



Principe et utilisation des caméras événementielles pour la robotique

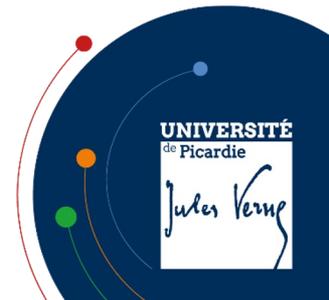
Ecole Technologique 2RM 2024, Rennes - 22 Mai 2024

Djessy ROSSI

Laboratoire MIS, Université de Picardie Jules Verne



djessy.rossi@u-picardie.fr



Sommaire

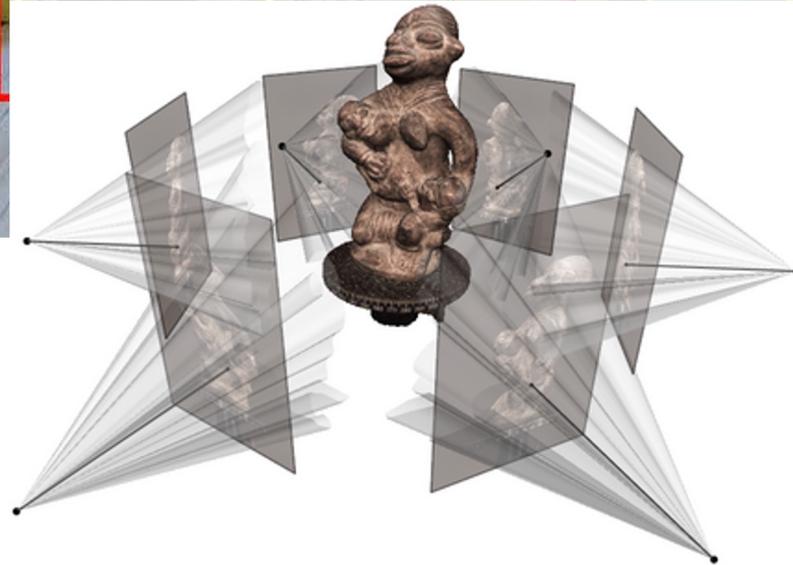
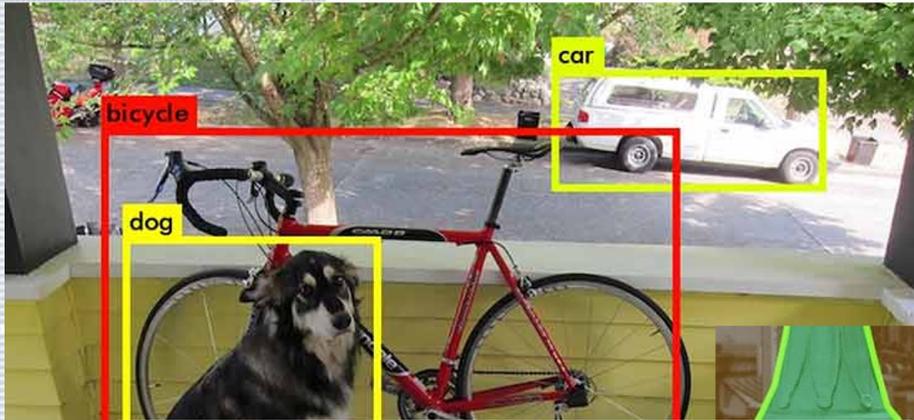
- 1** Caméra RGB et événementielle
- 2** Qu'est-ce qu'une caméra événementielle ?
- 3** Présentation de l'équipe de recherche
- 4** Problématique de ma thèse
- 5** Comment détecter des objets avec une caméra événementielle ?



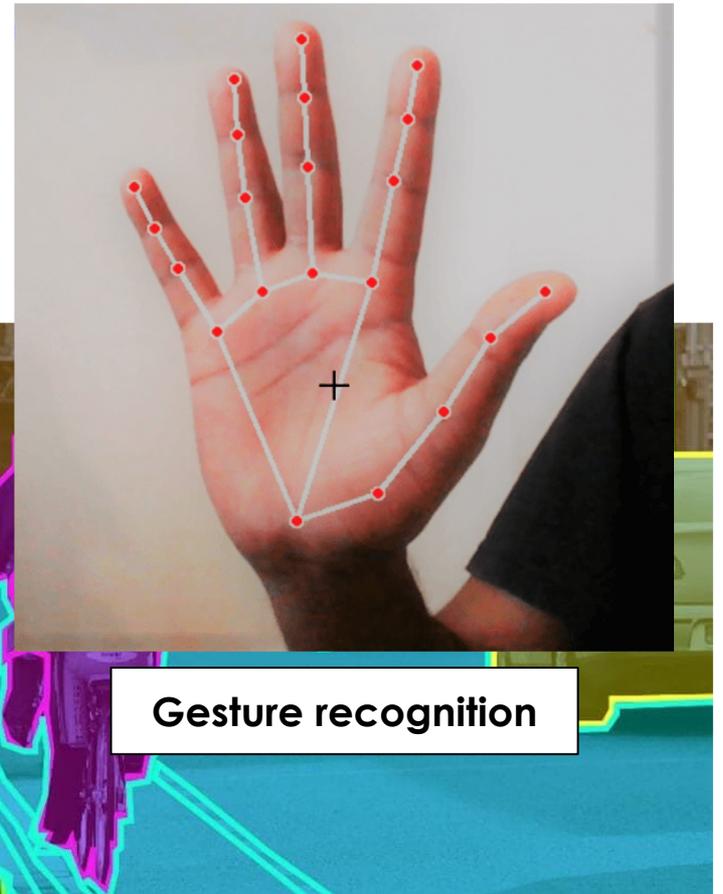
1

Caméra RGB et événementielle

Les caméras RGB sont la solution à tous nos problèmes



3D object reconstruction



Gesture recognition

Segmentation

Les caméras RGB sont la solution à tous nos problèmes



Navigation autonome

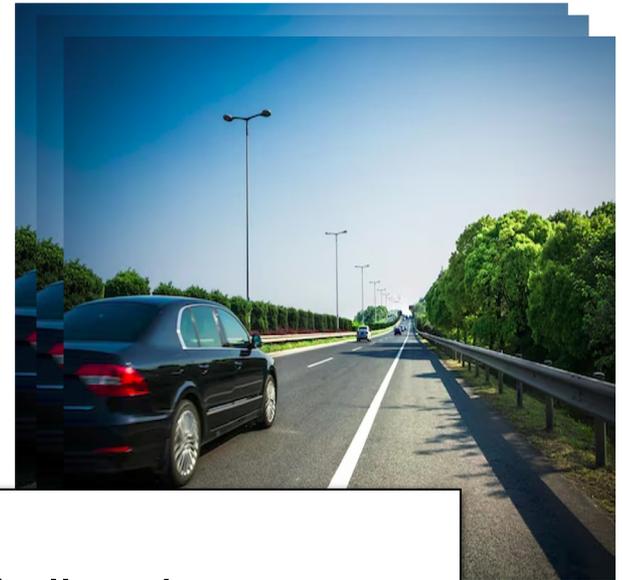
Les bénéfices de la caméra RGB

Coûts abordables

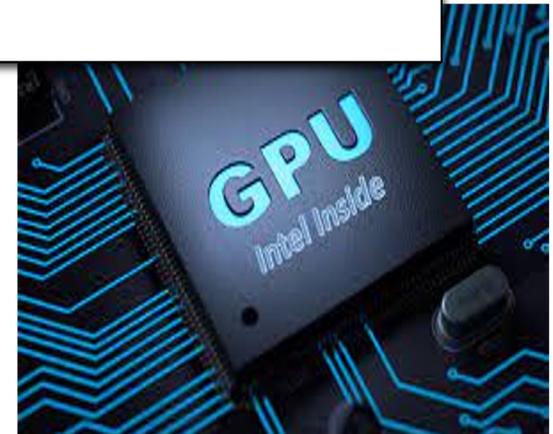
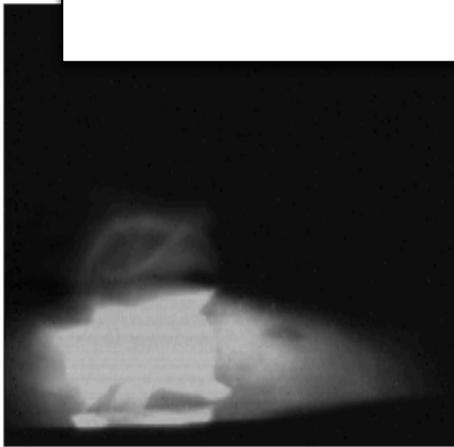
Facilement utilisable

Compacte

Le sont-elles vraiment ?



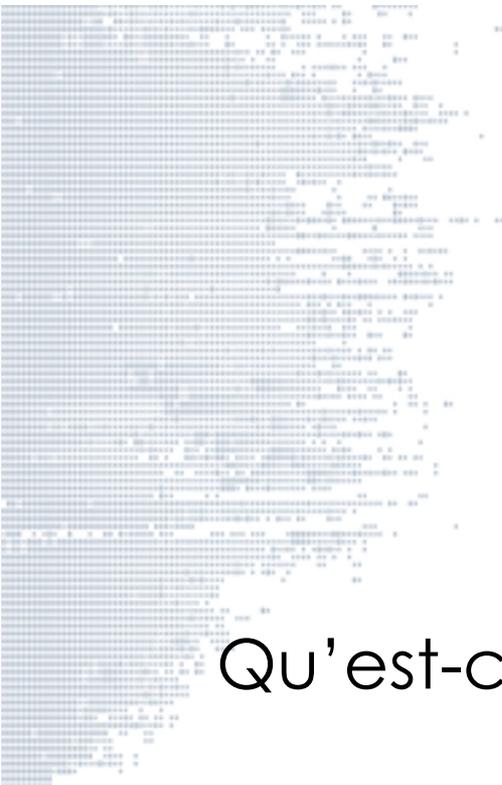
Les caméras événementielles !



Flou de mouvement

Faible plage dynamique

Vitesse de traitement limitée



2

Qu'est-ce qu'une caméra événementielle ?

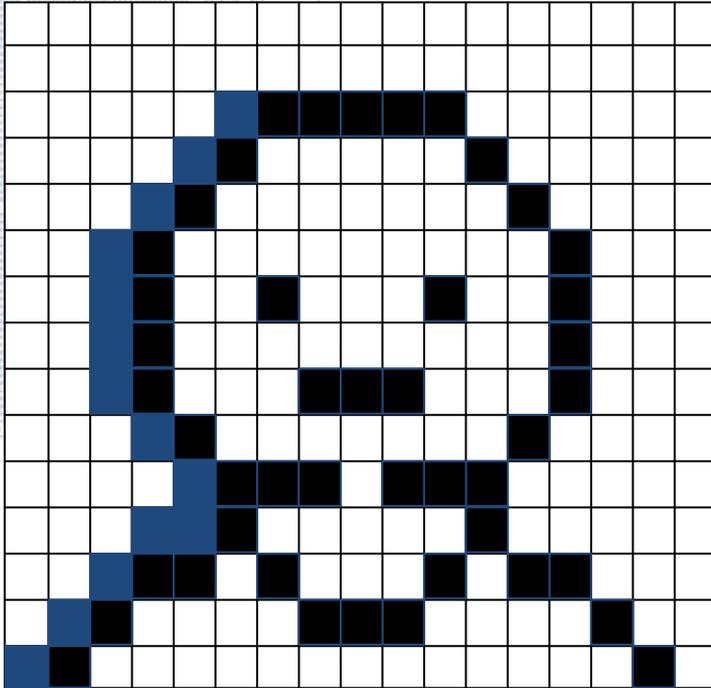
Qu'est-ce qu'une caméra événementielle ?

Chaque pixel est
indépendant et
fonctionne de manière
asynchrone.

Signale **les**
changements
d'intensité lumineuse;
sinon, reste silencieux.

Caméra événementielle

A quoi ressemblent les données événementielles ?



Caméra événementielle

Un événement est défini par :

- Sa position : x et y
- Sa polarité : p
- Son timestamp : t

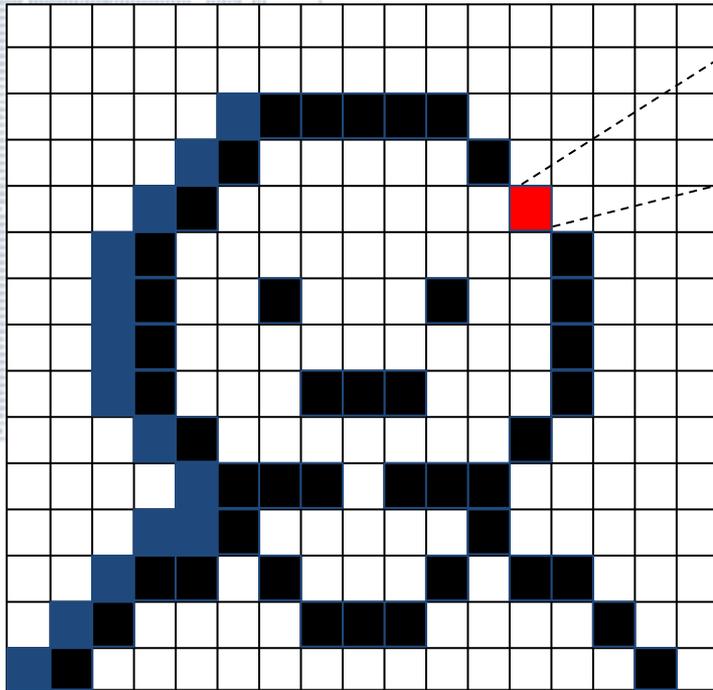
$$e_1 = [x, y, p, t]$$



Flux d'événements :

$$Flow = [e_1, e_2, e_3, \dots, e_n]$$

A quoi ressemblent les données événementielles ?



x : 13
y : 4
p : 1
timestamp : 1203

Caméra événementielle

Et mathématiquement ?

Un événement est déclenché au pixel (x, y) à l'instant si :

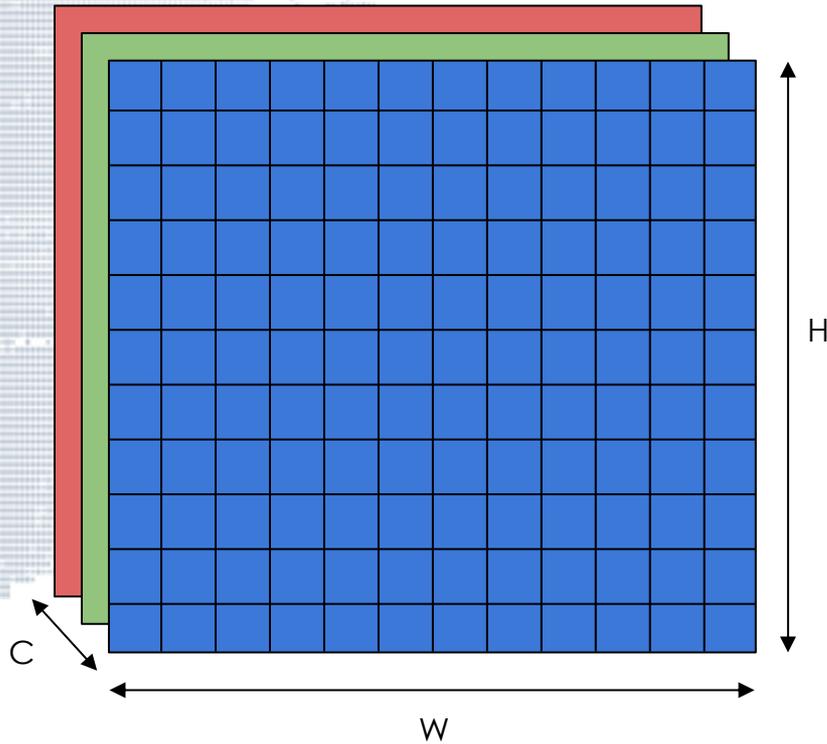
$$event(x, y, t_k, p) = |\log I(x, y, t_k) - \log I(x, y, t_{k-1})| \geq C$$

La polarité est calculée en fonction de :

$$p_k = \begin{cases} +1, & \text{si } \log I(x, y, t_k) - \log I(x, y, t_{k-1}) \geq C \\ -1, & \text{si } \log I(x, y, t_k) - \log I(x, y, t_{k-1}) \leq -C \end{cases}$$

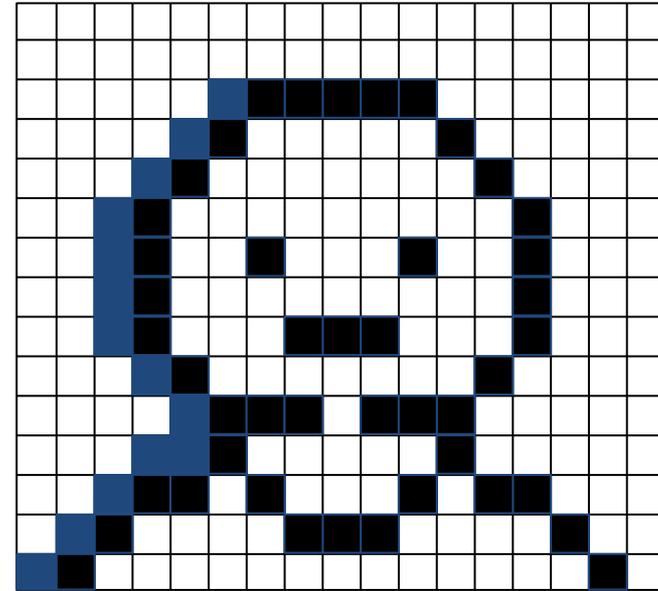
Avec C une valeur seuil

A quoi ressemblent les données événementielles ?



Données RGB

C (RGB) Matrices fixes de dimension : (H, W)



Données événementielle

Flux d'événements

Exemple d'utilisation de la caméra événementielle





3

Présentation de l'équipe de recherche

Présentation de l'équipe de recherche



Djessy **ROSSI**

Doctorant en 2ème année



Pascal **VASSEUR**

Directeur de thèse



Fabio **MORBIDI**

Co-encadrant



Cédric **DEMONCEAUX**

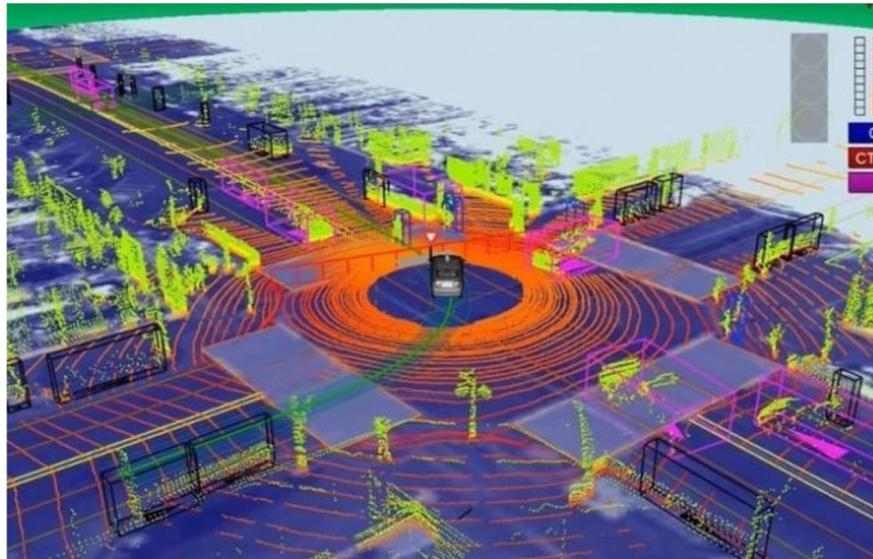
Co-encadrant



Présentation de l'équipe de recherche

**Caméra événementielle pour la pERception d'oBjEts Rapides
autour du véhicule autonome - CERBERE**

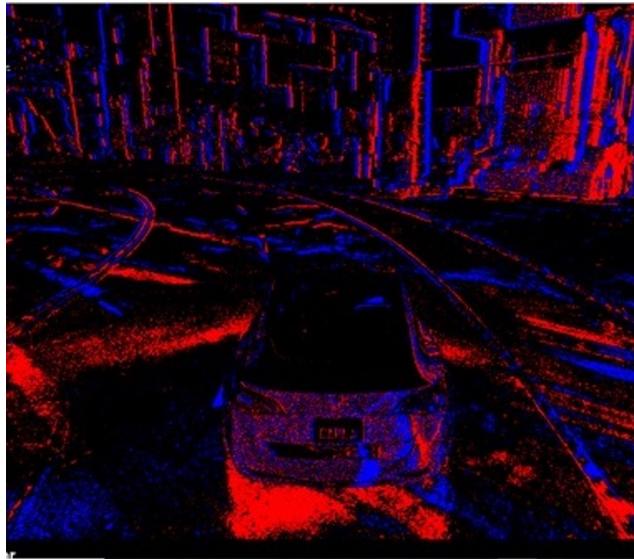
**Système de localisation et cartographie simultanées (SLAM) /
Détection et suivi d'objets mobiles (DATMO) par stéréo
événementielle**



Présentation de l'équipe de recherche

Caméra événementielle pour la p**ER**ception d'o**Bj**ets **R**apides
autour du véhicule autonome - **CERBERE**

Multimodalité caméra événementielle / lidar



Présentation de l'équipe de recherche

Caméra événementielle pour la p**ER**ception d'o**Bj**ets **R**apides
autour du véhicule autonome - **CERBERE**

Détection d'objets avec caméra événementielle

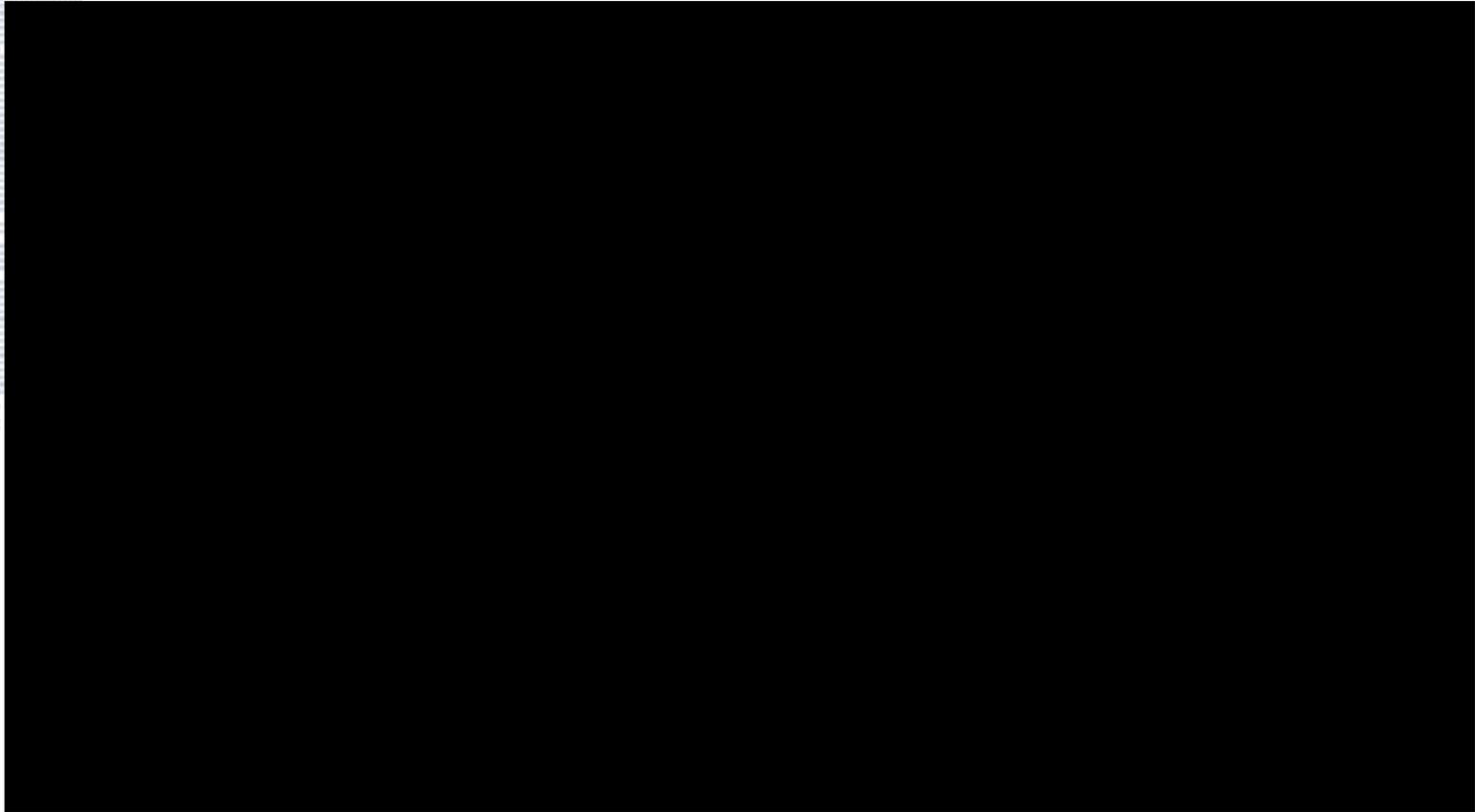




4

Problématique de ma thèse

Problématique de ma thèse



National Research Agency project CERBERE 2022 - 2025
<https://www.mis.u-picardie.fr/node/563>

Problématique de ma thèse



National Research Agency project CERBERE 2022 - 2025
<https://www.mis.u-picardie.fr/node/563>



5

Comment détecter des objets avec une caméra événementielle ?

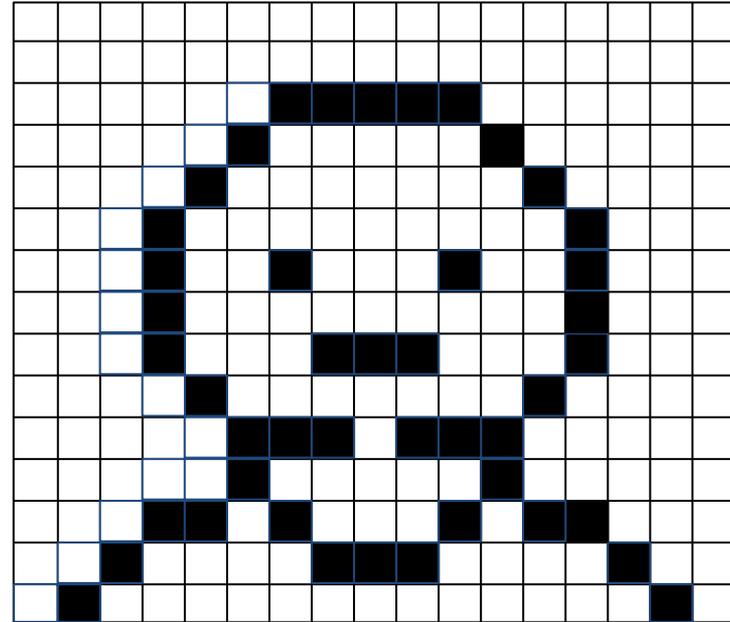
Représentations des données événementielles

Événements individuels

Un histogramme

Une grille de voxels

Un graphe



$$e = [x, y, t, p]$$

$$Flow = [e_1, e_2, e_3, \dots, e_n]$$

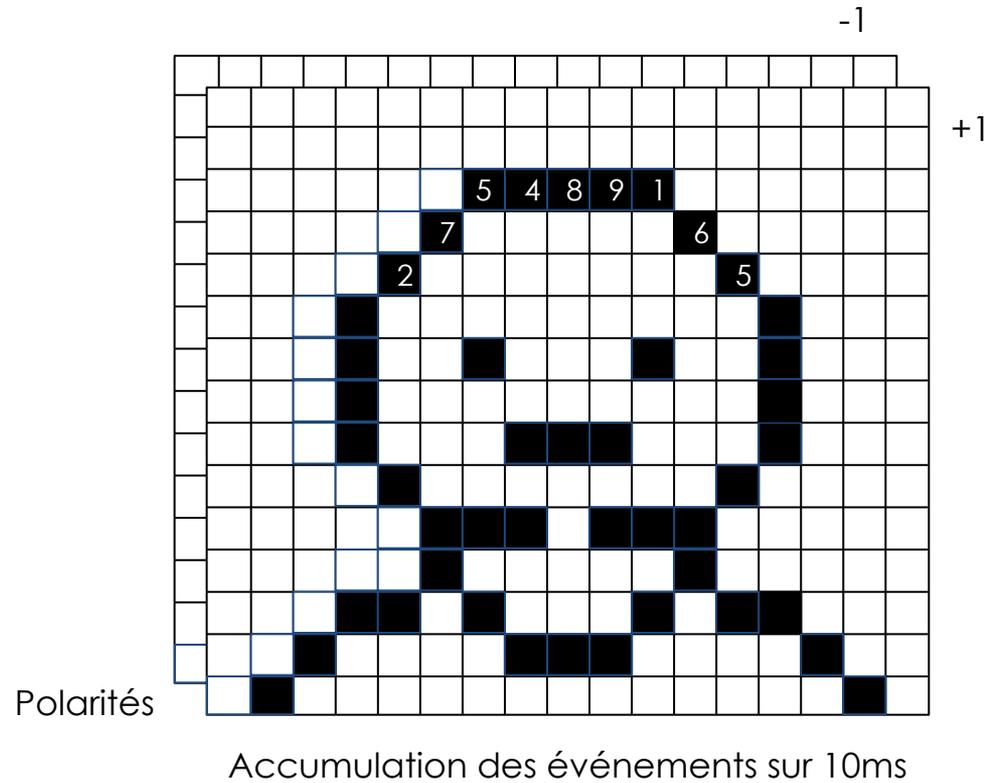
Représentations des données événementielles

Événements individuels

Un histogramme

Une grille de voxels

Un graphe



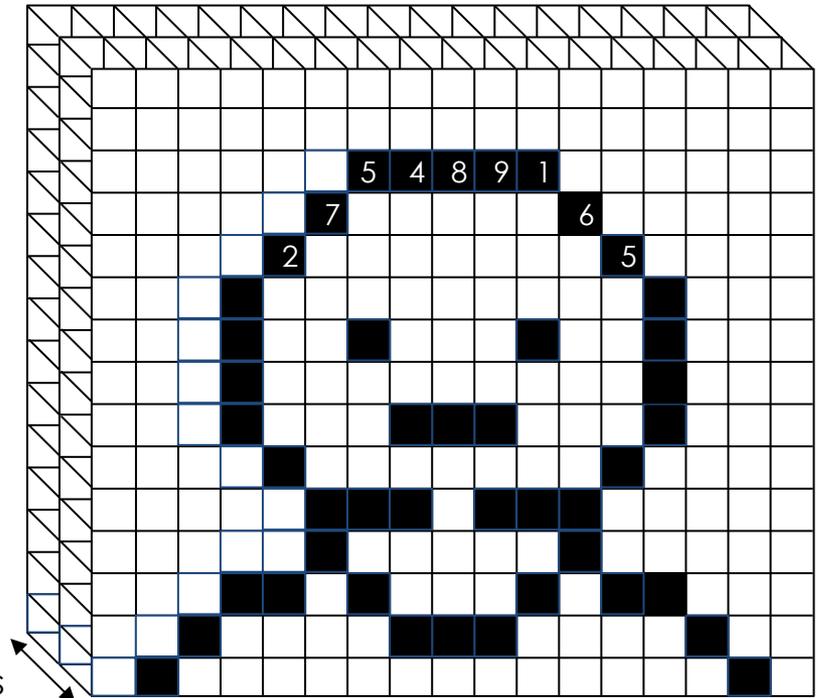
Représentations des données événementielles

Événements individuels

Un histogramme

Une grille de voxels

Un graphe



Accumulation des événements sur 10ms

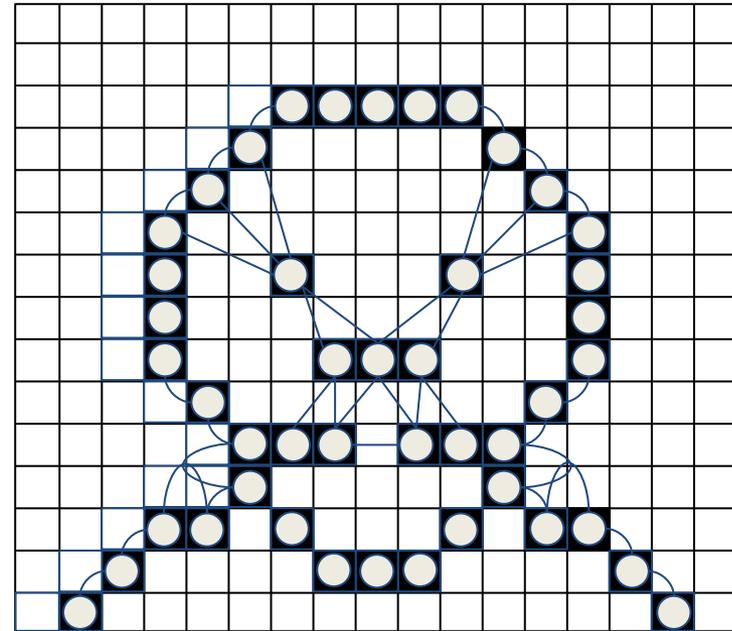
Représentations des données événementielles

Événements individuels

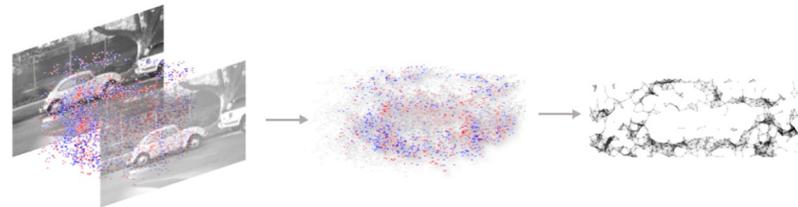
Un histogramme

Une grille de voxels

Un graphe



Accumulation des événements sur 10ms



(a) Event Stream

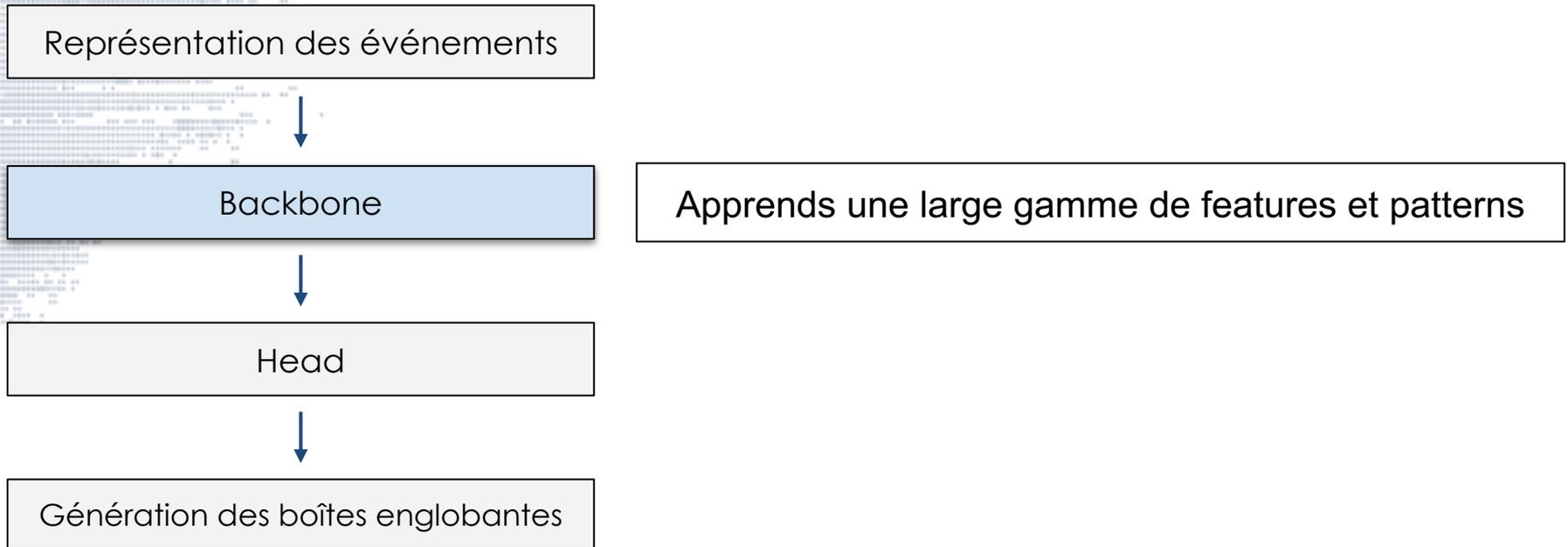
(b) Subsampling

(c) Graph Generation

Asynchronous Event-based Graph Neural Networks

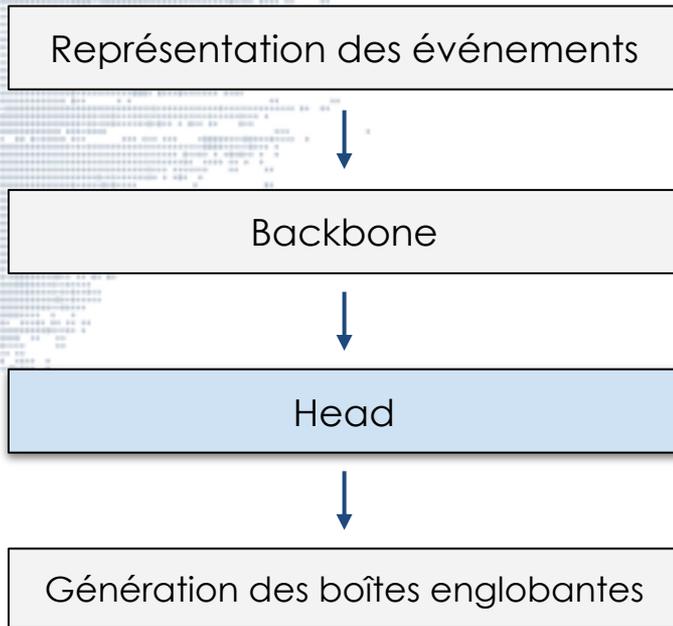
Méthodes de deep learning

Avec nos représentations, comment réaliser la détection d'objets ?



Méthodes de deep learning

Avec nos représentations, comment réaliser la détection d'objets ?



Réalise la détection d'objets en elle-même

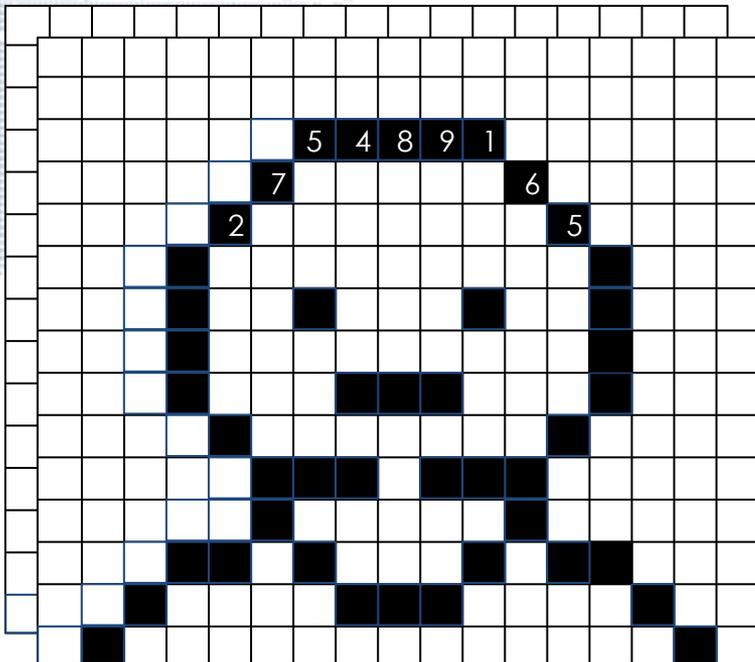
Méthodes de deep learning

Avec nos représentations, comment réaliser la détection d'objets ?

Représentation des événements



Backbone



Un histogramme

Graph Neural Network

Convolutional Neural Network

Vision Transformer

Spiking Neural Network

Méthodes de deep learning

Avec nos représentations, comment réaliser la détection d'objets ?

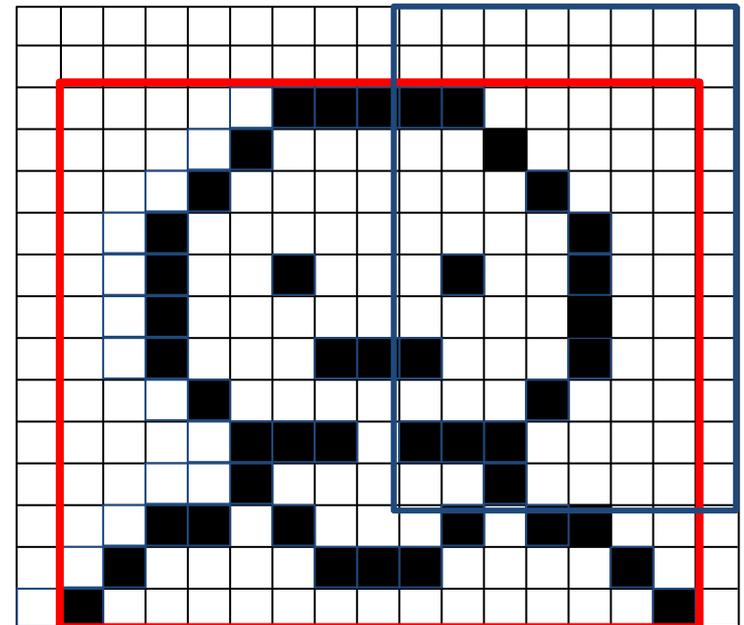
Head



Génération des boîtes englobantes

You Only Look Once (YOLO) [\[9\]](#)

Single Shot Detector (SSD) [\[7\]](#)



— Vérité terrain

— Boîte prédite par YOLO / SSD

Méthodes de deep learning

Différentes catégories de backbone

Modèle bien connu et performant

Convolutional Neural Network

Exploitation des méthodes sur un graphe

Graph Neural Network

Pas adapté aux données événementielles

Détection d'objets
Données événementielle

Complexité computationnelle élevée

Mix de plusieurs backbone

Efficacité énergétique - Asynchrone

Spiking Neural Network

Module d'attention

Vision Transformer

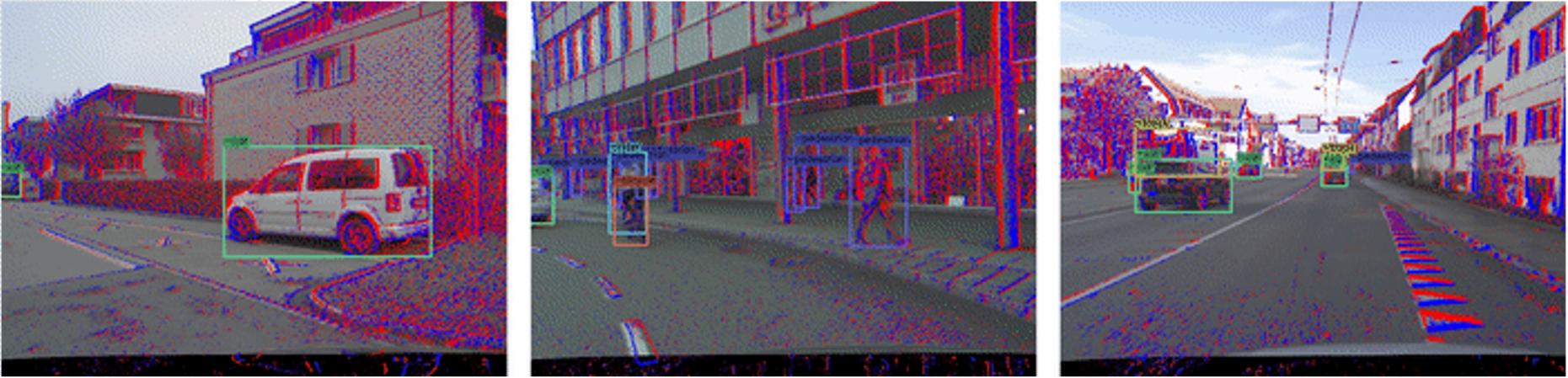
Entraînement complexe

Besoin de beaucoup de données



Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle

Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle



DSEC-DET : Base de données RGB - Événementielles

Gehrig, M., Aarents, W., Gehrig, D., & Scaramuzza, D. (2021).
[Dsec: A stereo event camera dataset for driving scenarios.](#)

Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle

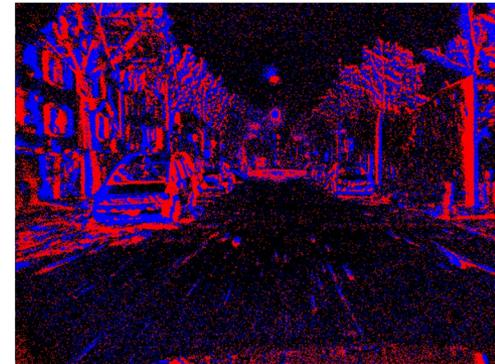


ResNet - RGB

DETR - RGB

mAP : 0.277

Baseline Images RGB



ResNet - Event

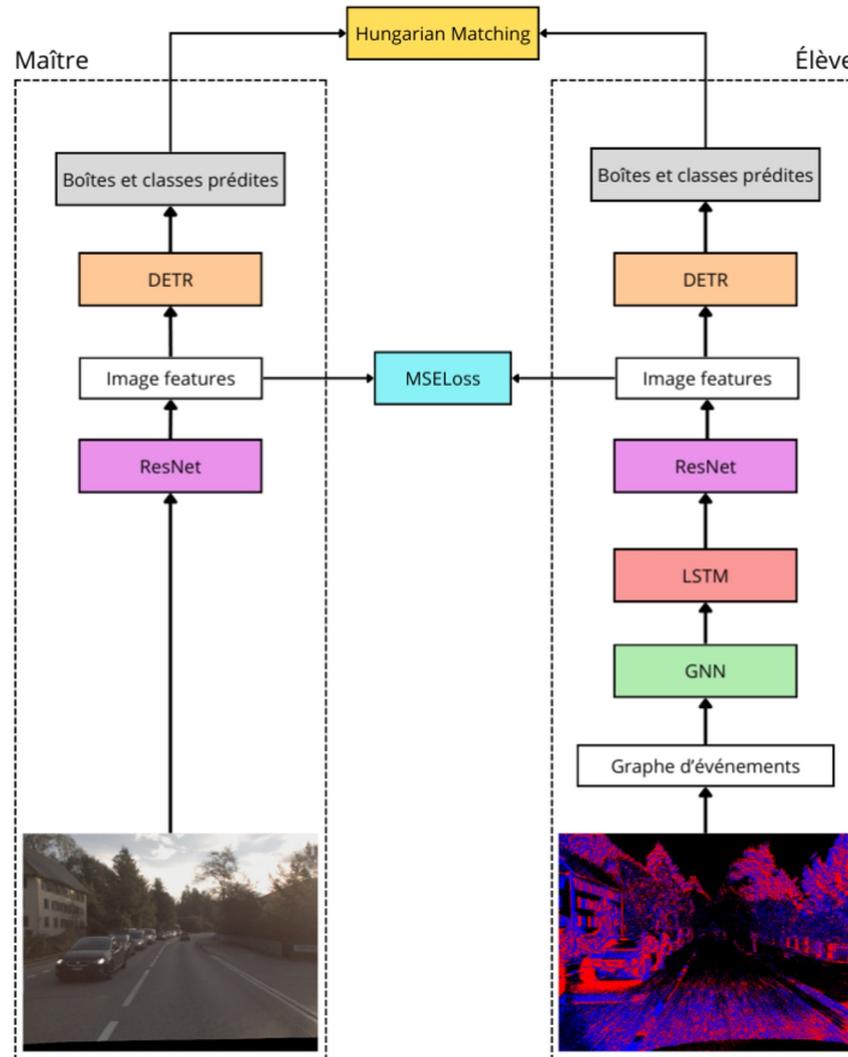
DETR - Event

mAP : 0.128

Baseline Events - Histogramme

Modèle **DETR** appliqué à DSEC-DET - RGB et Événementielle

Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle



Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle

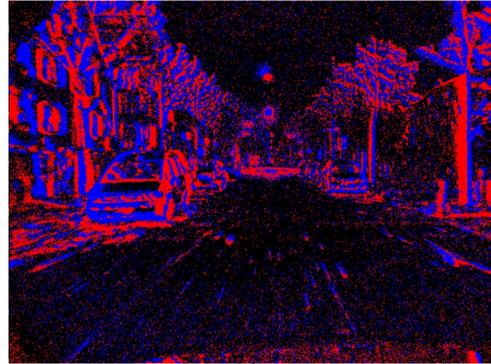


ResNet - RGB

DETR - RGB

mAP : 0.277

Baseline Images RGB

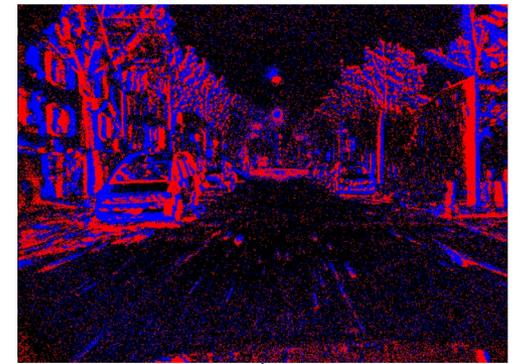


ResNet - Event

DETR - Event

mAP : 0.128

Baseline Events - Histogramme



ResNet Distill - Event-RGB

DETR - RGB

mAP : 0.138 (+1.0)

ResNet distillé - Event RGB

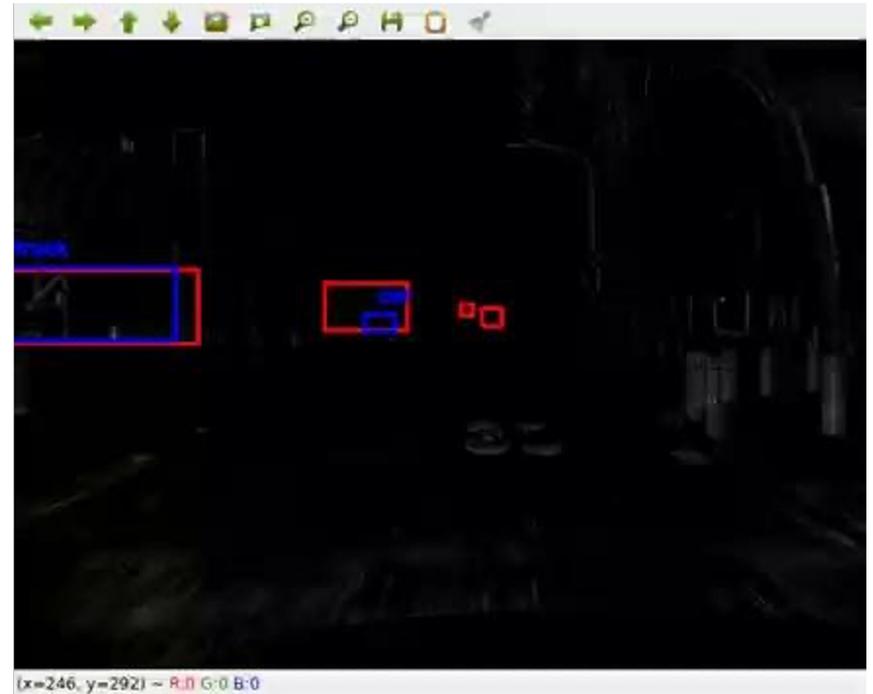
Modèle **DETR** appliqué à DSEC-DET - RGB et Événementielle

Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle

Quelques résultats qualitatifs



DETR appliqué sur DSEC-DET RGB



DETR Distillé appliqué sur DSEC-DET RGB



Principe et utilisation des caméras événementielles pour la robotique

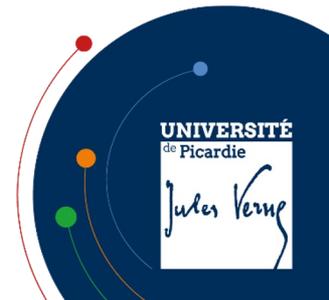
Ecole Technologique 2RM 2024, Rennes - 22 Mai 2024

Djessy ROSSI

Laboratoire MIS, Université de Picardie Jules Verne



djessy.rossi@u-picardie.fr



Mes recherches actuelles avec une caméra événementielle

DEtection TRansformer (DETR)

