



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



L'IA AU SERVICE DES TERRITOIRES

Journée Mobilité intelligente et transitions

1^{er} avril 2025

Visuel créé avec une IA générative

L'IA pour la sécurité routière et la mobilité



Contexte

- Enjeu en sécurité routière : connaître l'usage des infrastructures
 - Classification
 - Comptage
 - Trajectoires
 - Interactions

- Mais...
 - Des usagers aux profils différents
 - Des trajectoires difficiles à prédire

Intérêt de la vidéo et de l'intelligence artificielle

- Analyse manuelle par un opérateur humain
 - Avantages : exhaustivité, qualité
 - Inconvénients : chronophage, durée d'observation faible, monotâche
- Utilisation de l'analyse vidéo
 - Avantages : durée d'observation élevée, analyse multisites
 - Inconvénients : qualité du recueil vidéo, conditions extérieures, tâches spécifiques

L'intelligence artificielle

Question à ChatGPT : *Donne moi la définition de l'IA.*

L'intelligence artificielle (IA) désigne un ensemble de technologies et d'algorithmes permettant à des machines ou des logiciels d'exécuter des tâches qui nécessitent normalement l'intelligence humaine. Cela inclut des capacités comme l'apprentissage, le raisonnement, la perception et la prise de décision.

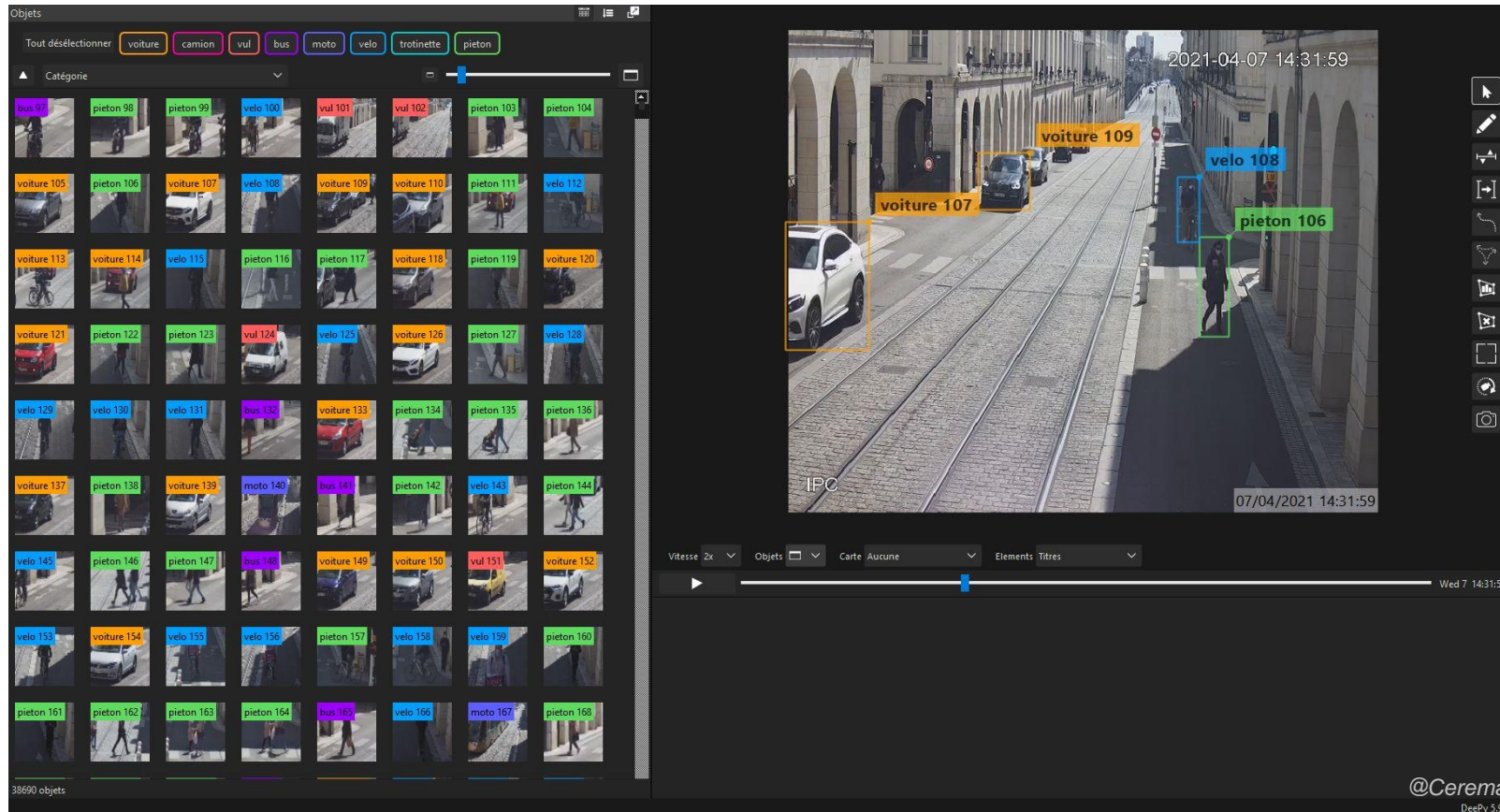
Il existe plusieurs types d'IA :

- *IA faible (ou étroite) : spécialisée dans une tâche précise (ex. : reconnaissance faciale, assistants vocaux).*
- *IA forte (ou générale) : capable d'apprendre et de raisonner comme un humain (hypothétique à ce jour).*
- *IA générative : produit du contenu (texte, images, musique) à partir de données et de modèles d'apprentissage.*

L'IA repose sur des domaines comme le machine learning (apprentissage automatique) et le deep learning (apprentissage profond), qui permettent aux systèmes d'améliorer leurs performances avec l'expérience.

L'intelligence artificielle

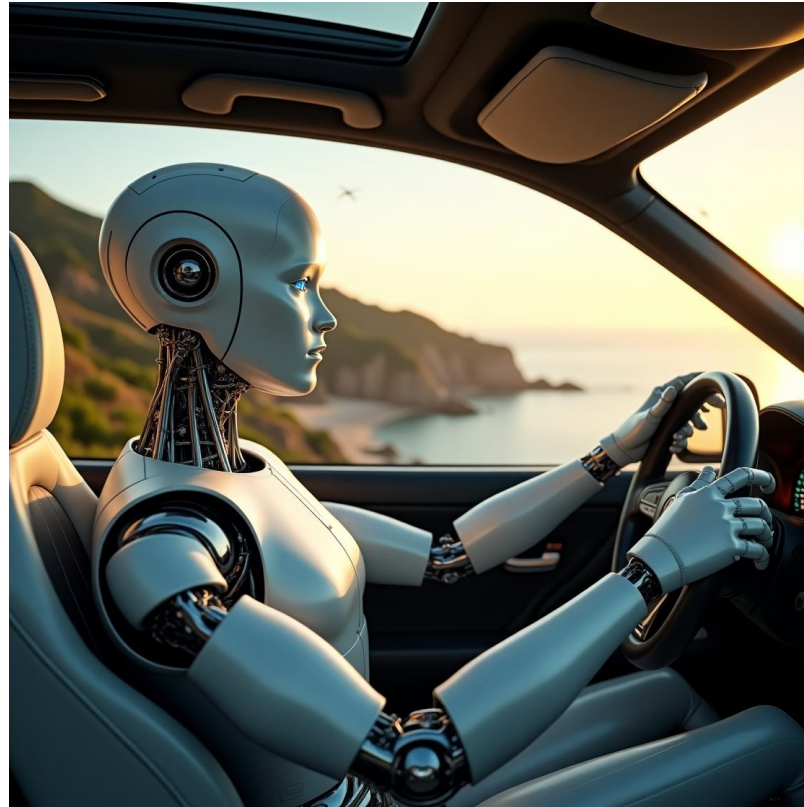
- *IA faible (ou étroite) : spécialisée dans une tâche précise (ex. : reconnaissance faciale, assistants vocaux).*



Extrait de catégorisation d'utilisateurs réalisée par un logiciel d'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle

- *IA forte (ou générale) : capable d'apprendre et de raisonner comme un humain (hypothétique à ce jour).*



Visuel créé avec une IA générative

L'intelligence artificielle

- *IA générative : produit du contenu (texte, images, musique) à partir de données et de modèles d'apprentissage.*

Prompt sur leonardo.ai : Image de l'IA au service des mobilités et des territoires français. Avec des données.



Visuels créés avec une IA générative

Projets de recherche en cours

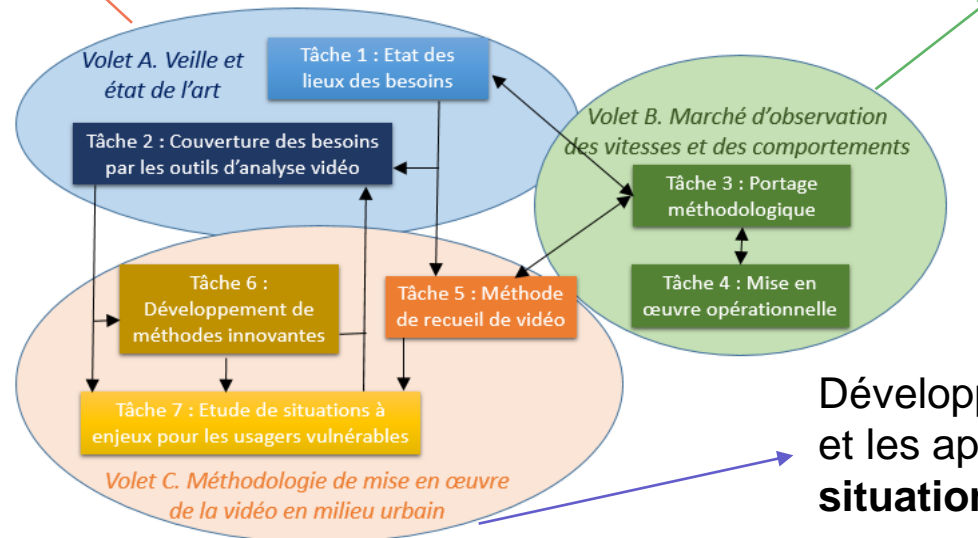


Quelques projets en cours...

- Le projet ATUVVU – Analyse Automatique du Comportement et Interactions des usagers vulnérable par vidéo en milieu urbain

Réaliser l'état des lieux des **besoins liés aux UV en milieu urbain** et de la **bibliographie portant sur l'analyse automatique** de la vidéo

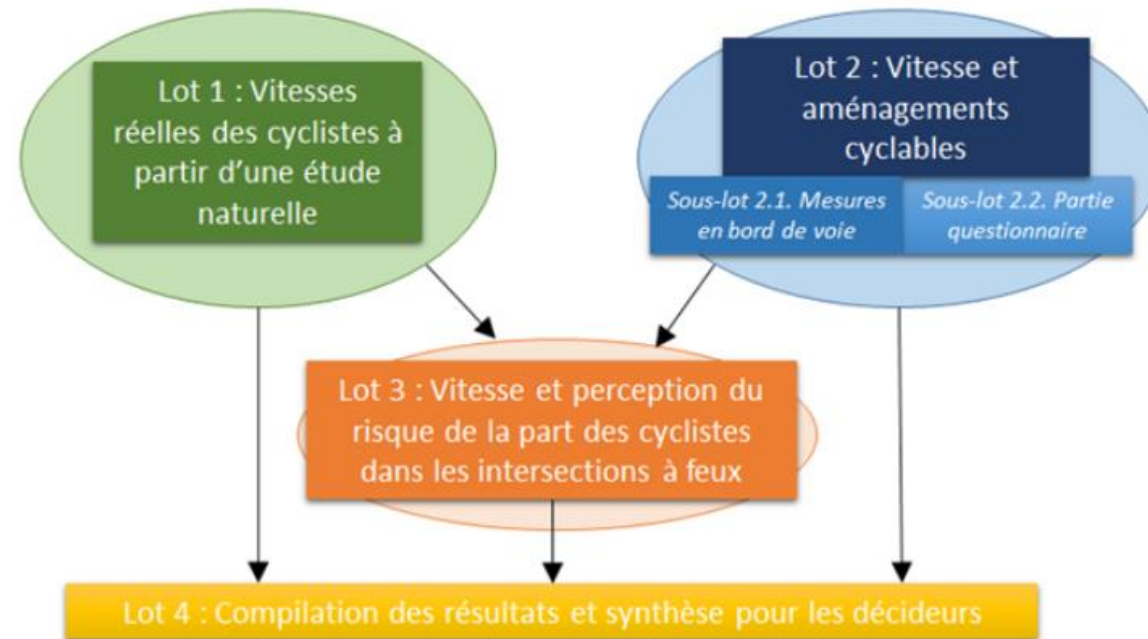
Accompagner l'intégration du recueil par **analyse automatique de vidéo** dans l'**observatoire national des vitesses et des comportements** de la Délégation à la Sécurité Routière



Développer des **méthodes innovantes** et les appliquer à l'**étude de quelques situations à enjeux** pour les UV

Quelques projets en cours...

- Le projet VitAVélo



Quelques projets en cours...

- Utilisation des outils IA dans le cadre d'études
 - Comptage, classification, vitesse
 - Analyse globale des trajectoires
 - Aide à la sélection de séquences vidéos

Catégorisation



Comptage



Vitesse



Trajectoires



Quelques résultats et points d'attention



Limites de l'IA pour la détection

Question à ChatGPT : *Quelles sont les limites de l'IA pour la détection des véhicules dans une vidéo ?*

L'IA utilisée pour la détection de véhicules dans une vidéo présente plusieurs limites :

1. Conditions environnementales

Mauvaise luminosité : de nuit ou en cas de forte lumière, la détection peut être altérée.

Météo défavorable : pluie, brouillard ou neige peuvent réduire la précision.

Occlusions : si un *véhicule est partiellement caché* (par un arbre, un autre véhicule, etc.), l'IA peut ne pas le détecter correctement.

2. Problèmes liés aux algorithmes

Faux positifs et faux négatifs : l'IA peut confondre un objet avec un véhicule ou rater une détection.

Difficulté avec les véhicules atypiques : les algorithmes sont souvent entraînés sur des voitures classiques, mais peuvent mal détecter des véhicules peu communs (camions, motos, véhicules en panne).

Limites des modèles pré-entraînés : les IA généralistes peuvent ne pas être adaptées à des contextes spécifiques (routes encombrées, parkings, zones industrielles).

3. Contraintes matérielles

Puissance de calcul : l'analyse en temps réel nécessite des processeurs puissants (GPU, TPU).

Qualité de la vidéo : une résolution trop basse ou un faible taux de rafraîchissement limite la précision.

4. Problèmes de suivi

Changement de trajectoire soudain : un véhicule qui tourne brusquement ou change de file peut perturber l'algorithme.

Limites de l'IA pour la détection

1. Conditions environnementales

Mauvaise luminosité : de nuit ou en cas de forte lumière, la détection peut être altérée.

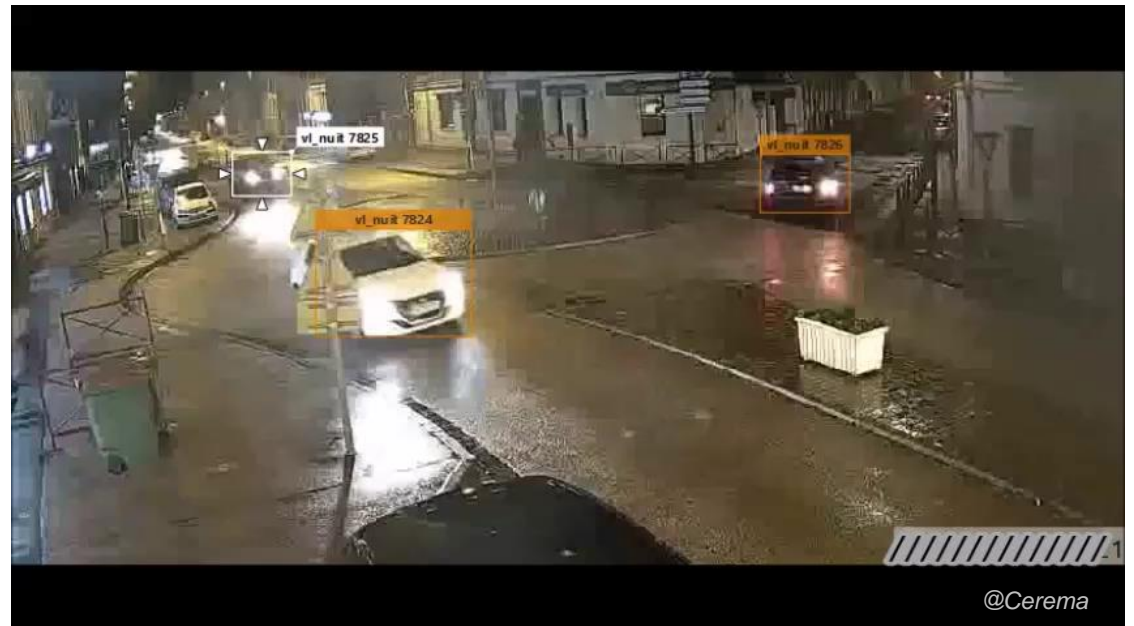
Météo défavorable : pluie, brouillard ou neige peuvent réduire la précision.

Occlusions : si un *véhicule est partiellement caché* (par un arbre, un autre véhicule, etc.), l'IA peut ne pas le détecter correctement.



Problèmes de détection de nuit

@Cerema



Masquage

@Cerema

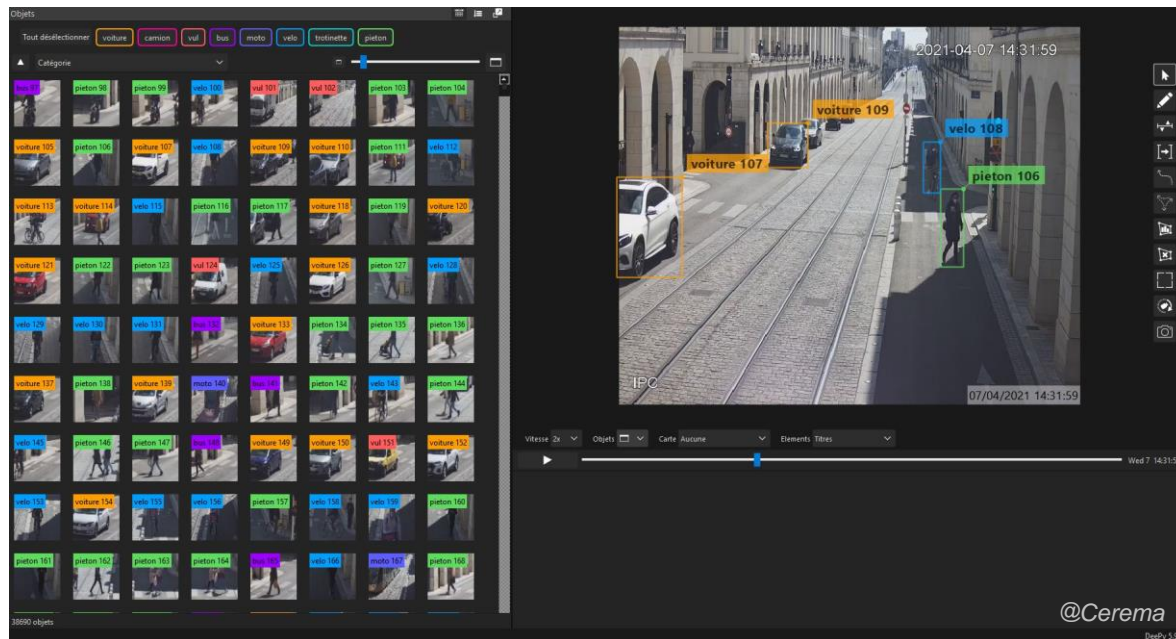
Limites de l'IA pour la détection

2. Problèmes liés aux algorithmes

Faux positifs et faux négatifs : l'IA peut confondre un objet avec un véhicule ou rater une détection.

Difficulté avec les véhicules atypiques : les algorithmes sont souvent entraînés sur des voitures classiques, mais peuvent mal détecter des véhicules peu communs (camions, motos, véhicules en panne).

Limites des modèles pré-entraînés : les IA généralistes peuvent ne pas être adaptées à des contextes spécifiques (routes encombrées, parkings, zones industrielles).



Extrait de catégorisation d'utilisateurs réalisée par un logiciel d'intelligence artificielle

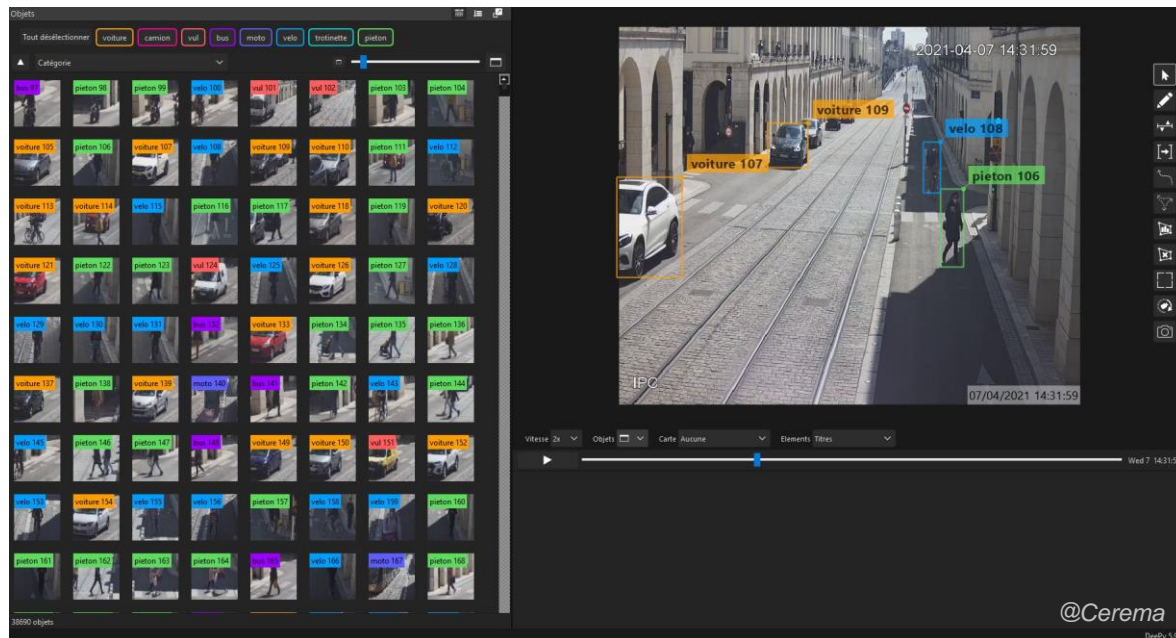
Limites de l'IA pour la détection

2. Problèmes liés aux algorithmes

Faux positifs et faux négatifs : l'IA peut confondre un objet avec un véhicule ou rater une détection.

Difficulté avec les véhicules atypiques : les algorithmes sont souvent entraînés sur des voitures classiques, mais peuvent mal détecter des véhicules peu communs (camions, motos, véhicules en panne).

Limites des modèles pré-entraînés : les IA généralistes peuvent ne pas être adaptées à des contextes spécifiques (routes encombrées, parkings, zones industrielles).



Extrait de catégorisation d'utilisateurs réalisée par un logiciel d'intelligence artificielle



Exemples de mauvaises catégorisations

Limites de l'IA pour la détection

3. Contraintes matérielles

Puissance de calcul : l'analyse en temps réel nécessite des processeurs puissants (GPU, TPU).

Qualité de la vidéo : une résolution trop basse ou un faible taux de rafraîchissement limite la précision.

Vitesse de calcul à posteriori \approx 3 minutes/heure de vidéo

Limites de l'IA pour la détection

4. Problèmes de suivi

Changement de trajectoire soudain : un véhicule qui tourne brusquement ou change de file peut perturber l'algorithme.

Extrait de la bibliographie fournie par ChatGPT

3. ****Article** : "Anomaly Detection in Traffic Scenes via Spatial-aware Motion Reconstruction" par Yuan Yuan, Dong Wang, et Qi Wang (2019)**
Cet article traite de la détection d'anomalies dans les scènes de trafic, en particulier des défis posés par les changements brusques de vitesse des véhicules. Les auteurs proposent une approche de codage parcimonieux pour détecter les anomalies, en tenant compte de la reconstruction du mouvement spatial.

Ces travaux illustrent les défis auxquels sont confrontés les algorithmes de détection et de suivi de véhicules en présence de changements de trajectoire soudains, soulignant la nécessité de développer des modèles capables de gérer de telles variations pour améliorer la précision et la fiabilité des systèmes de surveillance du trafic.



Source : Anomaly Detection in Traffic Scenes via Spatial-aware Motion Reconstruction
par Yuan Yuan, Dong Wang, et Qi Wang (2019)

Points d'attention pour l'utilisation de l'IA

Point généraux

1. Orientation de la caméra :

L'**éblouissement** empêche l'exploitation des vidéos.

Une **mauvaise orientation** rend impossible l'identification de certains usagers (de face un cycliste ne peut pas être distingué d'un piéton).

2. Stabilité de la vidéo

Si le cadrage de la vidéo n'est pas fixé, les résultats de l'analyse sont impactés.

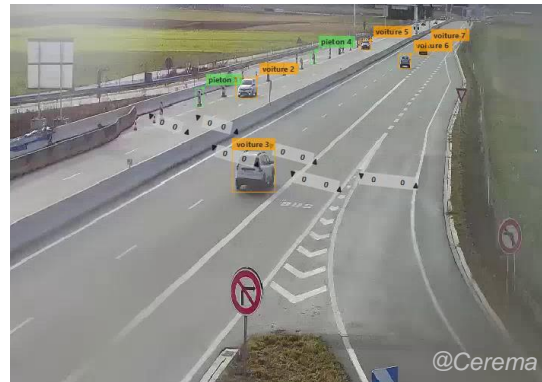
3. Qualité de la vidéo en toutes conditions

Les perturbations ponctuelles de la qualité de la vidéo peuvent rendre cette dernière inexploitable.

Liste non exhaustive



Eblouissement



Caméra instable



Présence de buée sur la caméra qui perturbe la détection.

Points d'attention pour l'utilisation de l'IA

Suivi de trajectoire

1. Orientation de la caméra :

L'angle de vue doit assurer une **bonne visibilité sur l'ensemble des trajectoires étudiées.**

2. Eventuels masquage :

Si un usager est **masqué ponctuellement le suivi de la trajectoire est impossible.**

Pose des difficultés en particulier dans le suivi des O/D en intersections et sur les calculs d'indicateurs

3. Défauts de suivis :

Il est nécessaire de vérifier les résultats pour vérifier les fausses détections.

Liste non exhaustive



Exemple de prise de vue limitant la possibilité de suivi des O/D



Problème de suivi des usagers en intersection



Problème de suivi entraînant des comptages multiples



Problème de suivi de trajectoire lié à un masquage



Erreur de détection de trajectoire

Points d'attention pour l'utilisation de l'IA

Calcul de vitesse

1. Disposer de repères de distances

L'IA ne peut calculer des vitesses que si des repères de distances sont associés à la vidéo.

2. Sélectionner la zone de calcul la plus pertinente

La zone de vitesse sélectionnée peut impacter les résultats.

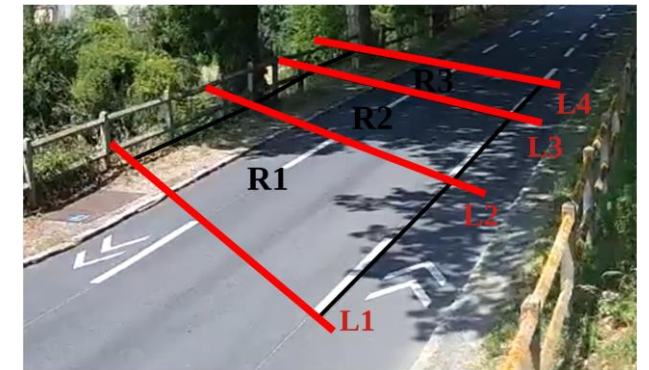
Liste non exhaustive



Prise de vue sans éléments de contexte permettant d'obtenir des repères de distance



Distorsion de la prise de vue pouvant fausser les calculs de vitesse



zone	effectif	V85	Vmoy	Vmed	%>10	%>20	%>30	%>40	%>50	%>60	%>70	MAE	
0	R1	10742	60.0	49.45	50.0	99.79	98.95	94.27	82.89	47.36	12.77	2.28	1.83
1	R2	10700	59.0	49.18	49.0	99.79	99.06	94.50	81.19	45.54	12.60	2.57	3.22
2	R3	10673	55.0	44.65	45.0	99.82	98.87	91.90	65.34	26.76	6.22	1.33	11.00
3	R4	10657	60.0	49.96	50.0	99.71	99.11	94.93	83.76	49.63	13.77	2.52	1.50
4	R5	10622	57.0	47.16	47.0	99.76	98.99	93.75	75.74	36.28	9.18	1.70	6.95
5	R6	10571	57.0	47.15	47.0	99.68	98.99	93.75	76.91	36.47	8.59	1.43	6.95

Impact de la zone de calcul sur la valeur de vitesse

Conclusion



Conclusion

L'IA est un outil intéressant au service des territoires. Elle peut permettre :

- L'identification et le comptage des usagers
- Le calcul des vitesses
- Le suivi des trajectoires
- L'identification de certaines interactions entre les usagers
- L'identification de certains comportements (ex : durée de stationnement)

Cependant l'utilisation de l'IA nécessite :

- De vérifier la cohérence des résultats
- Une instrumentation adaptée (pas toujours possible en fonction du contexte et de l'environnement de l'infrastructure étudiée)
- Une bonne connaissance des outils et de leurs limites (le liste des points d'attention présentée n'est pas exhaustive)
- D'identifier la fiabilité nécessaire pour le projet et de vérifier qu'elle est compatible avec l'utilisation de l'IA

De plus, l'IA ne permet pas le calcul de tous les indicateurs :

- Ne permet pas l'analyse des situations permettant d'identifier des cas non anticipés
- Impossibilité de calculer certains indicateurs de risques

Perspectives

Création d'un dataset de données labellisées

- Evaluer les algorithmes d'IA
- Alimenter les bases d'apprentissage

Intégrer l'IA dans une méthodologie globale

- Définition des indicateurs
- Recueil de données adapté à l'utilisation d'outils IA pour l'analyse
- Traitement des données par l'IA
- Hiérarchisation du risque pour priorisation des interventions
- Expertise métier

Exemple des carrefours



Vérifier la cohérence des résultats



Visuel créé avec une IA générative

Vérifier la cohérence des résultats



Visuel créé avec une IA générative



Merci de votre attention

Intervenantes : Peggy Subirats et Clémence Bruneval

Contributeurs : Nathalie Bertiaux, Ludovic Chastenet de Castaing, Thomas Chiron, Jérémy Courtois, David Doucet, Guillaume Martinez

Visuel créé avec une IA générative