 3 : Conception et implémentation

### 3.1 Introduction

La conception c'est le processus qui consiste à représenter les diverses fonctions du système, pour obtenir rapidement les programmes réalisant ces fonctions. Et C'est la partie la plus importante de notre travail.

C'est à cette étape que nous déterminons notre objectif principal et nous affinons notre analyse en introduisant la structure opérationnelle des composantes de notre système, ce qui va nous aider à l'étape de programmation.

Nous visons à créer un système qui détecte et suit des objets en mouvement une séquence d'images, Pour une haute qualité dans la détection et le suivi d'un objet et la réalisation de notre objectif, nous devons passer par deux étapes importantes :

### 3.2 La conception :

Elle décrit l'objectif de notre travail, en présentant l'architecture globale (conception globale) de notre système comme une collaboration de plusieurs modules puis exposée ces modules en détail (conception détaillée) pour faciliter la mise en œuvre de notre système.

### 3.3 L'implémentation :

C'est l'aspect le plus important dans la réalisation de notre objectif pour atteindre les résultats souhaités : présentation de l'environnement logiciel exploité, les structures de données utilisées, les algorithmes implémentés, en plus de quelques résultats intermédiaires et finaux obtenus.

### 3.4 Conception du système :

#### 3.1 Conception globale

Notre objectif est de concevoir un système capable de suivre des objets en mouvement dans une séquence vidéo. Le schéma général de la conception de notre système, est représenté par la figure suivante :

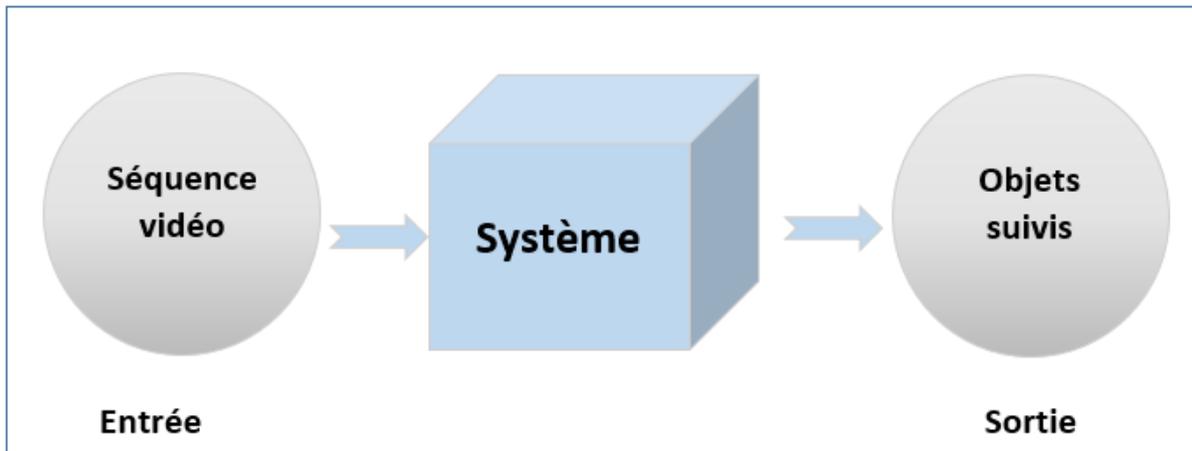


Figure 3.1. : Schéma général de système

L'entrée du système est :

- une séquence vidéo.

Le système doit fournir, en sortie :

- Objets détectés et suivis

### 3.5 Conception générale du système:

Notre système est composé de deux modules à savoir : module détection d'objet et module suivi d'objet, ces modules seront détaillés dans le paragraphe suivant.

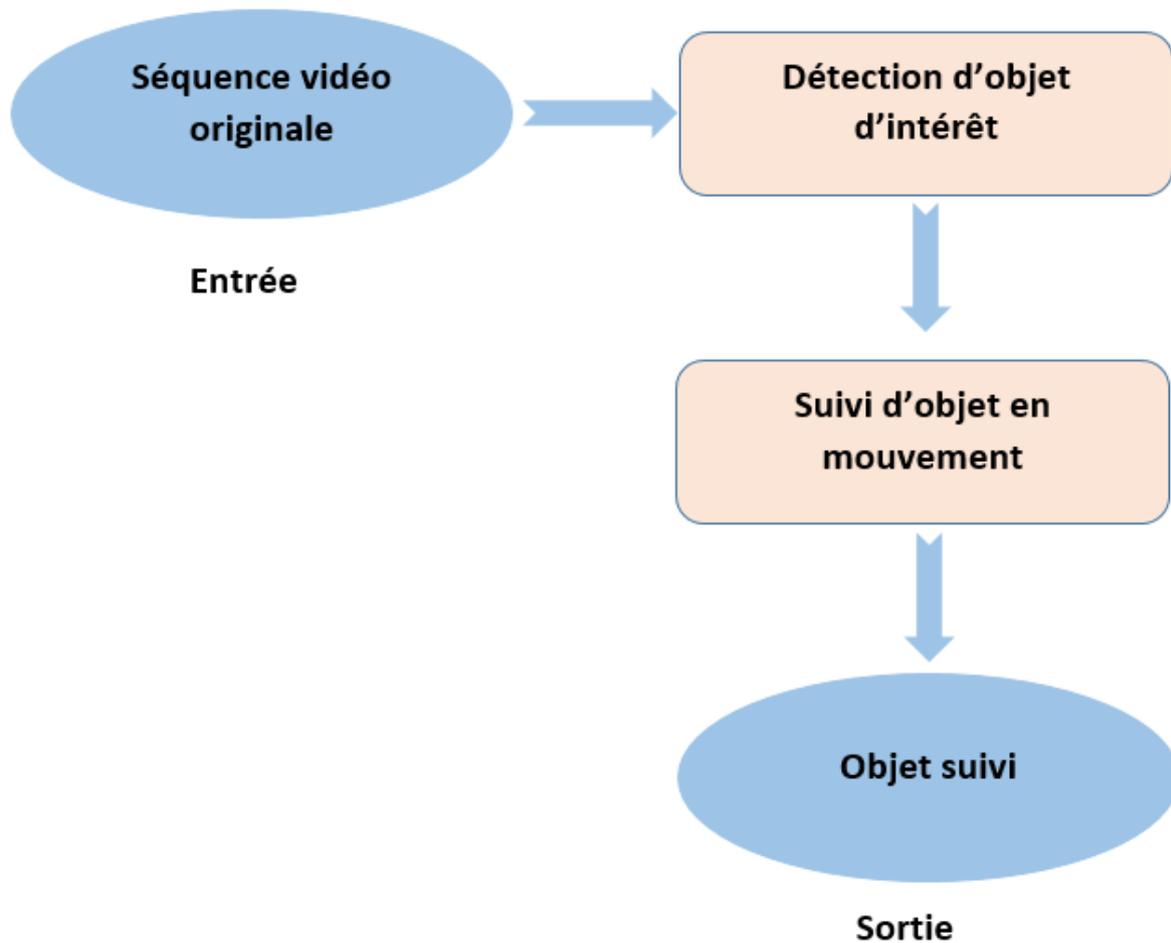


Figure 3.2. : Conception générale du système.

### 3.6 Conception détaillée du système

Dans notre projet nous avons réalisé un système qui permet de détecter et suivre des objets selon leur histogramme.

Dans cette partie nous allons essayer de détailler les différents modules composant ce système.

#### ➤ Module détection d'objet

La détection est une étape important, car elle permet de trouver l'objet ou les objets d'intérêt dans la séquence vidéo, et dans notre cas on va détecter les objets en mouvement on utilisant un intervalle de couleur pour isoler les objets d'intérêt du reste des objets de la scène, donc tout simplement on va éliminer l'arrière-plan pour détecter les objets d'intérêt.

➤ **Module suivi d'objet**

Cette étape est la plus importante dans notre système, parce qu'après la détection des objets par l'élimination d'arrière-plan on va prendre tous les objets détectés et localiser la position de chaque objet dans chaque frame de la séquence vidéo,

Dans notre cas on va sélectionner un objet dans la vidéo et essayer d'estimer le centre de gravité de chaque objet dans chaque frame et faire une comparaison entre l'histogramme de l'objet sélectionné et les autres histogrammes des frames vidéo puis nous allons former une ellipse (avec un centre de gravité) qui contenant Tous les objets qui ont un histogramme correspondant à l'histogramme de l'objet sélectionné.

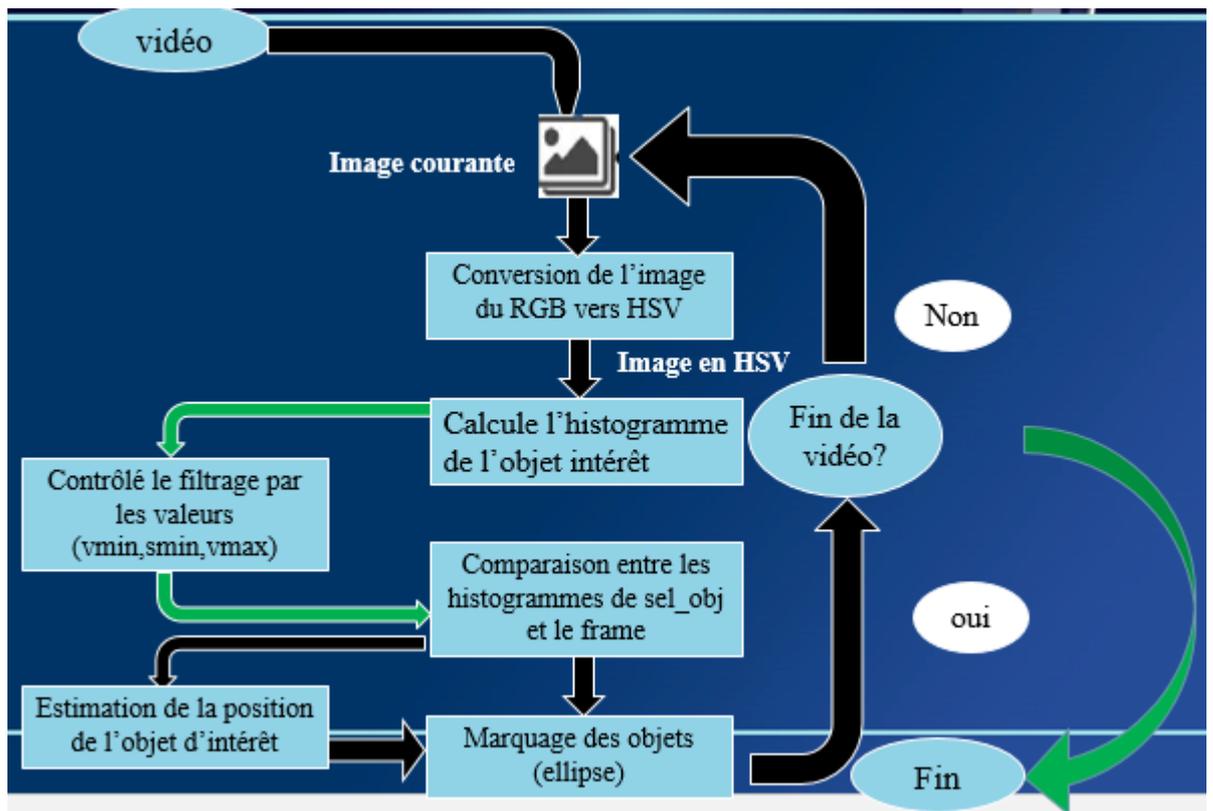


Figure 3.3. : Conception détaillée de notre système de suivi

- **Module conversion** : Transformation de l'image de l'espace de couleurs RGB à l'espace HSV.
- **Module contrôle du filtrage** : Nous pouvons à tout moment contrôler la région des objets détectés en modifiant les valeurs des seuils minimum et maximum
- **Module estimation de position** : Estimer la position de l'objet détecté dans l'image binaire en sélectionnant la partie ou l'objet à assigner ou sélectionner à partir de frame et extraire les coordonnées du centre d'objet détecté.
- **Module de marquage** : Sélectionné et marqué les objets détectés dans l'image résultat avec un cercle. La forme du cercle peut changer à une ellipse qui se dilate et se resserre pour englober tous les objets qui ont le même histogramme.

### 3.7 L'implémentation du système :

Nous allons décrire la mise en œuvre des différentes étapes de notre système conçu dans le paragraphe précédent. Nous commençons par la justification de l'environnement de développement utilisé, ensuite nous détaillons les structures de données utilisées.

Et enfin nous présentons les algorithmes nécessaires à l'implémentation de notre système.

### 3.8 Environnement de développement :

Notre système est développé sous l'environnement : Ordinateur portable : Processeur Intel(R) Pentium(R) CPU B960 @ 2.20 GHz, RAM (2Go)

- Système d'exploitation : Windows 7 professionnel (32 bits)
- Environnement de programmation : C++ Visual Studio Express 2013.
- Bibliothèque graphique : Open CV 2.4.10 (Open Computer Vision).

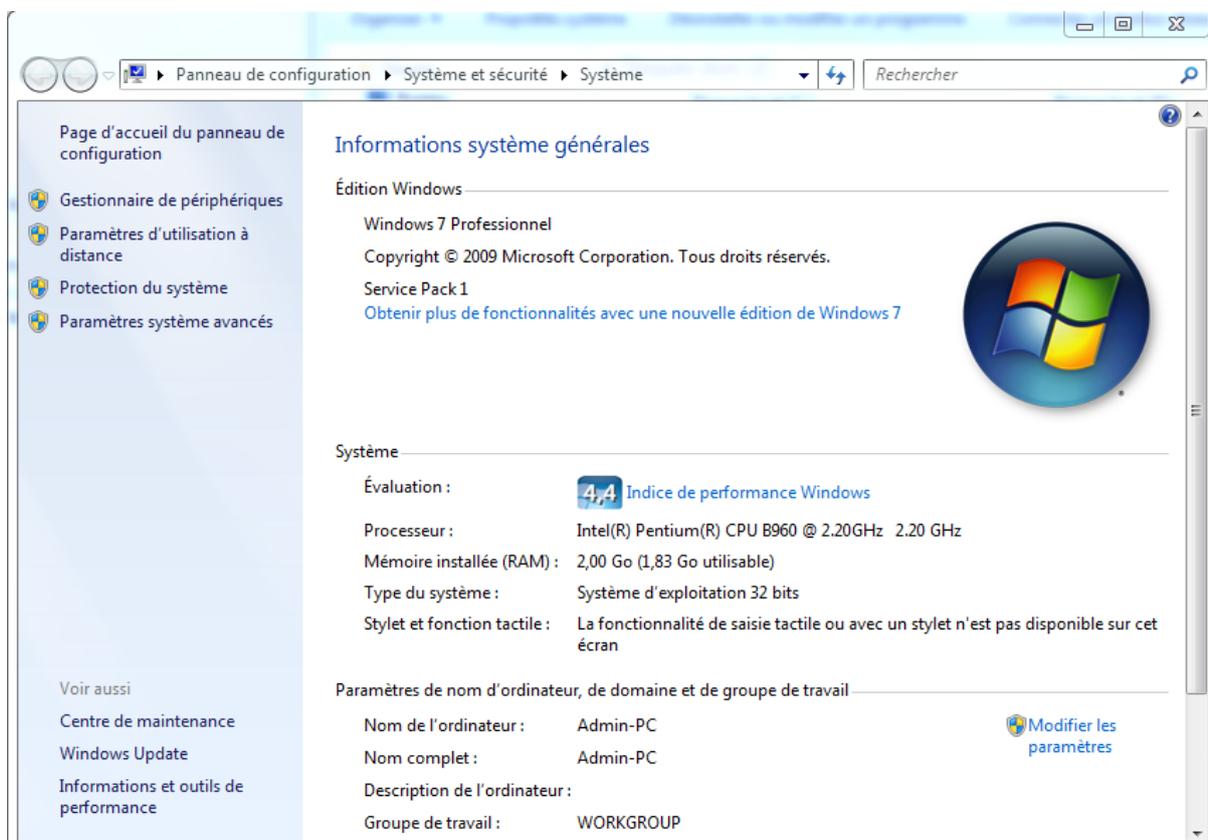


Figure 3.4. : Environnement de développement.

### 3.9 Microsoft Visual Studio 2013

#### 3.9.1 Visual Studio

Est un ensemble complet d'outils de développement permettant de générer des applications Web ASP.NET, des Services Web XML, des applications bureautiques et des applications mobiles. Visual Basic, Visual C# et Visual C++ utilisent tous le même environnement de développement intégré (IDE), qui permet le partage d'outils et facilite la création de solutions à plusieurs langages. Par ailleurs, ces langages utilisent les

fonctionnalités du .NET Framework, qui fournit un accès à des technologies clés simplifiant le développement d'applications Web ASP et de Services Web XML [8].

### 3.9.2 OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision) est une bibliothèque proposant un ensemble de plus de 2500 algorithmes de vision par ordinateur, accessibles au travers d'API pour les langages C, C++, et Python. Elle est distribuée sous une licence BSD (libre) pour les plateformes Windows, GNU/Linux, Android et MacOS [9].

Initialement écrite en C il y a plus de 10 ans par des chercheurs de la société Intel, OpenCV est aujourd'hui développée, maintenue, documentée et utilisée par une communauté de plus de 40 000 membres actifs. C'est la bibliothèque de référence pour la vision par ordinateur, aussi bien dans le monde de la recherche que celui de l'industrie [9].

## 3.10 Algorithmes et structures de données

L'implémentation de notre système nécessite deux fonctions globales qui sont : `step()` ; `mouse up()` ; elles contiennent les étapes nécessaire de notre système.

```
using namespace cv;

VideoCapture vc;
Rect selection = Rect(0, 0, 1, 1), trackWindow;
bool mouseDown = false, ObjectSelected = false, VideoExist = false, backprojMode = false;
int vmin = 10, vmax = 156, smin = 30;

Mat frame, image, hsv, hue, mask, hist, sel_hist, backproj;
. . . . .
```

- **VideoCapture** : variable globale soit pour la lecture de la vidéo soit pour la vidéo caméra. on peut dire que VideoCapture vc est une variable globale qui permet de contrôler (camera ou pause/Play) pour entrer une vidéo ou activer la caméra.
- **Rect selection** : prendre les coordonnées de la photo sélectionnée dans le moment exact de la sélection. Et affecter ces coordonnées dans Rect
- **bool mouseDown** : il n'y a pas des objets ou des vidéos sélectionnées dans l'état initial.
- **Mat ...** : matrice en 2d(x,y) , stocke sous forme d'une matrice l'image d'origine et l'image en hsv ainsi que la matrice de la rectangle sélectionnée (hue) , de l'histogramme de la photo sélectionnée, matrice de la photo en noire et blanc(backproj)..etc.

```
private: void step(){
    try
    {
        vc >> frame; // capture the next frame:
        if (!frame.empty())
        {
```

Pour Prenez une frame de la vidé ou la caméra, et faire un appel à la fonction step() pour traiter une frame chaque 0.3 ms avec les même instructions.

```
trackBar1->Value = (int)vc.get(CV_CAP_PROP_POS_FRAMES);
```

Définir la progression de la vidéo : pour contrôler la position du curseur pendant la lecture de la vidéo (au début, au milieu ou à la fin).

```
frame.copyTo(image); // copy to image
cvtColor(image, hsv, COLOR_BGR2HSV);
```

- Stocker le frame dans (image mat).
- Transformer l'image de RVB vers HSV.

```
calcHist(&hue, 1, 0, mask, hist, 1, &hsize, &phranges);
```

Cette instruction calcule l'histogramme du frame courant telle que la valeur (mask) une variable utilisé pour la conversation à l'HSV.

- **if (ObjectSelected){ :**  
Comparaison entre les histogrammes.
- **calcBackProject(&hue, 1, 0, sel\_hist, backproj, &phranges):**  
Calcule l'arrière-plan de l'objet selection.
- **trackWindow = Rect(0, 0, image.cols, image.rows) :**  
Calcule l'arrière-plan de tout la fenêtre.
- **backproj &= mask :**  
Ajouté la valeur mask pour transformé a hsv

- **private: System::Void pictureBox1\_MouseUp(System::Object^ sender, System::Windows::Forms::EventArgs e):**

Cette fonction contient:

- **Mat roi :** contient le hue, prendre la partie sélectionné de la matrice globale Mettez-le dans hue.
- **calcHist(&roi, 1, 0, maskroi, sel\_hist, 1, &sel\_hsize, &sel\_phranges) :**après on place l'image sélectionné dans (Picture box3) en dessiné l'histogramme de l'image.

```
int hist_w = 512; int hist_h = 400;
int bin_w = cvRound((double)hist_w / hsize);
Mat histImage(hist_h, hist_w, CV_8UC3, Scalar(0, 0, 0));
```

Dessine L'histogramme de l'image complet en fonction des valeurs limitées de longueur et de largeur données.

### 3.10.1 Algorithmes

Dans cette section nous allons présenter le principe des algorithmes de notre application.

#### 3.10.1.1 Algorithme principale

L'algorithme principal peut être résumé comme suite :

- Lire la séquence vidéo
- prendre la première image de la vidéo
- TQ non fin de la vidéo faire
- Transformer l'image de l'espace de couleurs RGB à l'espace HSV.
- Appliquer le seuillage
- Comparer l'histogramme de la région sélection avec celui du frame courant
- Afficher l'image courante (dont les objets sont marqués)
- Aller à l'image suivante
- finTQ
- Fin

#### 🚦 Algorithme de seuillage

Le seuillage est appliqué pour chaque image dont le résultat est une image binaire(blanc = la couleur de l'objet / noire = le reste)

**Début**

Pour i de 0 jusqu'à la hauteur de l'image faire  
    Pour j de 0 jusqu'à la largeur de l'image faire  
        Prendre la couleur de pixel (i,j)  
        Si la valeur de pixel est à l'intérieur de l'intervalle initialisée alors  
            Le pixel (i,j) prend la couleur blanche  
    Sinon  
        -Le pixel (i,j) prend la couleur noir  
    Finsi  
Finpour  
Fin

 **Algorithme Suivi :**

Cet algorithme permet d'estimer les positions des objets détectés dans l'image binaire pour extraire les coordonnées du centre de chaque objet. Ensuite sélectionné et marqué chaque objet dans l'image originale par une ellipse afin de le suivre.

**3.11 Interface du Microsoft Visual Studio 2013 :**

Elle est constituée de :

1. Barre d'outils.
2. L'éditeur de code permettant de visualiser et de modifier le code.
3. L'inspecteur d'objets permettant de changer les propriétés et de sélectionner des gestionnaires d'événements.
4. Barre de menus principales.
5. Fenêtre de sortie.

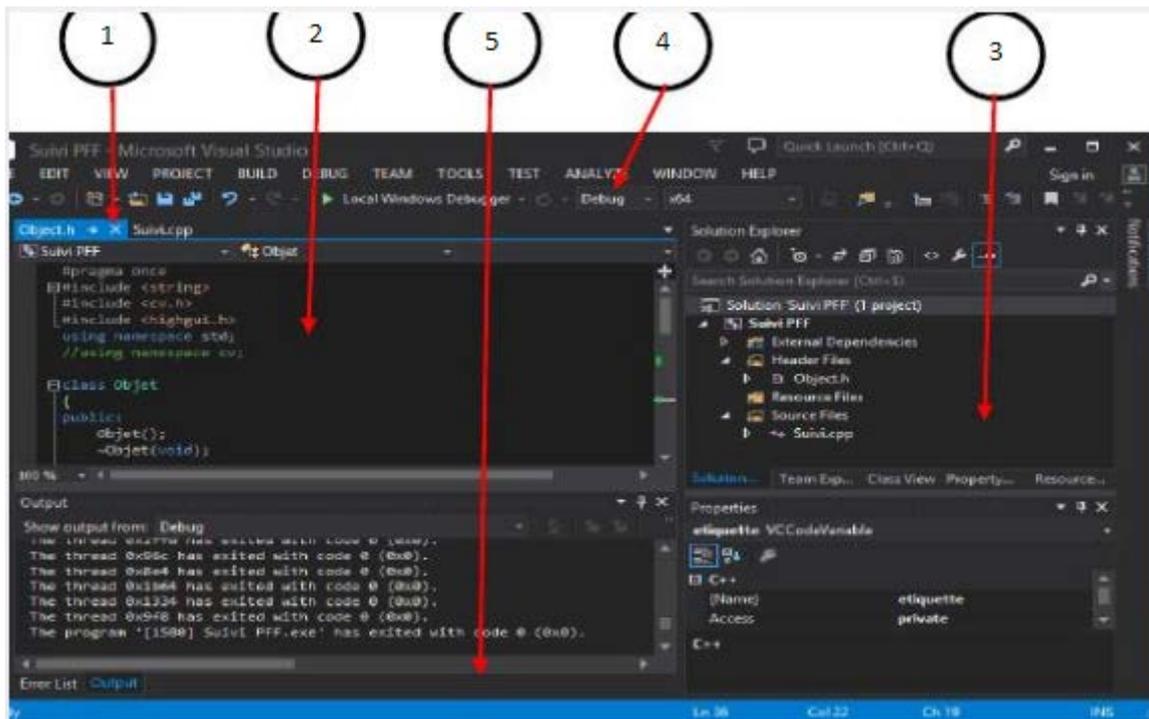
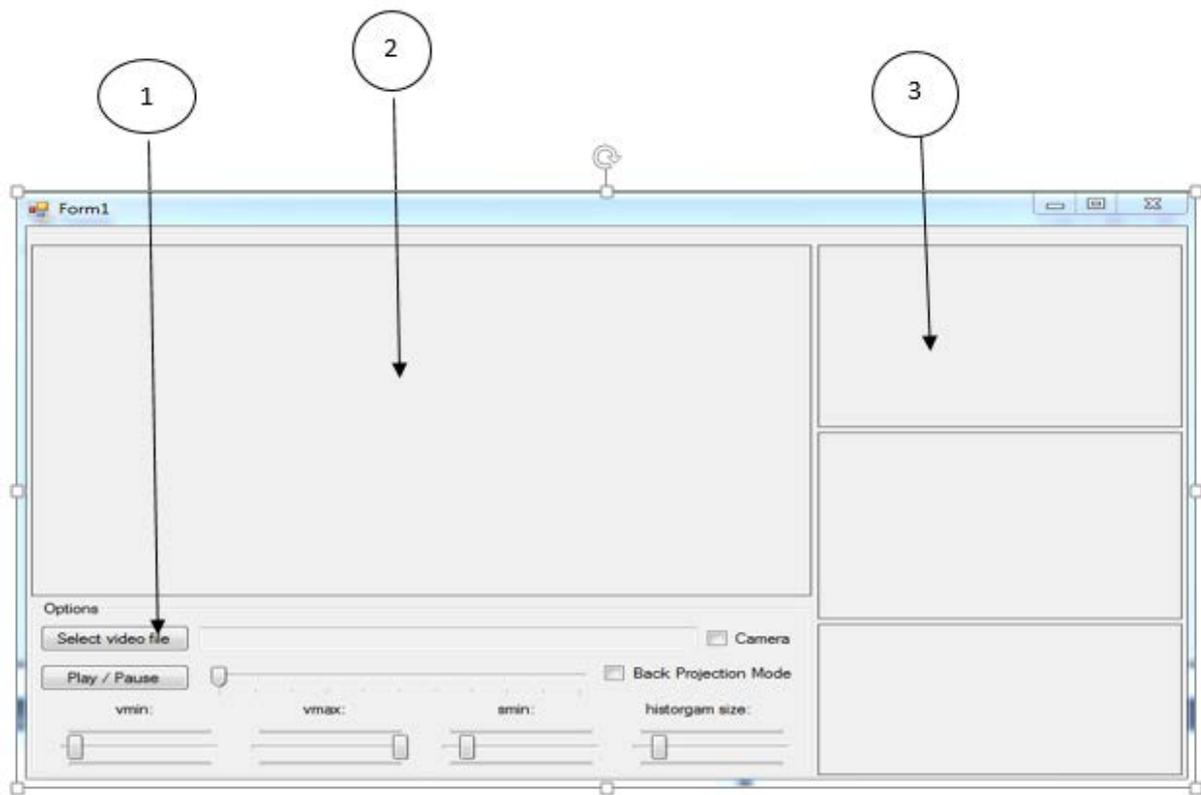


Figure 3.5. : Interface du Microsoft Visual Studio

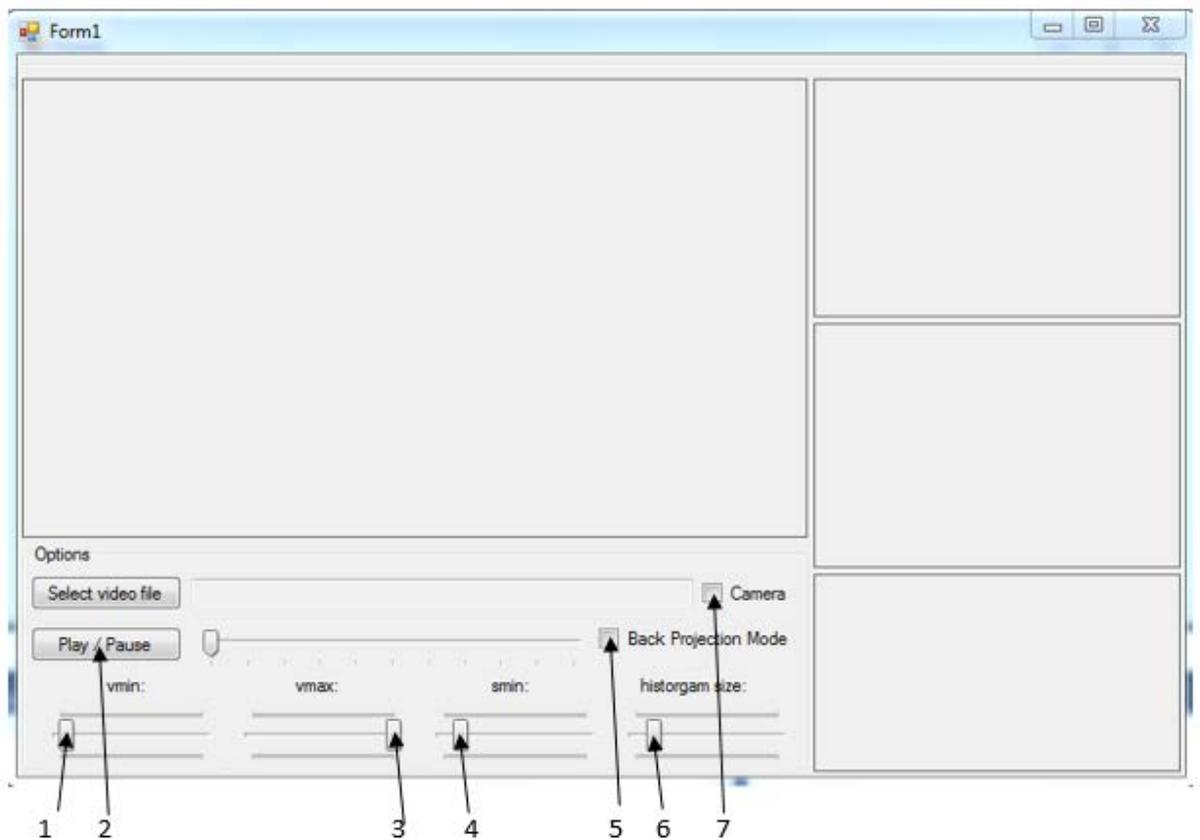
### 🔗 Interface de notre application

Dans ce projet nous avons implémenté un système permettant de détecter et de suivre des objets en mouvement par histogramme.

Nous avons essayé de créer une interface graphique afin d'offrir une utilisation simple conviviale pour l'utilisateur de cet outil.



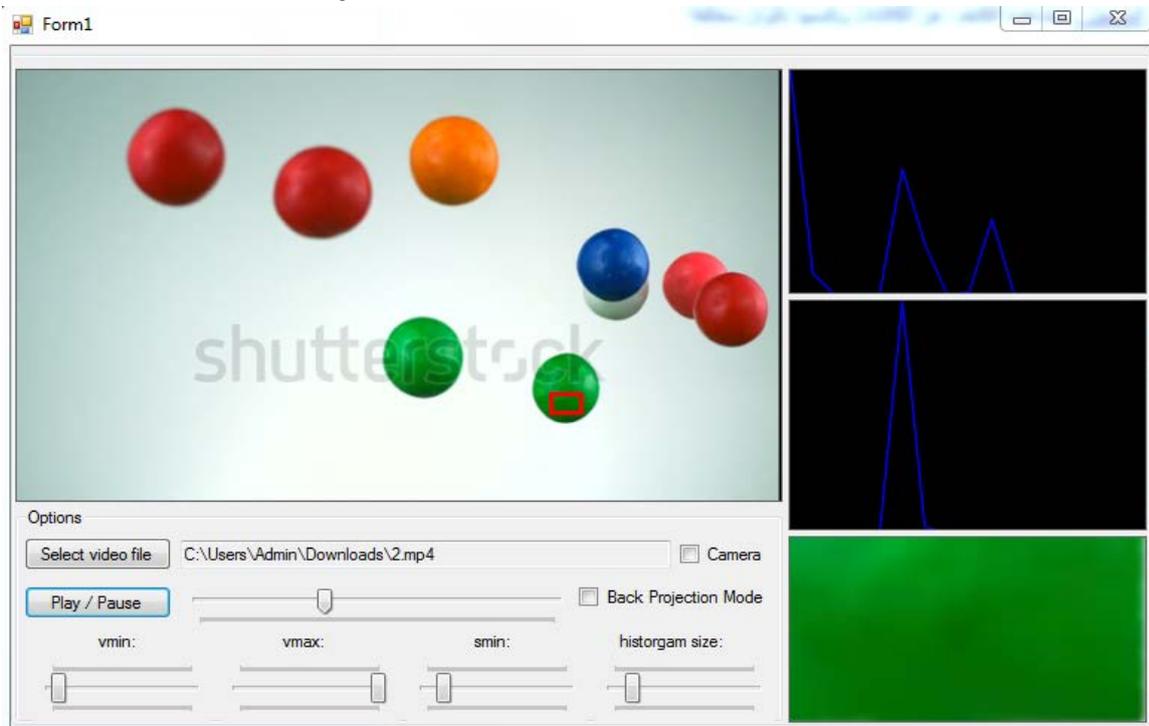
1. Sélectionné une vidéo
2. Fenêtre de lecture la vidéo
3. Fenêtre d'affichage de l'histogramme de la vidéo



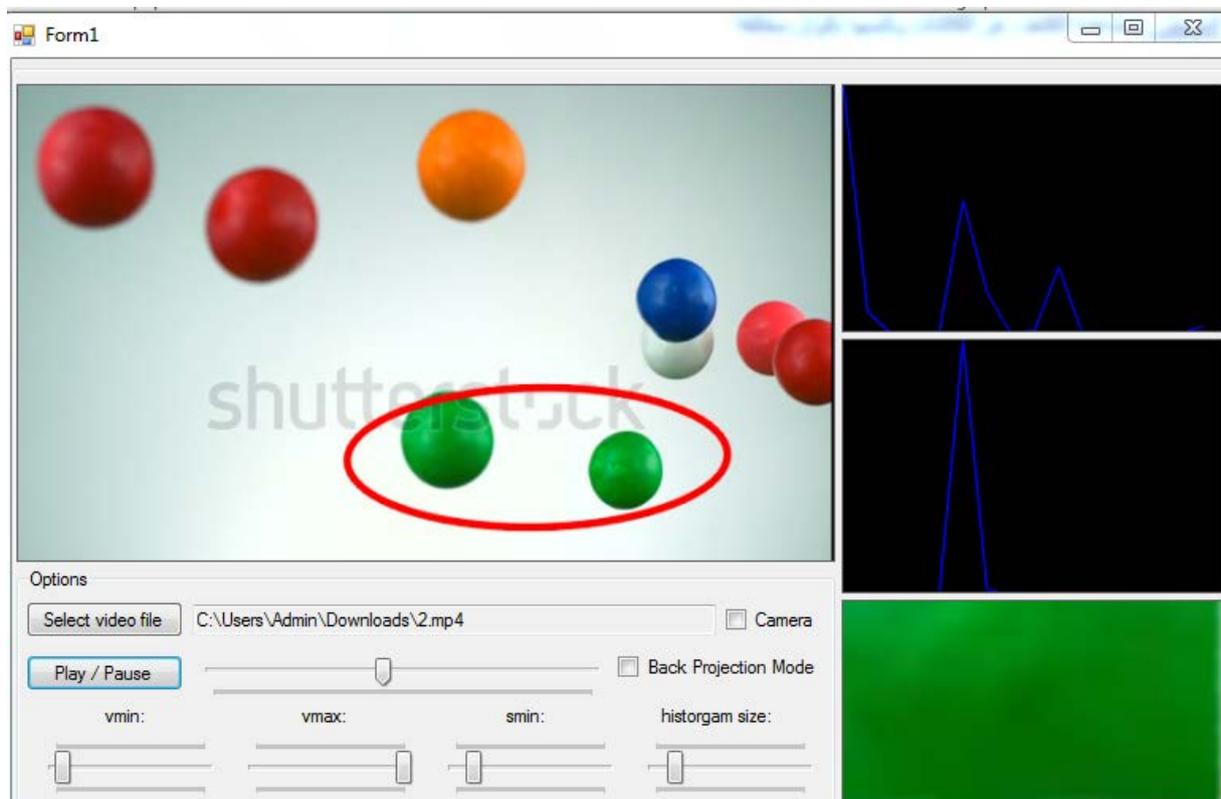
1. défini, contrôle et fixe les seuils en noir
2. mettre la vidéo en marche/pause.
3. défini, contrôle et fixe les seuils très brillant
4. pour contrôler les seuils en gris
5. transféré la vidéo a back projection mode
6. Le contrôle de la taille de l'Histogramme et la convergence du champ de couleur ou de l'espacement.
7. active la caméra.

✚ Les résultats expérimentaux :

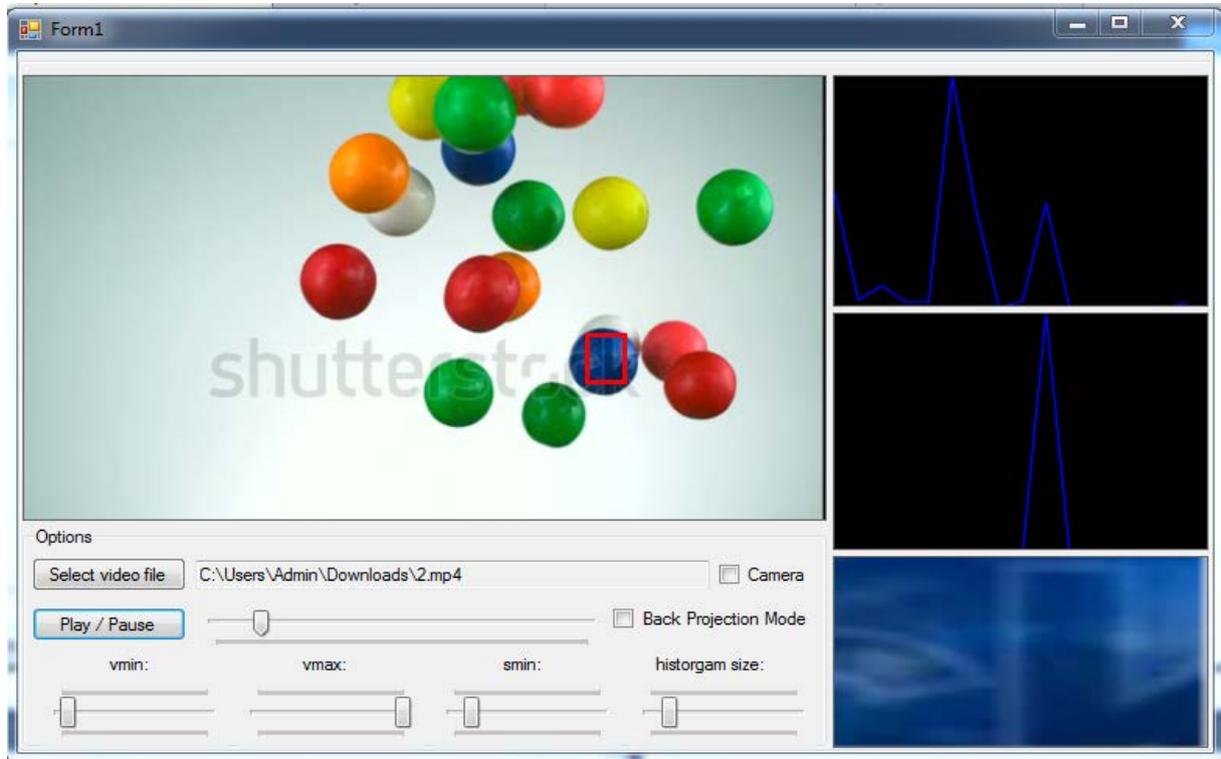
**Test1 : sélectionné un objet vert**



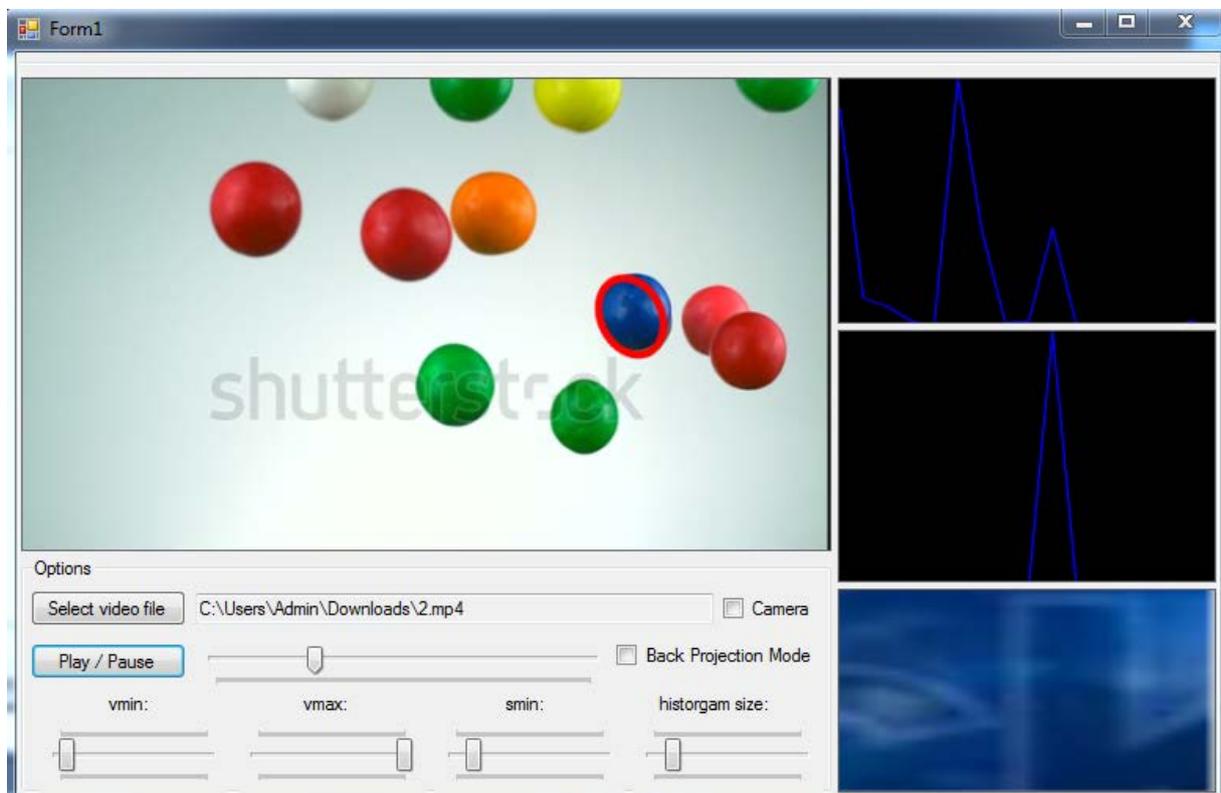
**Résultat : suivi des objets de même couleur marqué par une ellipse**



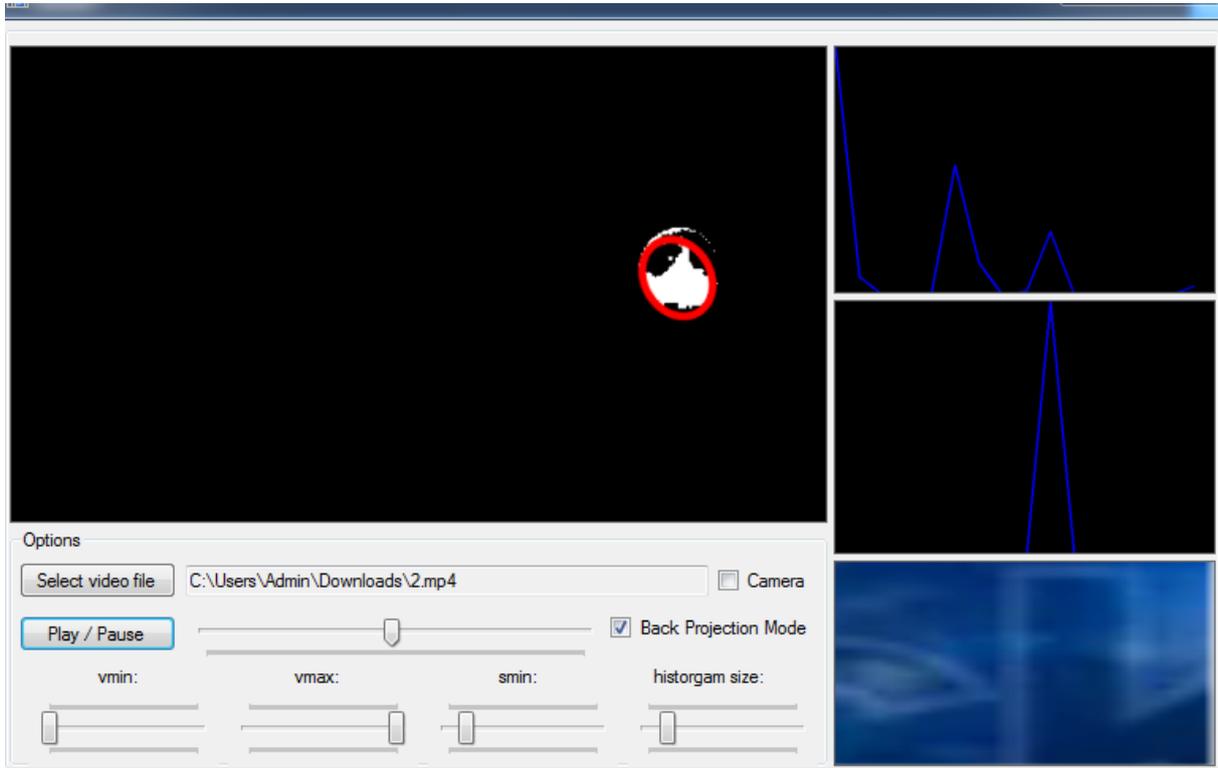
**Test2 : sélectionné un objet Bleu**



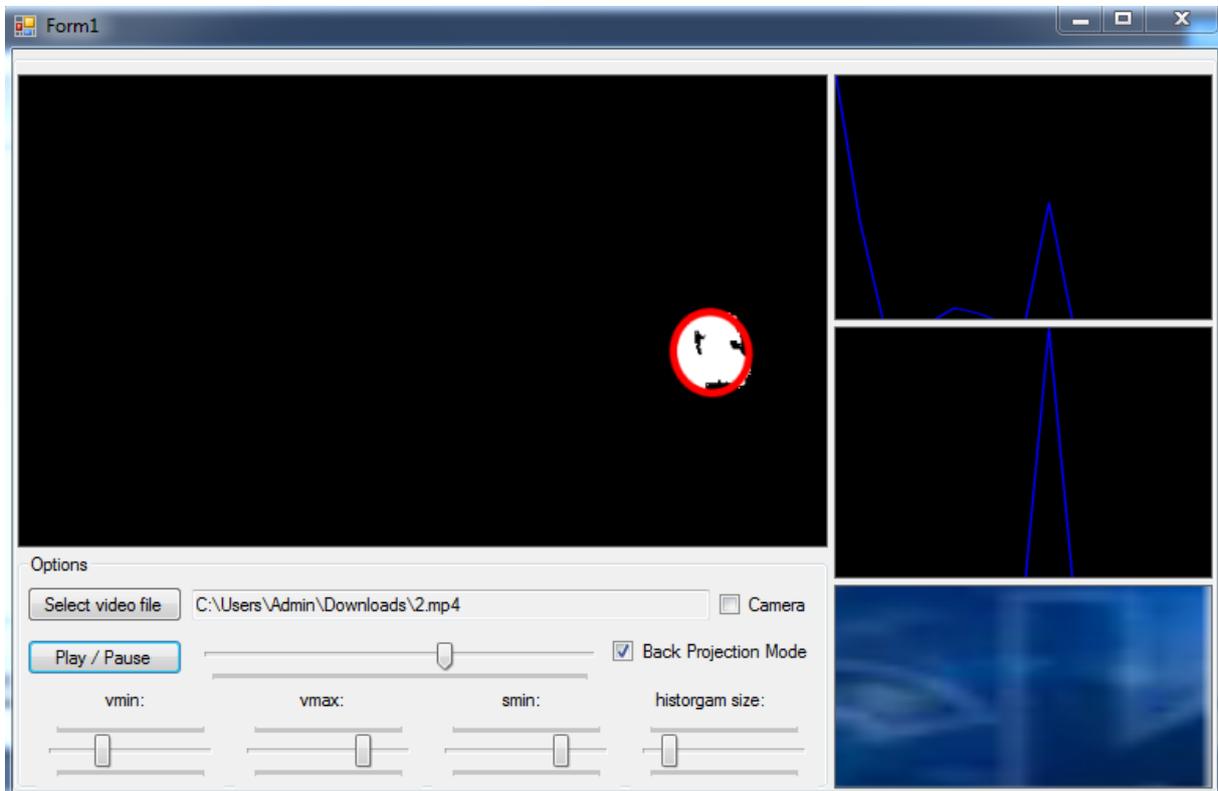
**Résultat : suivi seulement l'objet qui a le même histogramme.**

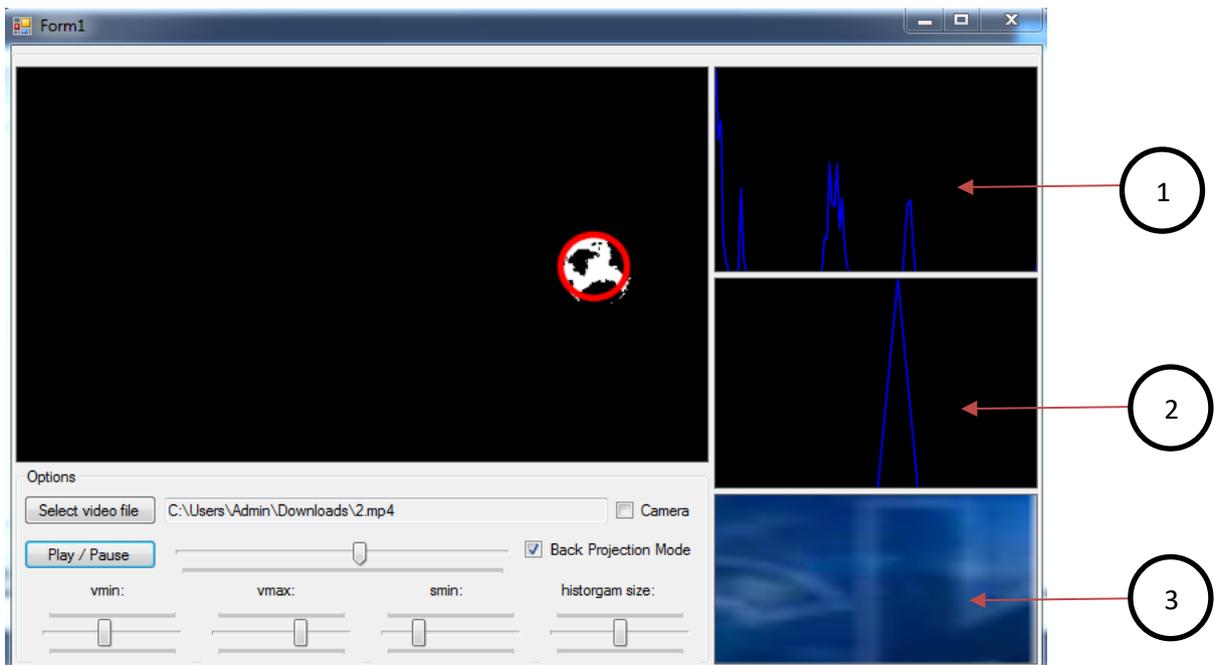
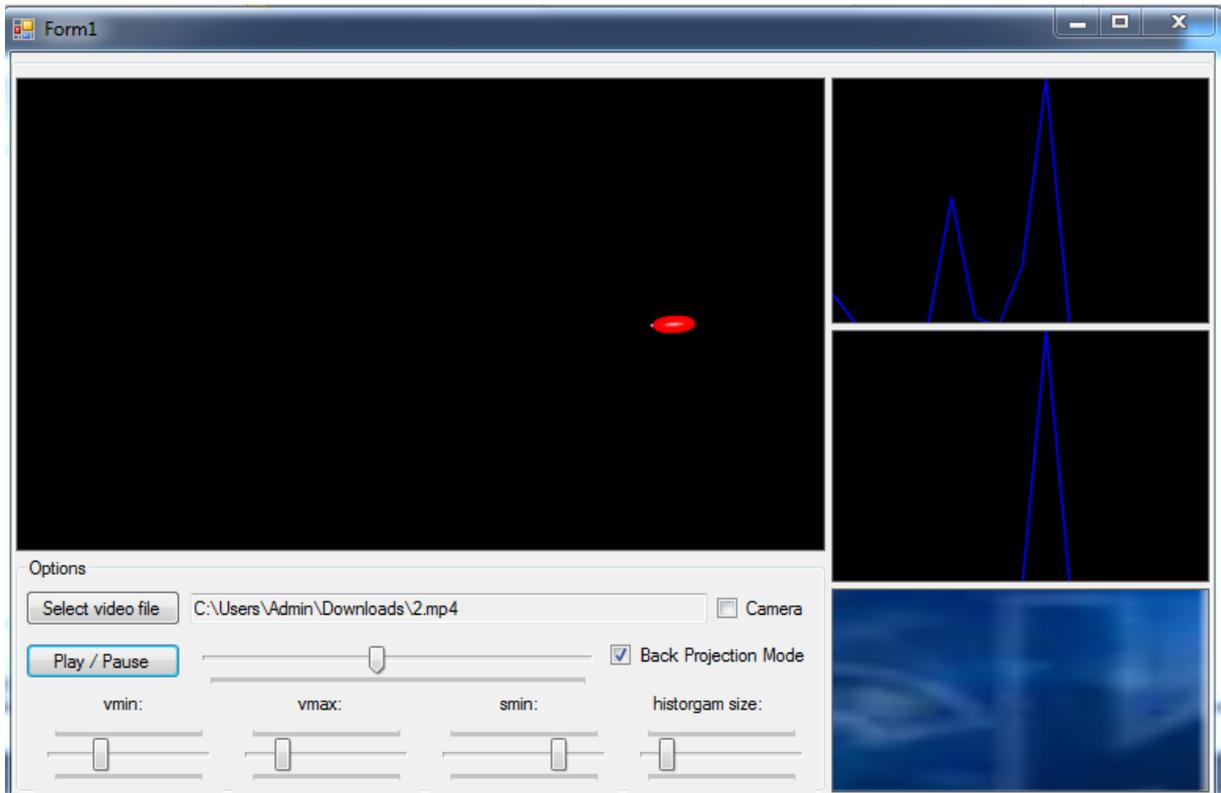


**Test3 : activé le mode back projection**



**Test4 : Crête de valeur de vmax et augmentation de la valeur vmin et smin.**





1. fenêtre d'affichage de l'histogramme de la vidéo sélectionné.
2. l'histogramme de la photo sélectionné.
3. la photo selectioné.

#### **Discutions des résultats :**

D'après les résultats obtenus nous pouvons conclure que les résultats obtenus par cette méthode sont satisfaisants du fait que le taux de détection des objets dans la plupart des résultats est élevé, sauf dans certains cas. Nous pouvons citer par exemple :

- La qualité d'image dans la vidéo joue un rôle important. Par exemple, dans la présence de bruit il y aura des objets non détectés.
- Tous les objets ayant le même histogramme seront regroupés dans le même espace (dans notre cas marqué par une ellipse), alors il est préférable de marquer chaque objet séparément.

Après l'implémentation de cette méthode nous avons pu tirer les avantages suivants :

- ✓ Elle est très utile est capable de suivre un ou plusieurs objets ayant le même histogramme de couleur.
- ✓ Le taux de détection des objets est très bon dans la plupart des cas.
- ✓ Elle est capable de traité l'occlusion partielle des objets.
- ✓ Nous pouvons contrôler manuellement et pendant l'exécution les ton de blanc, noir et gris et obtenir un résultat instantané.
- ✓ Nous pouvons également changer l'objet sélectionné ou toute autre zone de couleur et obtenir également des résultats instantanés pendant l'exécution.

### **3.11 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons essayé de présenter la conception et l'implémentation d'une méthode permettant de suivre les objets par histogramme.

Pour ce faire, nous avons réalisé plusieurs étapes, premièrement nous avons essayé de détecter l'objet d'intérêt par l'élimination d'arrière-plan en utilisant le seuillage. Ensuite nous avons pris tous les objets détectées par le seuillage et localiser la position de chaque objet dans le frame actuel en utilisant une ellipse, et nous avons essayé d'estimer le centre de gravité de cette ellipse à travers la position des objets de même histogramme et qui suivre le déplacement de ces objets pendant la lecture de la vidéo.

## Conclusion générale

Le suivi d'objet est un problème fréquemment rencontré dans le domaine de la vision par ordinateur. Qui vise à détecter la position d'un objet en mouvement à partir d'une séquence vidéo. Il peut être aussi défini comme une mesure qui permet d'estimer la trajectoire d'un objet dans le plan image quand il se déplace dans une scène. Les applications de suivi d'objet sont nombreuses: vidéo surveillance, analyse du mouvement d'une foule, reconnaissance de comportement de personne, interface homme-machine...etc. [Sah17]

Notre travail consiste à concevoir et implémenter un système de suivi des objets dans une séquence d'images, nous avons donc implémenté une méthode de suivi basée sur l'histogramme des couleurs de l'objet considéré.

Durant notre étude, nous nous sommes attachés à :

- Faire une étude théorique sur le suivi d'objets, dont nous avons détaillé les notions de base nécessaire pour le suivi d'objet puis nous avons décrit les étapes de base pour suivre un objet ainsi que les méthodes utilisées dans chaque étape.
- Faire une étude détaillée sur la méthode de suivi d'objets basée sur l'histogramme.
- Concevoir et implémenter un système qui permet de suivre un ou plusieurs objets basée sur l'histogramme dont le principe est:
  - Sélection d'une région de l'image contenant l'objet choisi.
  - Calcul de l'histogramme de couleur de la région sélectionnée.
  - Faire une comparaison entre l'histogramme de l'objet sélectionné et les histogrammes de chaque frame dans la séquence vidéo pour détecter l'objet.
  - la détection de l'objet dans chaque frame de la vidéo permet de suivre l'objet

D'après les résultats obtenus nous avons remarqué que la méthode implémentée pour le suivi d'objets par l'histogramme des couleurs est très efficace.

Cependant, notre application a besoin de quelques améliorations qui peuvent ajouter plus de performance.

Ces améliorations peuvent être comme suit :

- Essayer de combiner cette méthode avec d'autres méthodes afin de résoudre les problèmes qu'on peut rencontrer tels que la détection et le suivi des objets fixe si on sélectionne une région immobile (l'arrière-plan par exemple).
- Améliorer le programme pour qu'il arrive à détecter et marquer chaque objet séparément.

## Bibliographie

- [**AMT13**] Arunkumar, T. Mishra k. T. Talele. "Highway traffic surveillance by unsupervised learning." International Journal of Advances in Computer Science and Cloud Computing, ISSN: 2321-4058 Volume- 1, Issue- 2, Nov-2013
- [**AS12**] J.Joshan Athanesious, P.Suresh, "Systematic Survey on Object Tracking Methods in Video", International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) October 2012, 242-247.
- [**BB15**] M. Brougui et N. Boumaraf , « *Détection et suivi d'un objet suspect dans le contexte de vidéosurveillance* » , Mémoire Master, Université ouargla, 2015.
- [**Bug11**] Aurélie Bugeau. Détection et suivi d'objets en mouvement dans des scènes complexes, application à la surveillance des conducteurs. Thèse de doctorat, Université Rennes 1, 2011.
- [**Bnc11**] Atef bencharif, Elimination de l'arrière-plan pour le suivi de personne, Mémoire de Master, univ Mohammed kheither-biskra, juin 2011.
- [**BT08**] Vincent Barra - Christophe Tilmant , Estimation de mouvement par flot optique 10 novembre 2008.
- [**Ben17**] Benameur lotfi , Détection des objets en mouvement et analyse de leurs déplacements, Mémoire de Master, université de biskra, juin 2017.
- [**Daw07**] Dawei LIU , Indexation d'images par l'histogramme des couleurs, Rapport de stage du master 2 recherche, Université d'Angers, 30juin 2007
- [**ETI11**] L. Etienne, « Motifs spatio-temporels de trajectoires d'objets mobiles, de l'extraction à la détection de comportements inhabituels. Application au trac maritime. » Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 2011
- [**Hac16**] Fouzia HACHEMI, La détection et suivi des objets en mouvement dans une scène vidéo en utilisant la bibliothèque OpenCV, Mémoire de master, Université de Tlemcen, 2016.

- [KK13]** Abhishek Kumar Chauhan, Prashant Krishan, "Moving Object Tracking Using Gaussian Mixture Model And Optical Flow", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, April 2013
- [LY11]** J-Y Lee; W. Yu, "Visual tracking by partition-based histogram backprojection and maximum support criteria," Robotics and Biomimetics (ROBIO), 2011 IEEE International Conference on, vol., no., pp.2860, 2865, 7-11 Dec. 2011
- [Mja12]** MEDJAHED Fatiha, Détection et Suivi d'Objets en Mouvement Dans Une Séquence d'Images, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran U. S. T. O., Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister 2012.
- [PT13]** H. A. Patel, D. G. Thakore, "Moving Object Tracking Using Kalman Filter", International Journal of Computer Science and Mobile Computing, April 2013,
- [RP13]** R. S. Rakibe, B. D. Patil, "Background Subtraction Algorithm Based Human Motion Detection", International Journal of Scientific and Research Publications, May 2013  
pg.326 – 332.
- [SM11]** M. Sankari, C. Meena, "Estimation of Dynamic Background and Object Detection in Noisy Visual Surveillance", International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2011, 77-83
- [Sah15]** R. Sahnouni, Suivi d'un objet en mouvement sur une vidéo, mémoire de master, université de biskra, juin 2015.
- [SPS09]** K. Srinivasan, K. Porkumaran, G. Sainarayanan, "Improved Background Subtraction Techniques for Security in Video Applications", Third International Conference on Anti-counterfeiting, Security, and Identification in Communication, City University of Hong Kong, China; 2009.
- [SVA10]** Saravanakumar, S.; Vadivel, A.; Saneem Ahmed, C.G., "Multiple human object tracking using background subtraction and shadow removal techniques", Signal and Image Processing (ICSIP), 2010 International Conference, vol., no., pp.79,84, 15-17 Dec. 2010
- [YJS06]** A. Yilmaz, O. Javed, and M. Shah. Object tracking: A survey. ACM Computing Surveys, 38(4):13, 2006.
- [ZD12]** R. Zhang, J. Ding, "Object Tracking and Detecting Based on Adaptive Background Subtraction", International Workshop on Information and Electronics Engineering, 2012, 1351-1355.
- [1]** Comment-utiliser-les-histogrammes-d'une-image-numérique,  
[http://www.unit.eu/cours/Comment\\_utiliser\\_l\\_histogramme\\_d\\_une\\_image\\_numerique.pdf](http://www.unit.eu/cours/Comment_utiliser_l_histogramme_d_une_image_numerique.pdf)  
(ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES GEOGRAPHIQUES), **17/06/2018 à 18:17**
- [2]** Introduction au traitement d'images ,

<https://www.commentcamarche.com/contents/1216-traitement-d-images>, **16/06/2018 à**

**22:30**

- [3] L'imagerie-numérique–Cours-Photophiles, <https://www.unionimages.fr/wp-content/uploads/sites/1398/2016/09/ui-cours-3-histogramme.pdf>, **16/06/2018 à 22:40**
- [4] L'histogramme en photo : le comprendre pour mieux l'utiliser, <http://www.la-photo-en-faits.com/2013/11/histogramme-photo-luminosite-rvb.html>, **16/06/2018 à 22:50**
- [5] Traitement d'image, [https://www.sites.univ-rennes2.fr/arts-spectacle/cian\\_/image\\_numFlash/pdf/chap5\\_cours51.pdf](https://www.sites.univ-rennes2.fr/arts-spectacle/cian_/image_numFlash/pdf/chap5_cours51.pdf), –université de Rennes 2, **17/06/2018 à 00:05**
- [6] (Égalisation-d'histogramme), [http://www.traitement-signal.com/egalisation\\_d\\_histogramme.php](http://www.traitement-signal.com/egalisation_d_histogramme.php), **16/06/2018 à 23:45**
- [7] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Histogramme\\_\(imagerie\\_num%C3%A9rique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Histogramme_(imagerie_num%C3%A9rique))  
**16/06/2018 à 23:10**

# Suivi multi-objets dans une séquence d'images

## Résumé :

Le suivi d'objets est une problématique difficile qui se pose dans un grand nombre d'applications de vision par ordinateur et de traitement d'images comme l'interaction homme machine, la surveillance civile et militaire, la réalité virtuelle, l'analyse du mouvement humain ou encore la compression d'images. Cette difficulté est accentuée dans les environnements sans contraintes où le système de suivi devra s'adapter à la variabilité importante des objets, aux variations de luminosité, aux occultations (partielles ou totales), aux bruits causés par le système d'acquisition et ainsi qu'aux problèmes de détection de mouvement.

Nous nous sommes intéressés à ce domaine, pour cela nous avons essayé à travers ce projet de concevoir et implémenter un système de détection et de suivi d'objets en mouvement dans une séquence d'images. Nous avons donc implémenté une méthode de suivi d'objets basée sur l'histogramme de couleur. Afin de résoudre les difficultés liées à la fausse détection, dans le cas par exemple des objets ayant plusieurs couleurs ou des objets de même couleur qui sont très proches nous avons essayé de sélectionner une région contenant l'objet considéré, puis calculé l'histogramme de la région sélectionnée, ensuite cherché la région correspondante dans chaque frame de la séquence d'image, en comparant l'histogramme de la région sélectionnée par celui des frames. Nous avons remarqué que cette méthode donne des résultats satisfaisants sauf dans certains cas, pour cela nous proposons comme perspective de combiner cette méthode avec d'autres méthodes de suivi pour améliorer les résultats.

**Mots Clés :** détection d'objet, suivi d'objet, mouvement, séquence d'images, méthode basée couleur, histogramme de couleur