

Rapport d'études

# Systemes et équipements de lecture automatique de plaques d'immatriculation des véhicules

## Principes et aperçu des applications



Page laissée blanche intentionnellement

# Sommaire

Contexte et objectif .....	2
Chapitre I : Principes de base .....	3
1 - Traitement d'image.....	4
2 - Besoin en caméra pour la LAPI.....	5
3 - Conditions techniques et opérationnelles d'instrumentation .....	5
Chapitre II : Principales applications dans le domaine du trafic.....	7
1 - Sur le marché français.....	8
2 - A l'étranger.....	8
Chapitre III : Aperçu des offres.....	12
1 - Capture et traitement des images.....	13
2 - Infrastructure et contraintes d'installation.....	14
3 - Exploitation des données.....	15
Chapitre IV : Typologie des systèmes identifiés.....	18
1 - Introduction.....	19
2 - Méthode.....	19
2.1 - Critères d'évaluation des fonctions.....	19
2.2 - Caractéristiques techniques associées.....	20
3. Présentation synthétique de l'approche typologique .....	21
Eléments de conclusion .....	22
Annexes.....	23
Annexe 1 : grille de description des fonctionnalités des dispositifs LAPI.....	24
Annexe 2 : glossaire.....	26

## Contexte et objectif

La Direction Générale des transports, des infrastructures et de la mer a demandé au Sétra de dresser un état des lieux des dispositifs d'identification des véhicules utilisés notamment pour la gestion des trafics. Ces dispositifs présentent en effet une gamme d'applications large, en termes de tarification, d'identification et de sélection des véhicules à l'entrée de certaines zones ou sections de réseaux, ainsi que de traçabilité des véhicules et des marchandises, notamment pour des questions de sécurité.

Pour répondre à cette demande, le Sétra a chargé le CETE Ile-de-France de dresser un état des lieux des systèmes et technologies existants ou en projets en matière d'acquisition et de traitement d'image, qui sont susceptibles d'être mis en œuvre par des gestionnaires d'infrastructures en matière d'identification des véhicules. Les fonctionnalités des différents dispositifs seront également analysées.

Le présent rapport dresse un état des lieux des dispositifs existants ou en cours de développement ou d'expérimentation, principalement en matière de réseaux de caméras.

Ce rapport fournit notamment un aperçu des fonctionnalités de ces dispositifs, à partir de produits disponibles sur le marché, dont les données nominales sont prises en compte. Il n'est pas dans l'objet de ce rapport de fournir d'informations détaillées, encore moins de tests de performance de ces dispositifs. L'étude ne traite pas non plus des aspects juridiques et de protection des données liés à l'utilisation de tels dispositifs.

# Chapitre I

## Principes de base

Les dispositifs de Lecture Automatisée de Plaques d'Immatriculation (LAPI), également appelés lecture automatique de plaques minéralogiques couramment dénommée Automatic Number Plate Recognition system (ANPR) est une méthode d'identification qui utilise des techniques de traitements d'images et de vision par ordinateur pour lire les plaques d'immatriculation de véhicules.

On distingue deux parties importantes du système :

- d'une part, le capteur vidéo permettant l'acquisition des images et d'autre part, le matériel informatique sur lequel fonctionnent les logiciels de traitement des images acquises,
- la partie logicielle du système s'exécute selon le cas sur un matériel PC standard ou sur un composant dédié, et peut parfois être liée à d'autres applications ou bases de données.

## 1 - Traitement d'image

Dans leur version la plus simple, les systèmes de LAPI utilisent, en cascade, deux techniques de traitements d'images : la détection d'objet pour repérer les plaques d'immatriculation potentielles suivie de la reconnaissance optique de caractères afin d'identifier les caractères alphanumériques de la plaque.

Pour obtenir des résultats satisfaisants, ce sont des séries de techniques de traitement d'image qui sont appliquées afin de détecter, normaliser et agrandir l'image de la plaque d'immatriculation, et enfin, de pouvoir réaliser la reconnaissance optique de caractères (OCR) pour extraire les caractères alphanumériques de la plaque.

La phase de détection est généralement réalisée en appliquant des algorithmes de reconnaissance de forme, qui se basent sur des descripteurs idoines de la plaque ou sur la comparaison de modèles. A ce stade, la plaque n'est pas recherchée dans le détail, mais dans son aspect général. Cette phase peut alors se faire sur une image sous-échantillonnée afin d'accélérer le processus.

La normalisation consiste à appliquer des méthodes de restauration sur les plaques potentiellement détectées. Cette phase se fait après un recalage de la plaque détectée sur l'image d'origine (non-échantillonnée). On peut citer l'application d'une série de transformations affines, afin de remettre en forme la plaque (et selon une taille prédéfinie) qui est naturellement déformée par les effets de perspectives inhérentes à la prise de vue. Ensuite des traitements de restauration des contrastes et divers restaurations des contours (dilatations, érosions, ...) de la plaque sont appliqués, celle-ci pouvant avoir subi des occlusions dues à des salissures ou des masquages.

L'étape précédente permet de préparer au mieux la phase de reconnaissance optique des caractères. Cette dernière utilise généralement des mesures de distance ou de comparaison entre des modèles permettant de réaliser la classification des caractères alphanumériques des plaques et, in fine, de reconstituer l'intégralité du numéro de la plaque.

La fiabilité et la précision du système dépendent de la complexité de chacune de ces étapes.

Dans quelques cas, la LAPI est couplée à une phase de détection/reconnaissance de véhicule afin de renforcer les performances de la détection de plaque. Afin d'accélérer et d'améliorer les performances de la phase de détection des plaques, une technique courante est d'utiliser un *a priori* sur les zones potentielles de détection et de réduire la recherche à celles-ci. Ces zones sont déterminées par l'analyse des localisations des détections précédentes. Cette technique est appliquée dans le cadre des caméras ayant une prise de vue large (plusieurs voies). L'application de cette technique permet d'accélérer les traitements et donc d'augmenter le nombre de plaque lisible à la seconde. Cela est utile dans le cas où les dispositifs doivent travailler dans un environnement proche du temps réel tout en ayant une puissance de calcul modérée. Toutefois, elles s'exposent également au risque de ne pas détecter les véhicules qui ne passent pas dans les zones de pré-détection. C'est pourquoi elles ne sont pas appliquées dans le cas des dispositifs qui nécessitent d'identifier toutes les plaques à des fins de sécurité. Dans ces cas là, soit le traitement est fait hors ligne, en temps différé, ou bien en temps réel mais avec un système plus coûteux car nécessitant une puissance de calcul élevée.

## 2 - Besoin en caméra pour la LAPI

Les processus de traitement d'image, présentés précédemment, sont directement responsables de la qualité et de la performance globale du système. Or, pour donner les meilleures performances, il faut que le capteur vidéo qui fournit les images à traiter soit également performant. Lorsque les systèmes sont conçus dans leur intégralité, les traitements d'images sont pensés en fonction des performances du capteur. Ces systèmes ont généralement les meilleures performances.

Les caméras utilisées pour l'acquisition des séquences d'images sont toutes matricielles.

Dans le domaine visible, deux technologies de capteur sont utilisées, les CCD et les CMOS. Les CCD sont généralement préférées par le fait qu'ils ont une meilleure sensibilité et permettent d'atteindre des définitions élevées.

Dans le cas où les caméras sont utilisées dans un environnement sombre, il est généralement choisi de travailler dans le domaine infrarouge non-visible. Les capteurs utilisés dans ce cas sont de type CCD (mais sans filtre infrarouge) et sont alors couplés à un illuminateur qui permet d'avoir une source de lumière infrarouge (non visible par l'œil humain) diffusée sur la scène visée. Cette technique ne permet pas d'obtenir d'image couleur, car c'est la seule réflexion des sources infrarouge qui permet de constituer l'image sur le capteur. Cette dernière est alors restituée en niveau de gris. L'utilisation du domaine infrarouge permet de s'affranchir des conditions de luminosité par des réglages auto-adaptatifs.

Toutefois, dans le cas des prises de vues orientées pour l'analyse de trafic, on commence à voir apparaître l'utilisation de caméras HD couleurs utilisées sans illuminateurs infrarouges.

Des caméras à hautes sensibilités, dites « jour / nuit » permettent également d'obtenir une image couleur de jour et de basculer automatiquement en mode de nuit, en niveau de gris, par un dispositif mécanique de filtre infrarouge amovible. Certaines ne nécessitent pas d'illuminateur et fonctionnent en captant l'émission passive d'infrarouge des objets.

Certains industriels proposent également des solutions de LAPI utilisant n'importe quelle source (caméra IP ou autres), mais celle-ci doivent être de bonne qualité afin de permettre de lire les plaques. Toutefois, ces solutions n'assurent pas de forts taux de détection et de reconnaissance des plaques. En effet, il est difficile de trouver les réglages des différents algorithmes qui conviennent aux images acquises par différents capteurs.

La plupart des caméras en place sur le réseau routier n'ont pas le niveau de performance requis pour permettre de lire les plaques d'immatriculation. Par exemple, les caméras d'exploitation des routes ou celles permettant de faire de la Détection Automatique d'Incident (DAI) n'ont que quelques pixels de définition au niveau des plaques, ce qui exclut toutes possibilités de pouvoir distinguer les caractères alphanumériques de celles-ci. Ceci permet également de ne pas avoir de déclaration à faire auprès de la CNIL et de se contenter de la seule déclaration en préfecture.

## 3 - Conditions techniques et opérationnelles d'instrumentation

Les dispositifs LAPI fonctionnent aussi bien en latéral (bord de voie ou terre plein central) qu'en surplomb. Ce dernier positionnement est généralement préféré par les industriels car il limite les effets des déformations de l'image et d'éloignements des voies, tout en évitant les masquages occasionnés par les véhicules de grands gabarits. Ces dispositifs sont conçus pour fonctionner aussi bien en rapprochement qu'en éloignement des véhicules. Certains sont capables de gérer les deux sens sur plusieurs voies en même temps.

Dans le cadre des dispositifs de LAPI, plusieurs solutions matérielles sont proposées :

- l'utilisation d'une caméra en champs proche, qui ne filme alors qu'une seule voie de circulation. Ceci permet d'avoir un capteur abordable et un traitement d'image facilité, mais impose d'avoir autant de capteurs que de voies de circulation à analyser ;
- l'utilisation d'une caméra Haute Définition (HD) qui permet de filmer l'ensemble des voies. Ceci, même si le capteur utilisé est plus coûteux, permet de réduire les coûts globaux de maintenance et de mise en place. Toutefois, les performances de ce type de systèmes dépendent de la puissance du processeur et de l'optique utilisés. Le choix se faisant en fonction du niveau de trafic de la section à équiper.

Dans le cadre du Contrôle Automatisé, il est à noter que les caméras utilisées ont un fonctionnement semblable à des appareils photographiques numériques à capteur CCD de bonne qualité et prenant l'ensemble des voies. Ceux-ci sont couplés à des flashes et la prise de vue est déclenchée par la mesure du dépassement de la vitesse limite autorisée à l'aide d'un cinémomètre. Le traitement des images ne se fait pas en temps réel mais en post-traitement.

Comme pour tous les systèmes, et spécialement reposant sur la vision par ordinateur, quelques limites de fonctionnement sont identifiées. Ainsi, on peut noter des problèmes de sensibilité aux conditions météorologiques (pluie, neige), aux illuminations fortes (soleil rasant) ou changeantes, aux masquages et occlusions (végétation, véhicules de grands gabarits), ainsi qu'aux flous de bougé (occasionné par le support).

De plus, dans le cas de la LAPI, les résultats sont dépendants de l'implantation, en bord de voie, terre plein central ou en surplomb. Enfin, comme tout système, il y a une nécessité de maintenance, comme par exemple le nettoyage périodique de la vitre du caisson de caméra.

## Chapitre II

# Principales applications dans le domaine du trafic

Certains systèmes utilisés pour la LAPI, notamment le capteur vidéo, peuvent être utilisés pour d'autres applications comme : la surveillance et la DAI, le recueil de données (débit, vitesse, taux d'occupation), et gestion dynamique du trafic (régulation d'accès, régulation de carrefours à feux ...), la surveillance de sites et de zones, les passages de frontière, les stations-service (enregistrement quand un client part sans payer), le contrôle des entrées et sorties de parkings, de péages, ouverture automatique, la lutte anti-criminalité en comparant les plaques d'immatriculations au Fichier des Véhicules Volés (FVV) ou à la liste des propriétaires de véhicules suspects, la traçabilité des parcours individuels afin d'alimenter les modèles de trafic (microscopique, mésoscopique, et macroscopique)...

Pour certaines applications, le système peut être associé à d'autres algorithmes de reconnaissance de type facial ou de véhicule.

Important : En revanche, l'implication n'est pas réciproque et les systèmes de type DAI par exemple ne sont pas appropriés pour réaliser de la LAPI car utilisant un capteur vidéo beaucoup moins performant (en résolution).

## 1 - Sur le marché français

Les systèmes à base de capteur vidéo sont utilisés aujourd'hui en France dans de nombreuses applications. On peut citer les plus connues sans toutefois garantir l'exhaustivité de cette liste :

- Contrôle automatisé de la vitesse (fixe, mobile ou embarqué) (pour mémoire – cette application ne fait pas l'objet du présent rapport)
- Gestion de carrefour à feux.
- Mesure de la longueur de queue d'une congestion
- Mesure inter-véhiculaires
- distance trop proche
- Mesure des temps de parcours
- Contrôle aux péages
- Régulation d'accès
- Régulation de vitesse
- Détection de contre-sens
- Contrôle d'entrée / sortie des parkings
- Contrôle des voies spécialisées (bus, TC, taxis ...)
- Détection des vulnérables : 2RM, vélos et piétons
- Observatoires du trafic (données statistiques)
- Mesure de la densité du trafic (uniquement avec la vidéo)
- Détection Automatique d'Incidents (DAI)
- Détection Automatique de Bouchons (DAB)
- Détection Transport de Matières Dangereuses (TMD).

## 2 - A l'étranger

En complément des applications citées en France, plusieurs solutions de gestion de trafic ont déjà été éprouvées à l'étranger. Cette liste, non exhaustive, permet d'illustrer la variété des applications en lien avec les caméras vidéo.

- Le péage urbain (ex Londres)

Le système du péage urbain de Londres fonctionne grâce à l'analyse des plaques d'immatriculation enregistrées par un réseau d'environ 800 caméras de surveillance disposées en entrée et sortie de la zone de péage de la ville. Il compare ensuite les données recueillies à une base de données centralisée pour identifier le propriétaire du véhicule et vérifier dans les délais son paiement effectif. Ce péage a permis notamment une réduction de circulation d'environ 20% dans le centre de Londres.



*Pips Technology : système de reconnaissance de plaque d'immatriculation*

- Autres exemples : le péage cordon de Stockholm



*Portails du péage de Stockholm*

La direction des routes de Suède a mis en place un système de péage autour de Stockholm. L'identification des véhicules se fait de deux manières :

- par photographie des plaques d'immatriculation ;
- par lecture d'un badge électronique pour les véhicules équipés.

Les équipements étaient installés sur trois portiques :

- le premier portique indiquait par panneau l'entrée du point de contrôle et le prix à payer ainsi que des caméras pour l'enregistrement des plaques arrières du véhicules ;
- le deuxième portique était équipé de récepteurs permettant la lecture des badges à bord du véhicule ;
- le troisième portique équipé de caméras enregistrerait les plaques avant du véhicule.

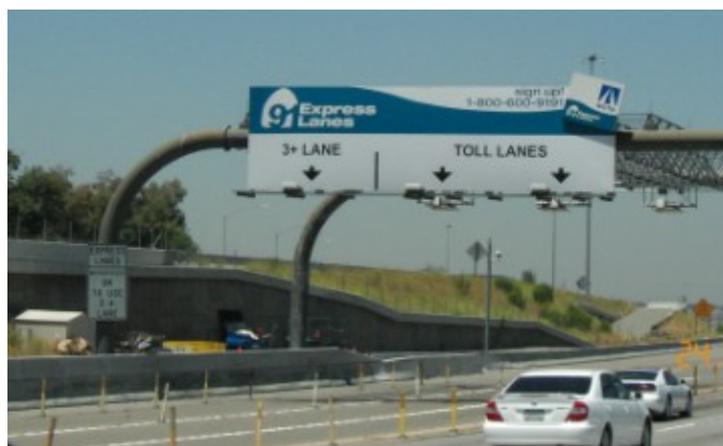
## Surveillance du réseau



*Caméras 3G embarquées (WCCTV)*

Les caméras peuvent être employées pour une vidéo-surveillance du réseau routier; ces systèmes peuvent être installés en poste fixe ou bien mobile (embarqué sur véhicule de patrouille). Ils comportent également des moyens de communication permettant de fournir des images en direct à distance permettant une prise de décision optimisée.

## Gestion des véhicules prioritaires



*Péage de la SR91, Californie*

Les Etats Unis ont aménagé sur leurs infrastructures routières des voies pour bus et co-voiturage appelée « High Occupancy Vehicle » (HOV) ainsi que des voies appelées « High Occupancy Toll » (HOT) autorisant l'accès sur la voie de véhicules avec un seul passager à bord mais s'acquittant d'un péage modulé en fonction de la fréquentation de cette voie.

En Californie sur la SR 91, le dispositif permettant de contrôler l'accès à cette voie spécialisée est composé d'un portique équipé d'une antenne de lecture RFID et de 3 caméras dont une utilisée en lecture

automatique des plaques d'immatriculation. De plus, sur le trajet de 17 km de long, plusieurs dizaines de caméras sont également utilisées pour la détection d'incidents.

## Télépéage



*Portail de télépéage (Singapour)*

Le télépéage permet aux véhicules de franchir les péages à la vitesse normale du trafic, réduisant ainsi la congestion aux zones de péage (ex : Singapour). Techniquement, le télépéage appelé « Electronic Road Pricing » (ERP) fonctionne à l'aide d'un boîtier de lecture dans le véhicule, d'une « cash card » sorte de carte de péage rechargeable, des portails d'accès (cf. photo ci-dessus) et d'une centrale informatique. Si la « cash card » est vide ou absente du véhicule, un système LAPI enregistre le numéro d'immatriculation.

# Chapitre III

## Aperçu des offres

Cette partie vise à présenter un aperçu synthétique des offres, il ne vise aucunement à l'exhaustivité ni à la comparaison, mais plutôt à illustrer les principales fonctionnalités observées sur le marché.

Pour réaliser cet aperçu, une recherche bibliographique via internet et les sites des industriels ainsi que des entretiens a permis de disposer des principales caractéristiques techniques des produits.

Pour présenter de façon synthétique ces offres, les principaux éléments suivants sont utiles :

- les caractéristiques principales qui regroupent des informations sur :
  - la capture et le traitement des images
  - l'infrastructure et les contraintes d'installation
  - l'exploitation des données
- les applications complémentaires à la LAPI

L'annexe 1 fournit la grille de caractérisation des dispositifs utilisée pour ce panorama.

Au total, 9 dispositifs ont été pris en compte dans cet aperçu du marché. D'autres dispositifs pourront enrichir le document ultérieurement.

## 1 - Capture et traitement des images

### • **Eclairage**

Tous les systèmes observés dans cet aperçu du marché, affichent la possibilité de travailler de jour comme de nuit.

### • **Prise de vue**

Tous les systèmes observés prévoient la possibilité de travailler sur une vue générale d'une voie, l'un d'eux étant capable de recouvrir 3 voies de circulation avec une seule caméra et un autre 5 voies et plus, mais la plupart sont monovoie.

Deux systèmes appliquent la méthode du zoom plaque (exhaustivité dégradée mais vitesse de traitement accrue)

### • **Spectre utilisé**

La plupart des systèmes du panel travaille dans l'infrarouge avec illuminateur. Deux appareils observés exploitent toutefois directement la réflexion naturelle, l'un seulement dans l'infra rouge et l'autre également dans tout le spectre visible.

### • **Technologie des capteurs**

Les capteurs observés sont tous de type CCD, et l'enregistrement est en général sous forme vidéo. Certains systèmes permettent également l'enregistrement sous formes de fichiers photos.

### • **Performances**

Seul deux fabricants annoncent leurs taux de détection, avec des performances très différentes, puisque dans un cas 1% seulement des véhicules ne seraient pas analysés, et dans l'autre près de 25%.

Le taux de fausses alarmes n'est jamais communiqué.

Des taux de reconnaissance une fois le traitement engagé sont annoncés par 4 fabricants. Là aussi les résultats sont très hétérogènes (variation de moins de 1% jusqu'à 20% échec).

Un fabricant annonce le résultat à 2 caractères près, ce qui fait apparaître un chiffre assez élevé, sachant par ailleurs que ce niveau de déchiffrage peut se révéler suffisant selon les usages. A noter qu'en l'absence de description du contexte expérimental, ces valeurs doivent être interprétées avec réserves.

Deux fabricants indiquent un débit de lecture : 5000 plaques par minute pour l'un et de 20 plaques par minute à illimité, selon le processeur choisi, pour l'autre.

La puissance de calcul nécessaire dépend du nombre de plaques maximal voulu (nb plaques/min) ; Celle-ci est étroitement dépendante de la conception de la chaîne de traitement et notamment du pré-traitement opéré au niveau du matériel de capture.

- **Synchronisation des caméras**

Une partie des dispositifs de prises de vue sont explicitement synchronisables, soit par horloge universelle, soit par l'intermédiaire d'une interface série (si réseau local de systèmes).

- **Image video**

La résolution des capteurs varie de 0.2 Mpx à 10 Mpx, mais la majorité d'entre eux, à la date de l'étude, présentent une capacité de l'ordre de 1 Mpx. Cela apparaît donc comme un minimum pour la lecture des plaques sur une seule voie dépendant du zoom appliqué et de la prise de vue.

Le débit des images varie de 20 à 60 images par seconde. Le débit optimal dépend du nombre de véhicules à traiter, de leur vitesse de déplacement et de la résolution.

- **Capacité mémoire**

La capacité mémoire dépend de la nature des informations (numéro de plaques et/ou photos ...) et de la durée de sauvegarde nécessaire (lié au débit des véhicules).

*Temps réel* : (1 cas renseigné) : 1 Go ; *Temps différé* : de 11,5 Go à 500 Go. L'un des fabricants exprime cette capacité mémoire en véhicule – (5 à 10000 véhicules),.

## 2 - Infrastructure et contraintes d'installation

- **Positionnement du système**

La plupart des systèmes peuvent être utilisés en poste fixe ou mobile. Les positionnements autorisés sont variables : de préférence en hauteur principalement sur mât en bord de voie, plus rarement en surplomb et rarement en terre-plein central.

Quelques systèmes peuvent être installés sur trépied en bord de voie ; dans ce cas, seule la voie lente est analysée.

- **Prise de vue**

Tous les systèmes fonctionnent pour des véhicules en rapprochement et la quasi-totalité fonctionnent également pour des véhicules en éloignement. La quasi-totalité des systèmes fonctionnent en unidirectionnel ; un seul parmi ceux repérés fonctionne en bidirectionnel.

- **Energie**

Les solutions retenues sont hétérogènes, mais toutes autorisent une utilisation mobile.

Près de la moitié des systèmes équipés de batteries autonomes peuvent également être alimentés en courant alternatif basse tension (220v). C'est le dispositif le plus courant. L'un d'eux offre également une source photo voltaïque.

Quelques systèmes fonctionnent exclusivement sur batterie.

Quelques systèmes fonctionnent sur courant continu très basse tension, tel que peut en délivrer une batterie de véhicule.

- **Télécommunication**

Tous les systèmes utilisent un réseau entre le point de capture et le point de livraison des résultats. L'un d'eux offre cependant l'alternative d'un stockage physique local sur clé USB ou disque dur externe.

La bande passante requise est étroitement dépendante de la nature des informations et de leur nombre.

L'éventail des bandes passantes est donc particulièrement large, variant de quelques dizaines de Kb/s à plusieurs centaines de Mb/s, et les technologies de réseau disparates, qu'elles soient sans fil (GPRS, Edge, 3G, 4G, Wifi) ou filaires (RS232C, Ethernet, USB).

La majorité des systèmes utilise le protocole IP, celui-ci est alors informatiquement identifié sur un réseau et accessible à distance.

## 3 - Exploitation des données

- **Logiciel d'exploitation**

Tous les logiciels recensés sont des produits propriétaires.

- **Serveurs d'exploitation**

Tous les systèmes prévoient la possibilité d'une installation locale. Deux d'entre eux proposent également un hébergement en ligne, accessible au minimum par une liaison 3G (144kb/s minimum)

- **Administration et maintenance**

Certains systèmes prévoient une procédure d'administration par le gestionnaire dont deux via une interface web.

Les autres ont opté pour des fonctions d'auto-diagnostic, assorties dans l'un des cas d'une possibilité de télémaintenance.

- **Format des fichiers fournis**

Un résultat d'un dispositif LAPI fournit la chaîne de caractères formant le numéro d'immatriculation.

Certains fabricants précisent leurs formats d'export, qui sont le plus fréquemment CSV, et dans une moindre mesure XLS ou XML.

Certains systèmes peuvent aussi restituer les images capturées ; Dans ce cas, le format d'export le plus couramment utilisé est le MPEG4, plus rarement AVI.

Le tableau suivant détaille, selon les dispositifs observés dans cet aperçu du marché, les principales fonctionnalités.

		Exemple N°1	Exemple N°2	Exemple N°3	Exemple N°4	Exemple N°5	Exemple N°6	Exemple N°7	Exemple N°8	Exemple N°9
<b>CONTEXTE D'UTILISATION</b>										
	Temps réel	x	x		x	x		x		
	Jour/nuit	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>CAPTURE DES IMAGES</b>										
<b>Prise de vue</b>										
	générale	x	x	x			x	x		
	Nombre de voie simultanées	3	1				1 à 5			
	zoom plaque conducteur		x				x			
<b>Spectre utilisé</b>										
	Visible									x
	IR avec illuminateur		x	x	x	x	x	x	x	
	IR sans illuminateur	x								x
	Couleur			x						
	Niveau de gris	x								
<b>Technologie d'acquisition image</b>										
	CCD	x	x		x	x	x	x	x	x
	CMOS									
	Optique						x			
<b>Image video</b>										
	Sensibilité									
	Résolution	1024x946		1280x1024			1.3 à 10 Mpx	768x288	1024x768	1392x512
	Nombre d'image par seconde	30	50	25	50		25	de 25 à 60	20	
	Standard vidéo	XGA								
<b>synchronisation des caméras</b>										
	horloge temps métrique universel									x
	horloge temps atomique international réseau		x							web, rs232
<b>Enregistrement</b>										
	Photo						x	x		x
	Vidéo	x	x	x	x	x	x			x
	Capacité mémoire (Go)		5/10000 véhicules	16 Go			500 Go	1Go		11.5 Go
<b>INFRASTRUCTURE ET CONTRAINTES D'INSTALLATION</b>										
<b>Positionnement du système</b>										
	support mât			x			x			x
	hauteur		x				x			x
	TPC						x			x
	BDV	x		x			x		x	x
	Fixe	x	x	x	x	x	x	x		x
	Mobile	x	x		x	x	x	x	x	x
	Surplomb			x			x			x
<b>Situation par rapport au véhicule</b>										
	En rapprochement		x	x			x	x		x
	En éloignement		x	x	x		x	x		x
	Unidirectionnel	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bidirectionnel						x			
<b>Energie</b>										
	Electricité distribuée	x	x	x				x	x	
	Batterie	x		x		x	x	x	x	
	Solaire							x		
	Autre		12V						autonome	34-52 Vdc
<b>Télécommunication</b>										
	Bande passante	uniquement données utiles	rélié en local à clé USB	54 Mb/s (wifi)		21,4 kb/s		20 à 30 images /s (Ethernet ou USB)		
	filaire	x	x	x			x	x	x	x
	sans fil		x	x		x	x	x		x
<b>Télécommunication - suite</b>										
	GPRS			x		x	x	x		x

	Edge			X						
	3G		X	X			X			X
	4G									
	Wifi			X			X	X		X
	RS232C									X
	Ethernet	X		X				X	X	X
	USB	X						X		
	IP	X	X	X	X		X			X
<b>TRAITEMENTS NUMERIQUES</b>										
<b>Logiciel d'exploitation</b>										
	Standard									
	Propriétaire	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Autre									
<b>Serveur d'exploitation</b>										
	Hébergé		X				X			
	Livré	X	X		X	X	X		X	X
<b>Administration et maintenance</b>										
	Auto-diagnostic		X		X			X		
	télémaintenance				X				X	X
	administration par gestionnaire	Procédure simplifiée							Interface web	Interface web
<b>Performance (NB : non testée)</b>										
	Taux de détection			76%			99%			
	Taux de fausses alarmes									
	Taux de reconnaissance		94%		>80%			>99%		
	Taux de reconnaissance à 1 caractère près		>94%		>80%			>99%		
	Taux de reconnaissance à 2 caractère près		>94%		>80%		98%	>99%		
	Nombre de plaque par minute	5000					20 à illimité			
<b>Administration et maintenance</b>										
	Auto-diagnostic		X		X			X		
	télémaintenance				X				X	X
	administration par gestionnaire	Procédure simplifiée							Interface web	Interface web
<b>Format des fichiers fournis</b>										
	CSV	X	X				X	X		X
	XLS						X	X		
	Autre fichier de données alphanumériques									xml
<b>AVI</b>										
	MPEG4	X		X	X	X	X		X	
	Autre fichier image		jpeg							jpeg
<b>AUTRES APPLICATIONS</b>										
<b>Péages</b>										
	contrôle d'accès		X	X	X	X	X	X	X	X
	Péage urbain						X	X	X	X
	Télépéage	X	X	X	X			X	X	
	Gestion de paiement	X								
	Contrôle de gestion de parking	X	X		X	X	X	X		X
<b>Trafic et gestion des véhicules</b>										
	Gestion des voies				X		X			
	Surveillance du trafic		X		X	X			X	X
	Détection automatique d'incident									X
	Statistiques et données de trafic			X			X			
<b>Sécurité routière</b>										
	Temps de parcours		X	X	X		X	X	X	X
	Information vitesse			X			X			
	Interdistance								X	
	Contre-sens									
	TMD									
<b>Sécurité et sûreté</b>										
	Surveillance et sécurité	X	X		X					X
	Véhicules volés et liste rouge		X				X		X	
	DAB									X



Non renseigné

Considéré comme significatif

# Chapitre IV

## Typologie des systèmes identifiés

# 1 - Introduction

Près d'une dizaine de systèmes de lecture automatique de plaque d'immatriculation ont été pris en compte dans ce rapport d'étude.

Ce panorama fait apparaître d'une part des cas d'utilisation, d'autre part des caractéristiques techniques.

Il ne permet pas de faire apparaître de prime abord des familles de systèmes distinctes, tant les options techniques et les objectifs affichés des systèmes paraissent hétérogènes.

On peut cependant supposer a priori que ces caractéristiques, tant en terme de parti architectural, de choix technologiques, de niveau de performance ou de fonctionnalités disponibles sont adaptées à leurs cibles commerciales d'utilisation.

## 2 - Méthode

Afin de dégager des typologies associant des principes de conception, des caractéristiques techniques et un usage privilégié associé, on peut procéder en regroupant les cas d'utilisation selon la parenté de leurs exigences fonctionnelles (ci-après regroupés selon 5 rubriques) et en définissant les principaux critères de performance associés, puis caractéristiques techniques associées à ces critères de performance.

A noter qu'il s'agit bien d'une typologie primaire: selon le cahier des charges de l'acquéreur, certaines caractéristiques particulières d'un système peuvent par exemple justifier son achat et son utilisation en dehors de cette typologie primaire issue des présentations nominales des dispositifs.

### 2.1 - Critères d'évaluation des fonctions

- **Pour des applications de sécurité routière sans sanction**

Exemple: calcul de temps de parcours avec identification de la plaque d'immatriculation des véhicules, information vitesse, inter-distance.

Ces applications sont moyennement exigeantes en terme de puissance de traitement et de capacité de communication, car l'interactivité requise avec des points de décision externe est faible, et les erreurs sont sans réelles conséquences ; leur crédibilité exige cependant du temps réel.

Le délai de mise à disposition des résultats est ainsi le premier critère d'évaluation. Il dépend de :

- La capacité de traitement en temps réel, en termes de véhicules par unité de temps.
- La faculté de communiquer rapidement avec d'autres systèmes en aval.
- Des éventuelles méthodes accélératrices, quitte à subir quelques faux négatifs ou non détection.

- **Pour des applications de sécurité routière avec sanction**

En sus des critères précédents:

- L'identification doit être fiable: les erreurs sont des sources de conflit potentiel avec l'utilisateur.
- L'identification doit être exhaustive afin de préserver la crédibilité du système.

En revanche, les performances en terme de communication ne seront pas nécessairement recherchées car il n'y a pas forcément nécessité de transmission des informations en temps réel.

Pour des applications de type vitesse moyenne, le système doit synchroniser au plus juste les caméras utilisées et transmettre les informations à une unité de traitement pour le calcul du temps de parcours.

- **Pour des applications de gestion de trafic en temps réel**

La performance est jugée globalement sur la chaîne complète, pour permettre une action en temps réel.

Les erreurs ont peu d'incidence, tant qu'elles restent aléatoires : il suffit d'étalonner l'application en conséquence.

L'objectif de performance reste dans le délai de mise à disposition des résultats, comme pour les applications de sécurité routière; mais avec sans doute plus de contraintes sur les volumes traités. Les critères sont donc proches :

- La capacité de traitement de grandes quantités d'informations en temps réel, en termes de véhicules par unité de temps.
- La faculté de communiquer rapidement de grandes quantités d'informations aux systèmes en aval.
- Pour des applications de gestion de trafic en temps différé  
Dans ce cas, il faut simplement pouvoir engranger les informations, mais aussi savoir les délivrer, fut-ce en temps différé. Les critères majeurs correspondants sont donc :
  - La capacité de stockage
  - La faculté de communiquer des fichiers importants avec d'autres systèmes en aval.
- Pour des applications de sûreté ou de péage
  - L'identification doit être exhaustive : les manqués sont des manques à gagner ou des défauts de sûreté.
  - L'identification doit être fiable: les erreurs sont des sources de conflit potentiel avec l'utilisateur.

A noter que l'identification doit dans certains cas s'effectuer en temps réel, ce qui constitue une forte contrainte technologique pour ces critères.

## 2.2 - Caractéristiques techniques associées

A chacun des critères de qualité des fonctions du système correspond une approche technologique appropriée :

- **Exhaustivité**  
La recherche de l'exhaustivité est facilitée par :
  - Une forte puissance de calcul et la mise en place d'algorithmes complexes (ex : rebours...).
  - L'abandon des méthodes accélératrices de type pré-cadrage des objets.
  - Une sensibilité, une résolution et un débit vidéo suffisants des capteurs, pour pouvoir traiter les cas complexes, à l'aide d'algorithmes correcteurs.
  - Le temps nécessaire pour effectuer les calculs, lequel peut s'obtenir de deux manières:
    - S'il s'agit de temps réel, par la puissance de calcul, soit sur place (unité de calcul performante) soit déportée (capacité de transmission suffisante).
    - S'il s'agit de temps différé, on peut également recourir à une capacité de stockage tampon.
- **La fiabilité**  
La fiabilité est accrue par :
  - La précision et la richesse de l'information brute directement issue des performances des capteurs.
  - Le temps nécessaire pour analyser les données, y compris les algorithmes complexes utilisés pour le traitement des cas réfractaires ; la fiabilité est accrue par la possibilité de travailler en temps différé.
- **La capacité de traiter l'information en temps réel**  
Cette aptitude est reliée directement à la puissance de calcul de l'ordinateur. Celui-ci peut-être soit sur site, soit déporté. Dans ce dernier cas, le débit de la transmission devient dimensionnant.
- La faculté de communiquer l'information en temps réel

Le délai de transmission des résultats traités aux équipements actifs ou à l'opérateur humain dépend avant tout de la bande passante du système de télécommunication.

L'importance du débit sera croissante selon l'usage (applications de sécurité, applications de trafic), qui éventuellement fait interagir de nombreuses sources simultanément.

- **La capacité de stockage**

Ce critère se mesure directement sur la mémoire disponible pour le système, en GigaOctet.

Dans un système non communicant, seul les médias de masse sont à prendre en compte.

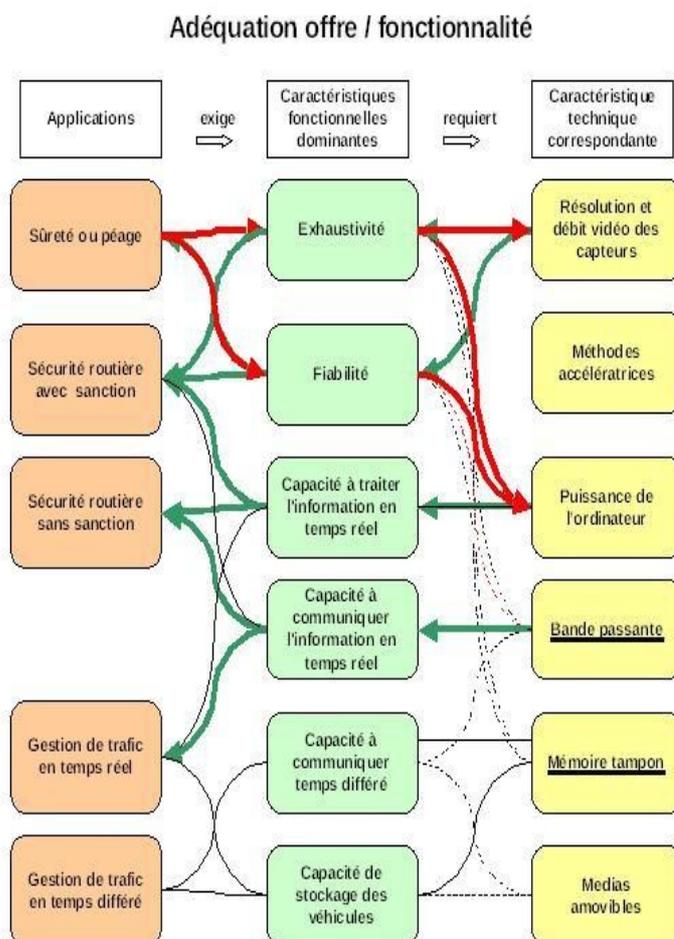
- **La faculté de communiquer l'information en temps différé**

Deux voies sont possibles: la télécommunication avec un débit suffisant pour vider la mémoire tampon, ou le transfert manuel de médias de stockage amovibles de types disques durs, CD Rom ou clé USB.

L'aptitude à produire les données dans un format d'échange courant est également requise.

### 3. Présentation synthétique de l'approche typologique

Le graphique ci-dessous résume de manière schématique l'approche ci-dessus :



## Eléments de conclusion

La première partie du rapport, qui traite des besoins et des caractéristiques techniques nécessaires pour réaliser une application LAPI, rappelle les exigences à atteindre en matière de capteurs (résolution, éclairage, ...).

Les applications utilisant ces capteurs vidéo sont nombreuses mais leurs conditions d'installation et de mises en œuvre restent relativement délicates et doivent être effectuées avec le plus grand soin (installation de la caméra, de l'objectif, de l'illumination, de l'angle de prise de vue, zone de masquage, conditions météorologiques, éclairage ...)

Dans les centres de gestion du trafic, des capteurs vidéo sont utilisés dans de nombreuses applications hors LAPI. Ils répondent déjà aux besoins spécifiques des gestionnaires pour connaître plus finement les déplacements des personnes et des biens (origine-destination, temps de parcours, DAI, DAB, CA vitesse, recueil de trafic, observatoire ...) et mettre en œuvre les stratégies d'exploitation. Cependant, ces systèmes ont des caractéristiques techniques insuffisantes pour des applications de type LAPI.

Les caractéristiques du capteur vidéo et son système conditionnent donc in fine les types d'applications. Afin d'éviter de multiplier inutilement les équipements et les investissements, on comprend mieux l'intérêt de mutualiser les instruments afin de disposer de systèmes couvrant différents besoins.

Dans cette hypothèse, une architecture système spécifique est à mettre en place pour la réalisation de traitements différenciés alimentant différents besoins de gestion du trafic, d'information à l'usager, de surveillance du territoire ... Une étude pourrait être envisagée pour analyser plus précisément les coûts et les bénéfices d'une application nationale.

Enfin, d'autres technologies peuvent être utilisées pour l'identification des véhicules, comme par exemple la RFID. Cette technologie est aujourd'hui utilisée dans de nombreuses applications. Les véhicules pourraient ainsi être équipés de systèmes RFID mémorisant des informations élémentaires (marque du véhicule, type, immatriculation, PTRV ...) puis être lus par des unités bord de voie.

Dans une autre perspective, le déploiement des systèmes coopératifs va permettre d'échanger des informations entre les véhicules et l'infrastructure au moyen de systèmes embarqués (en première monte ou appareils mobiles) et des unités en bord de voie reliées au centre de gestion du trafic.

# Annexes

# Annexe 1 : grille de description des fonctionnalités des dispositifs LAPI

## PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPEMENT

## CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

**TYPE DE CAPTEUR VIDÉO**     Visible     IR avec illuminateur     IR sans illuminateur

CCD     CMOS     Optique     Sensibilité

Résolution     Autre

Couleur     Niveau de gris

**JOUR**     **NUIT**

**TAUX DE DÉTECTION NOMINAL**

**TAUX FAUSSES ALARMES NOMINAL**

**TAUX DE RECONNAISSANCE**     Total     1 caractère     2 caractères

**TEMPS RÉEL**     **TEMPS DIFFÉRÉ**

**NOMBRE DE VOIES**

**NOMBRE DE PLAQUES/MIN NOMINAL**

**FONCTIONNEMENT**     En rapprochement     Éloignement

Unidirectionnelle     Bi-directionnelle

**PRISE DE VUE**     Générale     Zoom plaque     Conducteur

**ENREGISTREMENT**     Photo     Vidéo

**SÉQUENCEMENT (NOMBRE D'IMAGES/SECONDE) NOMINAL**

**SYNCHRONISATION DES CAMÉRAS**     umt     web     Autre

**CAPACITÉ MÉMOIRE (Go)**

**BANDE PASSANTE**

**TRANSMISSION**     Filaire     Sans fil

Type  usb     ethernet     IP     wifi     GPRS

3G     4G     Autre

**ALIMENTATION**     EDF     Batterie     Solaire     Autre

**CONDITIONS D'INSTALLATION**     Support mât     Hauteur

TPC     BDV     Surplomb

Fixe     Mobile

**FORMAT DES FICHIERS FOURNIS**     csv     xls     avi     Mpeg4     Autre

**SERVEUR D'EXPLOITATION**     Hébergé     Livré

**LOGICIEL D'EXPLOITATION**     Standard     Propriétaire     Autre

**AUTRES FONCTIONS**     Auto-diagnostic     Autre

## APPLICATIONS AFFICHÉES (EN COMPLÉMENT DE LA LAPI)

**CONTRÔLE D'ACCÈS**        **PÉAGE URBAIN**   

**CONTRÔLE DE GESTION DE PARKING**        **TÉLÉPÉAGE**   

**GESTION DE PAIEMENT**        **GESTION DES VOIES**   

**SURVEILLANCE ET SÉCURITÉ**        **TEMPS DE PARCOURS**   

**SURVEILLANCE DU TRAFIC**        **CONTRE-SENS**   

**DONNEE DE TRAFIC**   

**DETECTION AUTOMATIQUE D'INCIDENTS**   

**TRANSPORTS DE MATIÈRES DANGEREUSES**   

**DÉTECTION AUTOMATIQUE DE BOUCHONS**   

**AUTRES**

## Annexe 2 : glossaire

ANPR : Automatic Number Plate Recognition system, lecture automatique des plaques d'immatriculation

APN : Appareil photo numérique

BDV : bord de voie, en accotement

CA : contrôle automatisé

CCD : Charge Coupled Device, technologie utilisée pour la fabrication des capteurs vidéo

CETE IdF : Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement d'Île de France

CMOS : Complementary metal oxide semi-conducteur, technologie utilisée pour la fabrication des capteurs vidéo

CNIL : Commission nationale de l'information et des libertés

DAB : Détection automatique des bouchons

DAI : Détection automatique des incidents

ERP : Electronic Road Pricing

FVV : Fichier des véhicules volés

HD : Haute définition

HOT : High Occupancy Toll, mesure de gestion du trafic qui donne accès à une voie HOV aux véhicules avec une seule personne par l'acquiescement d'un péage

HOV : High Occupancy Vehicle, mesure de gestion du trafic dont une voie est réservée aux véhicules avec au moins deux personnes à bord

IP : Internet Protocol

IR : Infrarouge

LAPI : Lecture Automatique des Plaques d'Immatriculation

OCR : Reconnaissance optique de caractères

PA : Programme d'actions

PCI RDRT : Pôle de Compétence et d'Innovation en Régulation dynamique des réseaux de transports

PTRA : Poids total roulant autorisé

RFID : Radio Frequency Identification, technologie sans fil permettant de mémoriser et de communiquer des informations (limitée en taille) au moyen d'une puce électronique et d'une antenne associée

SETRA : Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements

SR 91 : State Road 91, route de l'état de Californie aux Etats Unis

TC : Transports en commun

TMD : Transports de Matières Dangereuses

TPC : Terre plein central d'une chaussée

UMT : Universal Transverse Mercator, système de coordonnées « compatible GPS »; pour l'application LAPI, il s'agit de synchroniser plusieurs caméras avec l'horloge du GPS

2RM : Véhicules à deux roues motorisées

## ***Pôle de Compétences et d'Innovation***

### ***"Régulation dynamique des réseaux de transport"***

*Ce document a été élaboré sous le pilotage du Sétra par le PCI "Régulation dynamique des réseaux de transport".*

*Le PCI a pour objectif d'apporter les éléments de diagnostic et d'évaluation nécessaires à l'élaboration et la mise-en œuvre des stratégies, mesures et systèmes de régulation des flux de transports, notamment dans une logique multimodale.*

*Le PCI est situé au CETE de Lyon et au CETE Ile-de-France.*



Le présent rapport dresse un état des lieux des dispositifs existants ou en cours de développement ou d'expérimentation, principalement en matière de réseaux de caméras.

Il fournit notamment un aperçu des fonctionnalités de ces dispositifs, à partir de produits disponibles sur le marché, dont les données nominales sont prises en compte. Il n'est pas dans l'objet de ce rapport de fournir d'informations détaillées, encore moins de tests de performance de ces dispositifs. L'étude ne traite pas non plus des aspects juridiques et de protection des données liés à l'utilisation de tels dispositifs.

#### **Rédacteur :**

**Ludovic Simon – CETE Ile-de-France**

téléphone : 33 (0)1 34 82 12 32

mél : [lsimon@developpement-durable.gouv.fr](mailto:lsimon@developpement-durable.gouv.fr)

#### **Référent :**

**Jean-Luc million – Sétra**

téléphone : 33 (0)1 60 52 31 70

mél : [jean-luc.millon@developpement-durable.gouv.fr](mailto:jean-luc.millon@developpement-durable.gouv.fr)

#### **Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements**

110, rue de Paris - SOURDUN – BP 124 – 77487 PROVINS Cedex – France  
téléphone : 33 (0)1 60 52 31 31 – télécopie : 33 (0)1 60 52 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :

- Internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr>
- Intranet (Réseau ministère) : <http://intra.setra.i2>

*Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.  
En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.*

© 2012 Sétra – Référence : 1233w – ISRN : EQ-SETRA--12-ED22-FR

Le Sétra appartient  
au Réseau Scientifique  
et Technique  
du MEDDE

