

Apport de l'Intelligence Artificielle dans l'analyse d'images et les études trafic

JM RST 3 au 5 juillet 2023

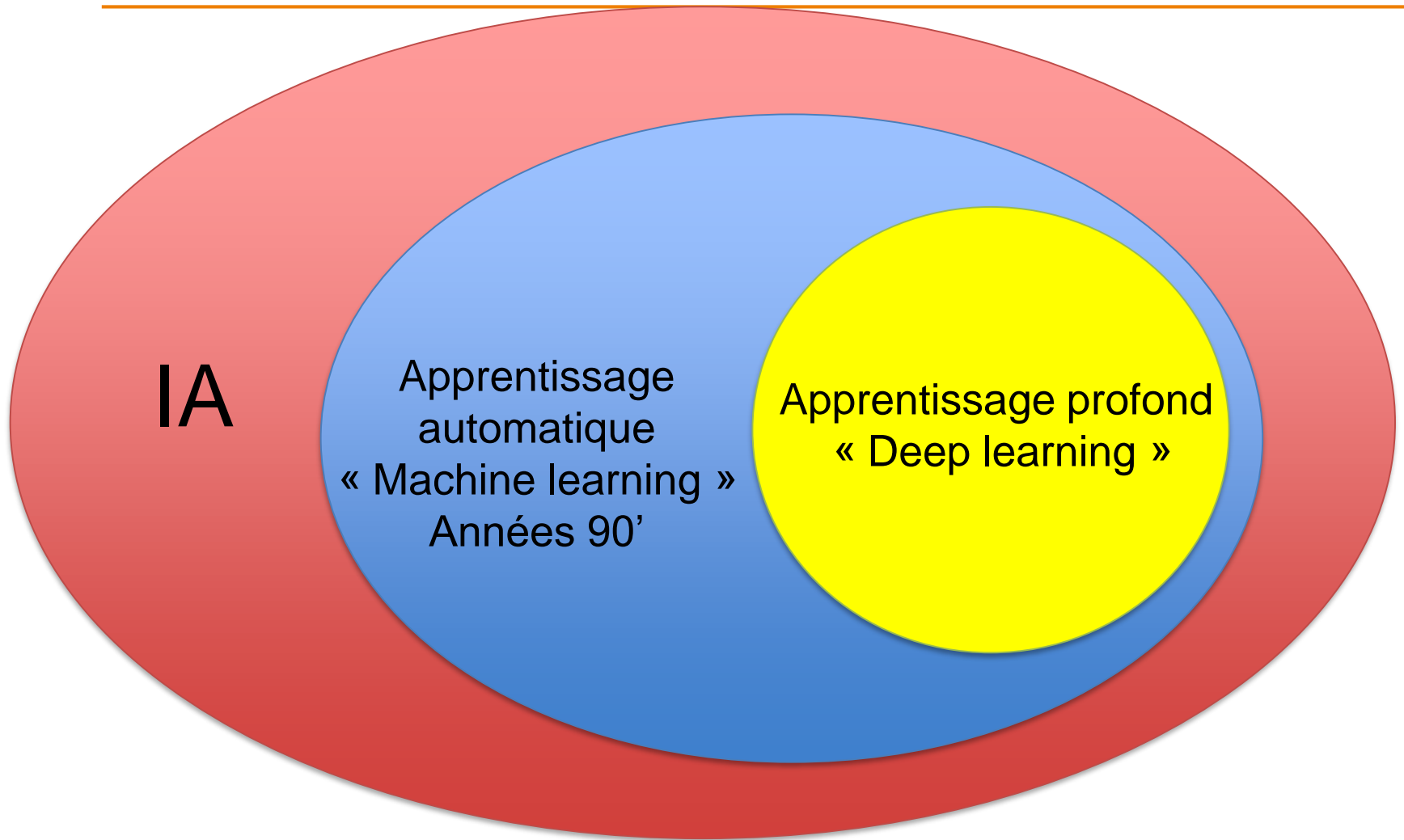
Valérie Leray (Cerema IF)
Jérémy Courtois (Cerema NC)
David Doucet (Cerema NC)
Thomas Durlin (Cerema TV)

Qu'est-ce que l'IA ?

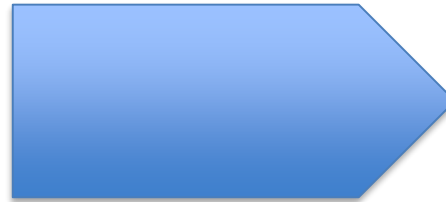


L'IA consiste à mettre en œuvre des actions ou techniques visant à permettre aux machines d'imiter l'intelligence humaine.

Qu'est-ce que l'IA ?

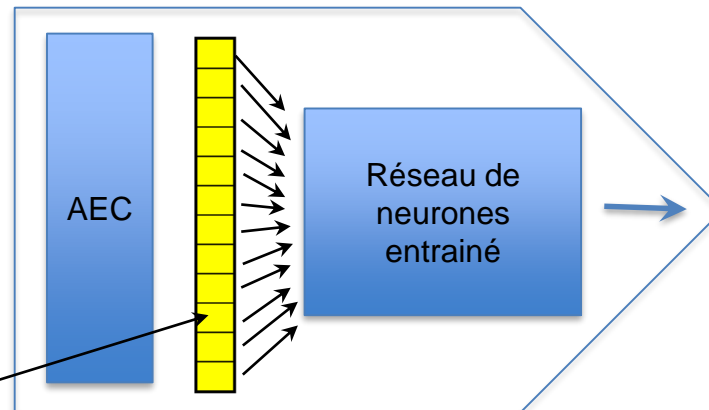


Application du « machine learning » à l'analyse d'images



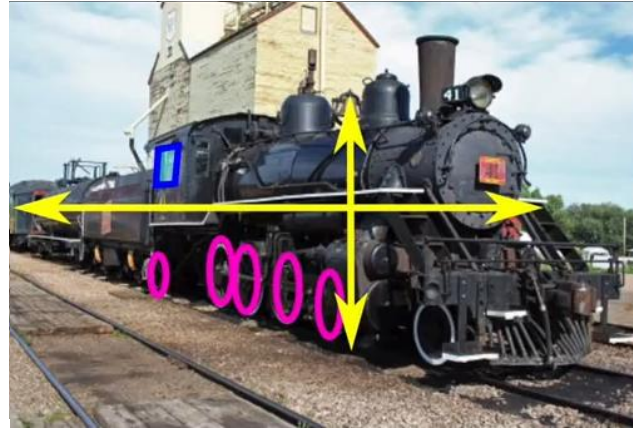
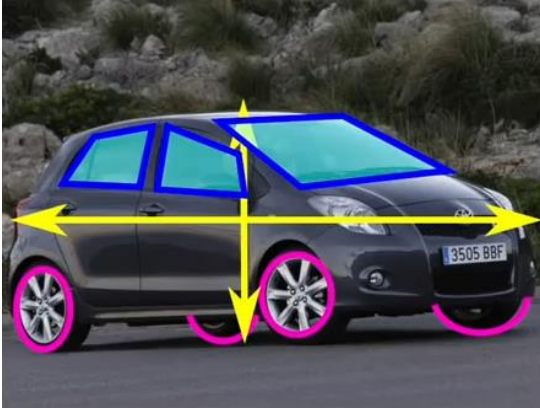
Train ?
Bus ?
Voiture ?
Tramway ?
...

Pour cela, on doit utiliser un Algorithme d'Extraction de Caractéristiques (AEC) qui sera le point d'entrée du réseau de neurones pour la reconnaissance des véhicules.



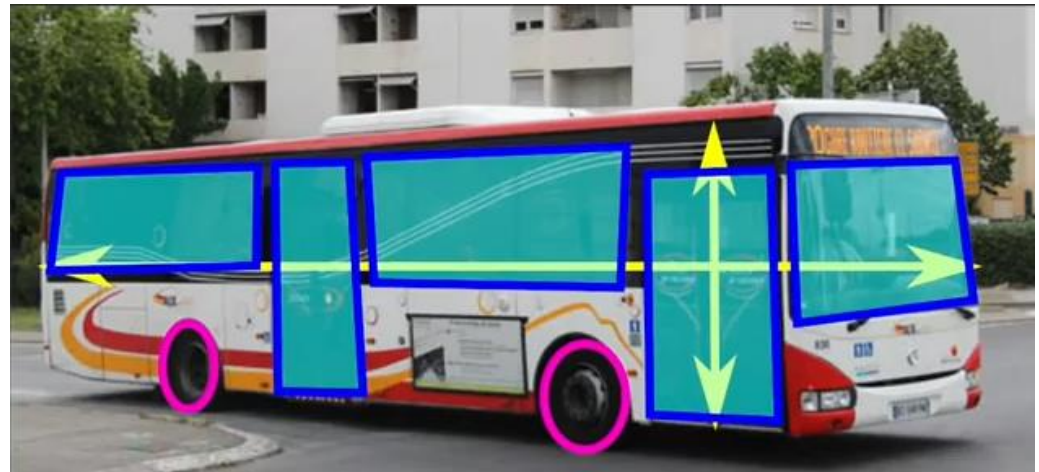
Liste de caractéristiques

Application du « machine learning » à l'analyse d'images



Nombre de roues
Rapport longueur/hauteur
Couleur dominante
Quantité de surface vitrée
Nombre de vitres, formes
....

Les caractéristiques intermédiaires de l'image doivent être définies par un expert du domaine.



« Machine Learning » et « Deep Learning »

La qualité (la justesse) des résultats de l'analyse par « machine learning » est tributaire des compétences du concepteur des algorithmes d'extraction des caractéristiques.

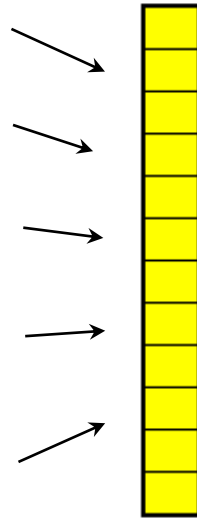
En 1990, Yann Le Cun utilise pour la première fois le « Deep Learning ».

En 2013, les résultats supplantent largement ceux du « machine learning ».

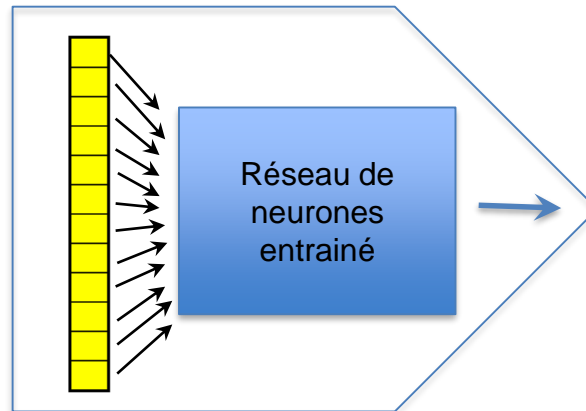
- Evolution des algorithmes
- Evolution des matériels (principalement des cartes graphiques)
- Mise en ligne de banques d'images par la société ImageNet (plus de 15 millions d'images dans plus de 10 000 catégories).

Le « Deep Learning » consiste à fournir une banque d'images en entrée de ce que l'on souhaite reconnaître. Ce processus crée, grâce à ces images, les caractéristiques principales et intermédiaires.

« Deep Learning »



Plus le nombre d'images est important, meilleure sera la reconnaissance de l'objet



Bus

Application à l'analyse du trafic

Opportunité de mieux appréhender le comportement de tous les usagers

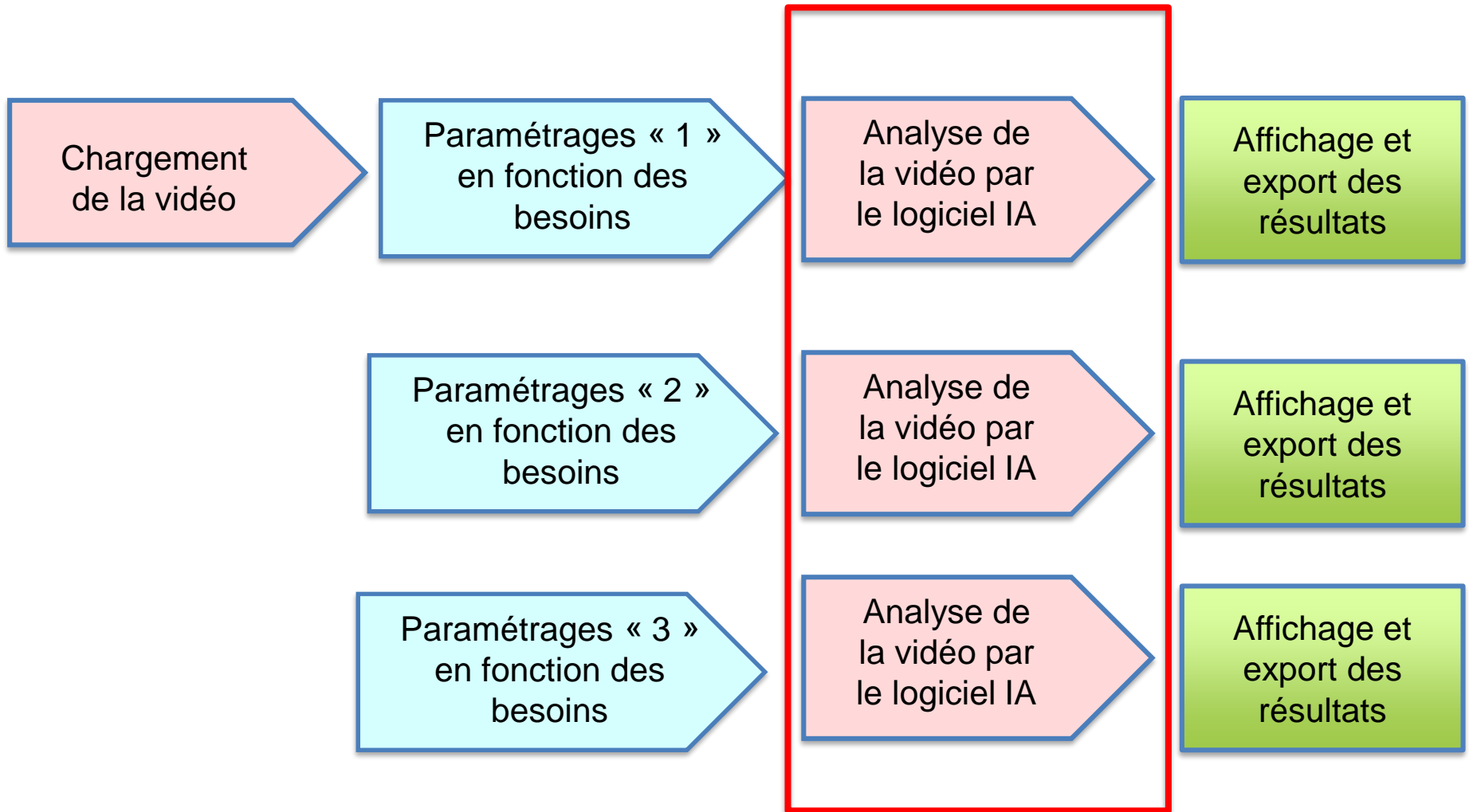
Principes d'analyse vidéo par IA détection

- 2 grands principes différents

1 - Logiciel à post-traitement

- L'utilisateur charge sa vidéo, paramètre les zones de détections, définit les indicateurs de sortie
- Le logiciel analyse suivant les besoins et le paramétrage effectué par l'utilisateur

Chaine d'analyse Post-traitement



Principes d'analyse vidéo par IA détection

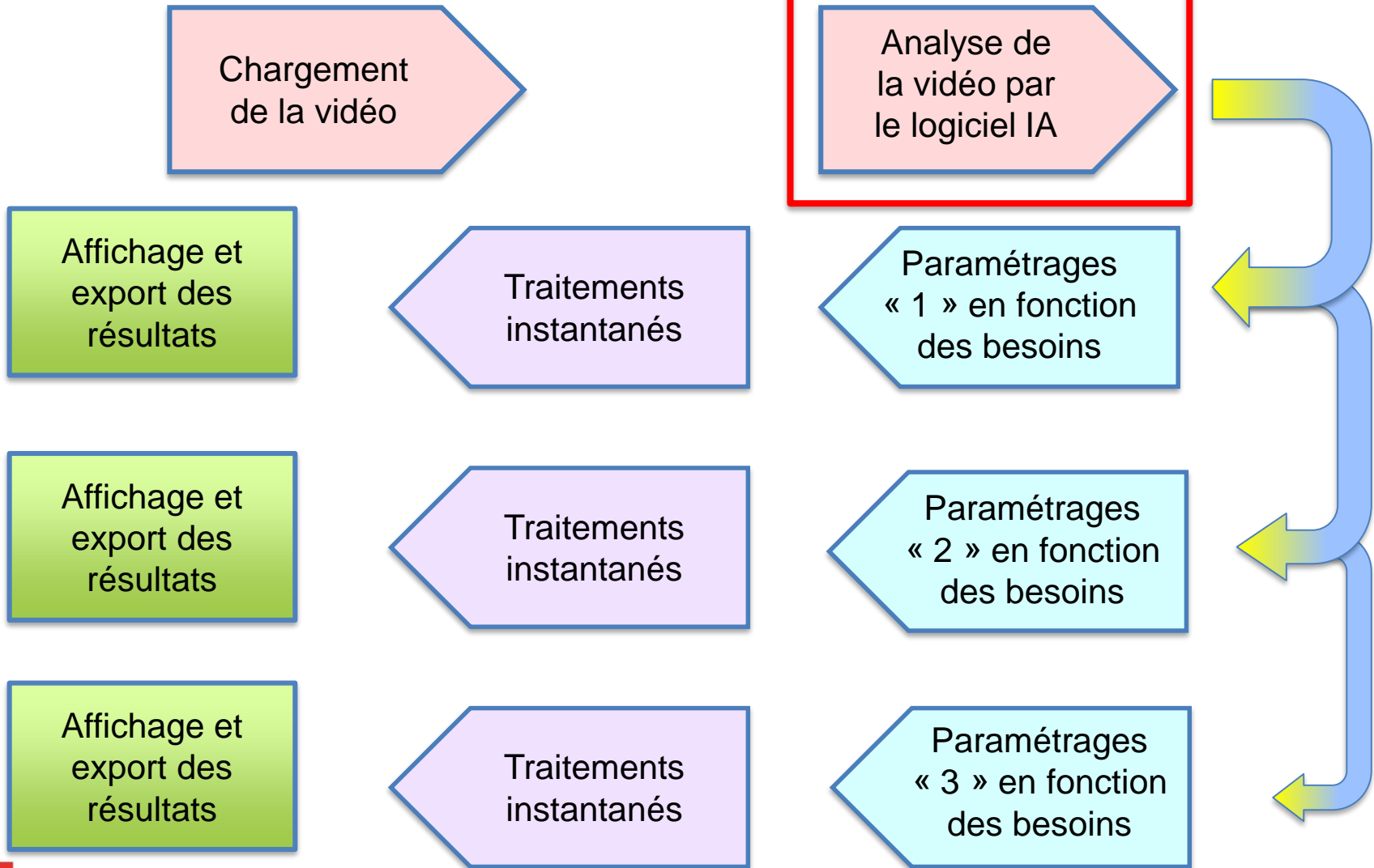
- 2 grands principes différents :

2 - Logiciel à pré-traitement

- L'utilisateur charge sa vidéo
- Le logiciel analyse toute la vidéo
- L'utilisateur paramètre les zones de détections, définit les indicateurs de sortie

Chaine d'analyse Pré-traitement

Temps long



Temps d'analyse

Ceux-ci sont très variables en fonction du logiciel utilisé, de son mode de traitement et du matériel informatique utilisé.

En règle général ce temps n'excède pas la durée de la vidéo analysée.

1h de vidéo à analyser



Entre 5 minutes et 1heure

Natures de mesures et indicateurs

Objets détectés et classifiés (suivant le logiciel utilisé)

- Piétons
- Vélos
- 2RM
- VL
- VUL
- PL (2 catégories)
- Bus

Natures de mesures

- Débits par zones ou sur ligne
- Vitesses individuelles
- Vitesses moyennes
- Analyses par type d'objets, zones, trajectoires, etc
- O/D dans l'image (Changement de file, giratoire, intersection...)

Export des résultats

Séquencement des résultats

Données individuelles ou agrégées (minimum 1 min)

Format des exports

- Format tableur « .csv » ou « .xls »
- Format de diffusion « .pdf »
- Format images « .png »
- Format vidéo « .mp4 »

Rapports de sortie (exemples non exhaustifs)

- Fichier de données individuelles
- Fichier de données agrégées
- Rapport avec/sans carte géolocalisée du point de mesure
- Cartographie de densité (débits, vitesses, trajectoires...)
- Rejeu de l'analyse

Exemples d'indicateurs

Avec les fichiers de données individuelles, nombreux indicateurs accessibles par **classe d'usagers**, par **zone** de circulation par **période** temporelle :

- Débits par catégorie d'usagers
- Taux d'usage de zone (voie et inter-voie)
- Vitesses moyennes par voie et inter-voie
- Respect de la réglementation CIF
- V85, V50, Vx
- Taux de dépassement de seuil de vitesse (VMA) par plage (+10, +20, +40km/h...)
- Origine destination (giratoire, intersection, changement de file...)
- Suivi comportemental (trajectoire, respect des feux de signalisation)

Points importants pour une bonne analyse d'images

- Avoir la possibilité de **rejouer les analyses effectuées** et la capacité de **corriger** la discrimination d'un objet (ou autre indicateur) si le logiciel se trompe
- Connaître les **préconisations de prise de vues optimales** (largeur de champ, focale, résolution, hauteur d'installation de la caméra...)
- Optimiser la définition du masque de paramétrage le cas échéant.
- Optimiser le matériel : (Carte graphique puissante, microprocesseur, RAM...)

Points importants pour une bonne analyse d'images

Le choix du matériel de captation et le mode d'installation des dispositifs de prises de vues sont également très importants.

Il faut suivre les préconisations mentionnées par l'industriel commercialisant le logiciel pour un résultat optimal d'analyse

- Hauteur de prise de vue
- Angle de la caméra de captation
- Largeur de champs de vision de la caméra
- Résolution des images
- Luminosité
- Contraste
- Frame rate (nombre d'images par secondes)
- Encodage ou débit de données

Optimisation du « Deep Learning » par le développeur

- Augmenter le volume et la qualité de la « base d'apprentissage »
- Réinjecter les images corrigées dans la base d'apprentissage (à chaque objet l'IA attribue une note de validation (entropie), en cas de doute celle-ci sera faible).
- Optimisation des algorithmes utilisés

Aide au choix d'un logiciel d'analyse vidéo par IA

- **Lister ses besoins** en termes de :
 - Détection des types usagers : (Piéton, Cycles, 2RM, VL, PL, Bus...)
 - Natures de mesures et précisions (% max erreur), par exemple : débits à +/- 5%, vitesses individuelles à +/- 10% , etc. (par type d'usagers si besoin)
 - Fonctionnalités du logiciel, par exemple :
Replay des vidéos analysées, cartographie de densité des trajectoires ou des débits, paramétrage de lignes, zones, zone d'exclusion, possibilité de mettre des vidéos en liste d'attente d'analyse, format de vidéos acceptées etc.

- **Prévoir une journée de test des performances** réelles du logiciel :
 - préparer 1 à 3 vidéos étalons, d'environ 20 à 30 minutes chacune préalablement dépouillées précisément en terme de débit par type d'usagers, par voie/zone, (vitesses prises par radar de référence sur site durant l'enregistrement), puis comparer les résultats d'analyses faites en live avec le logiciel à évaluer.

- Demander à l'industriel de laisser **l'accès au logiciel pendant au moins 1 mois** afin de tester toutes les fonctionnalités

L'utilisation de l'analyse vidéo par IA au Cerema

Déploiement début 2022 : postes informatiques, logiciels, formations

Une douzaine d'études et projets en 2022 avec différents contextes d'application et différents objectifs :

- **Applications variées** : comptages, vitesses, comportements, CIF (ACCACIF), utilisation de bandes multifonctionnelles, Flowell, VRTC, diagnostic de fonctionnement de giratoire, intersection à feux (SOFFT)
- **Voiries**: VRU, départementale, voiries urbaines
- **Tous types d'usagers** : trafic motorisé (VL/PL), TC, 2RM, vélo (piéton)

Bilan après un an

- Bon fonctionnement global
- Intérêt opérationnel de la vidéo : un capteur pour plusieurs voies ou sens, études comportementales

Mais

- Importance cruciale de la prise de vue : guide technique de préconisations
- Expérience nécessaire pour gagner en qualité
- Limites du logiciel atteintes lorsqu'on commence à vouloir sortir de la plage d'utilisation prévue : mélange vélo / piétons / EDP, conditions de luminosité difficile...

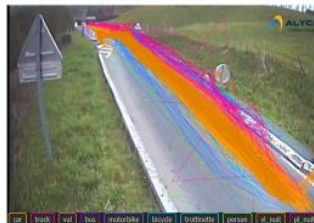
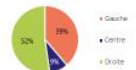
Exemples d'utilisation au Cerema



RÉSULTATS – OBSERVATION DES COMPORTEMENTS

Écluse côté Épretot

Positionnement des usagers dans l'écluse



Source : extrait du logiciel de traitement vidéo par Intelligence Artificielle M&U développé par la société ALYCE et utilisé sur l'écluse côté Épretot (deux sens de circulation).

Note : Le positionnement est jugé au regard du sens de déplacement des usagers.



RD34 - Commune de Gainneville
Aménagement de deux écluses doubles temporaires
Évaluation de l'impact - Etude complémentaire

RÉSULTATS – OBSERVATION DES COMPORTEMENTS

Écluse côté Harfleur

Positionnement des usagers dans l'écluse



Source : extrait du logiciel de traitement vidéo par Intelligence Artificielle M&U développé par la société ALYCE et utilisé sur l'écluse côté Harfleur (deux sens de circulation).

Note : Le positionnement est jugé au regard du sens de déplacement des usagers.



RD34 - Commune de Gainneville
Aménagement de deux écluses doubles temporaires
Évaluation de l'impact - Etude complémentaire

Etude des comportements sur le carrefour complexe de la RD490 en Seine Maritime



Etude d'un aménagement de type CVCB*



* Chaussée à Voie Centrale Banalisée

Exemples d'utilisation au Cerema

Evaluation éclairage et marquages dans les tunnels et paravalanches

- Evaluation d'aménagements dans 3 tunnels de la RD902 (Haute Savoie) : éclairage et marquage
- Méthodologie:
 - Vidéo : 16h d'observation, 200 cyclistes, 170 interactions VL/cyclistes
 - **Position latérale** des différentes catégories d'utilisateurs
 - **Interaction entre cycliste et VL** : comportement (dépassement ou non), selon la situation de trafic, franchissement de ligne médiane ou non, ...

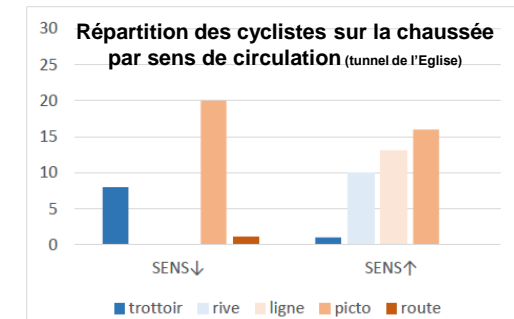
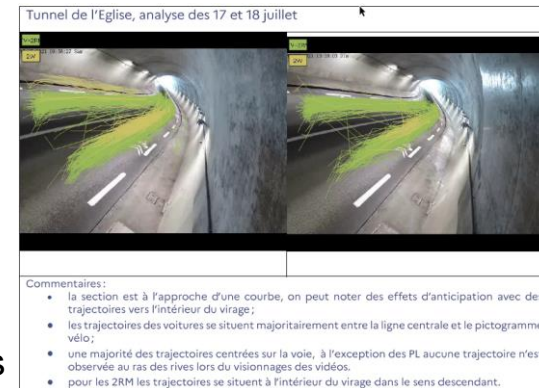
VRTC RN118 Vélizy – Etude de cisaillement et évaluation à 18 mois

Troisième étude d'évaluation sur le dispositif (ouverture et après 10 mois)

- Evaluation (entre autres) :
 - **Véhicules infractionnistes, selon situations de trafic**
 - Etude de cisaillement à partir des vidéos : fait manuellement, pas encore automatisé mais aide à la détection des moments pertinents
 - Vidéo : 15 jours, sur la période 6h30-21h30

➤ Apports de l'analyse vidéo-IA

- pré-identification des situations à observer
- Données plus riches : comptage par mode
- Données nouvelles : positionnement latéral
- Marge de progrès importante



← Utilisation infractionniste de la VRTC

→ Exemple de mouvement de cisaillement

Exemples d'utilisation au Cerema

Université de bordeaux

Projet comptage entrées/sorties sur le campus – focus EDP



- Freins à l'analyse automatique des vidéos sur les usagers vulnérables :
 - Masques visuels
 - Différenciation difficile des différentes catégories d'usagers



seulement 80%
d'usagers bien
identifiés et suivis

Conclusion

- Nombreuses sociétés de développement se sont mises sur le marché de l'IA et de l'analyse d'images
- Développements personnalisés en fonction des besoins
- Respect du RGPD par les 2 parties
- Justesse des résultats très hétéroclite, **à vérifier systématiquement.** Elle est dépendante du mode de reconnaissance d'objets (algorithmes) et des bases d'apprentissages utilisées
- Les prises de vues sont très importantes, il faut tenir compte des préconisations liées au logiciel IA et au guide de préconisations des prises de vues du Cerema
- Outil pertinent pour les études trafic et d'analyses comportementales, concernant tous types d'utilisateurs et d'environnements

Quelques ressources

Guide technique - Préconisation de prise de vue pour une analyse automatique par IA

<https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/593651/obs2rm-guide-technique-de-preconisation-sur-les-prises-de-vue-pour-l-analyse-automatique-de-video-pa>



Rapport méthodologique – Mise en œuvre d'un observatoire du trafic des deux roues motorisés

<https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/593649/obs2rm-rapport-methodologique-sur-la-mise-en-oeuvre-d-un-observatoire-du-traffic-des-deux-roues-motor>



Webinaire - L'observation automatisée des deux-roues motorisés par vidéo

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/observation-automatisee-deux-roues-motorises-video-retour>

Merci de votre attention



Valerie.leray@cerema.fr

Jeremie.courtois@cerema.fr

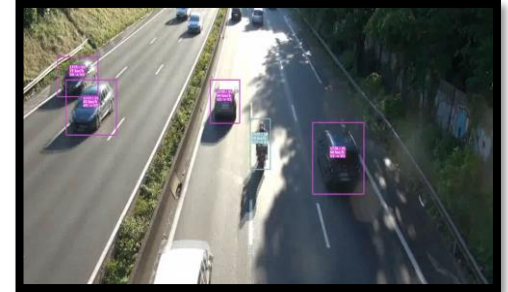
David.doucet@cerema.fr

Thomas.durlin@cerema.fr



Aspects réglementaires RGPD

- Besoin d'images
- Identification de personnes ou plaques ?
 - Si non : Pas RGPD
 - Si oui : Répondre à l'usage
- Usage :
 - Editorial ou recherche sans croisement de données → Pas RGPD
 - Commercial : RGPD



MISE EN ŒUVRE RGPD

- Tenue d'un registre interne : Localisation, matériel, durée, but
- Apposition d'une affichette sur le lieu de prise de vue comprenant :
 - Rappel des textes de loi et droits d'accès aux données
 - Numéro de contact pour l'accès aux données
 - Durée de stockage des données

Site placé sous enregistrement vidéo



Ce site fait l'objet d'un enregistrement vidéo (conforme au code de la sécurité intérieure suivant les articles : L223-1 à L223-9, L251-1 à L255-1, L613-13 et R251-1 à R253-4) dans le but de réaliser une étude expérimentale sur les véhicules routiers automatisés pour le compte de l'ADEME. Les données à caractère personnel sont collectées dans le cadre des missions d'intérêt général qu'elle exerce.

Les images seront conservées pendant la durée de l'étude Jusqu'au 30 juin 2023

Conformément au Règlement Général sur la Protection des Données, vous avez la possibilité d'accéder aux images vous concernant en contactant notre délégué à la protection des données (en précisant le lieu, la date et l'heure de l'enregistrement) :

Par téléphone au : 01 34 82 12 25

Par mail à : dpo.MOB.DTerIDF@cerema.fr

Conformément au Règlement Général sur la Protection des Données, vous avez également la possibilité d'introduire une réclamation auprès de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (www.cnil.fr).