

IQDE : IMAGE QUALITÉ DES DÉPENDANCES ET DES EQUIPEMENTS

A. DREZET

Sétra, Ministère de l'équipement, France

direction.setra@equipement.gouv.fr

RESUME

La définition d'une politique technique d'entretien et de gestion du patrimoine routier dépend de la connaissance de celui-ci.

La Direction Générale des Routes française disposait déjà d'outils pour connaître la consistance et l'état des chaussées (IQRN) et des ouvrages d'art (IQA) du Réseau Routier National non concédé mais aucun élément concernant les dépendances et équipements.

Pour répondre à ce besoin le Sétra en collaboration avec le Réseau Scientifique et Technique a développé une méthodologie pour réaliser l'inventaire quantitatif du patrimoine et le relevé d'état visuel des équipements et dépendances de la route : La méthode IQDE (Image Qualité des Dépendances et Equipements).

IQDE définit une méthode d'inventaire et des indicateurs d'état visuel afin d'évaluer l'ensemble des dépendances et équipements ; son utilisation à des fins autres que statistiques à l'échelle nationale reste cependant limitée.

La méthode IQDE repose sur un examen visuel. Ceci permet de traiter la plupart des dépendances et équipements (chaussée et zone de sécurité : bande de 7 mètres depuis le bord de la chaussée) sans gêne pour la circulation. Certains objets plus éloignés nécessitent une évaluation in situ (bassin d'assainissement par exemple).

1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA MÉTHODE : OBJECTIFS ET ENJEUX

1.1. Historique

Le Sétra en collaboration avec les différents membres du réseau scientifique et technique français a développé la méthode IQDE qui permet à un gestionnaire du réseau routier national de disposer d'un inventaire et d'une image qualité formalisés et fiables des équipements et dépendances de son réseau.

La méthode IQDE a été actualisée en 2005 et a servi de base à "l'étude exhaustive" qui suite à la réorganisation du système routier français et le transfert du réseau routier national aux nouvelles DIR* visait à leur fournir un inventaire qualitatif complet de leur patrimoine

1.2. Objectifs et enjeux pour IQDE en 2007

L'objectif est donc en 2007 de réaliser sur la base des recueils effectués et des retours d'expériences, une chaîne opérationnelle pour IQDE utilisable par les gestionnaires. Un travail d'analyse est aussi effectué sur les différentes exploitations que l'on peut faire avec cette méthode. De plus, de nouvelles expérimentations sont en cours pour optimiser le coût (matériel, personne, durée) et améliorer la fiabilité de la méthode.

1.3. Présentation de la méthode : définitions et concepts de base

IQDE permet de disposer d'une "image" quantitative et qualitative des dépendances et équipements d'un réseau routier. L'évaluation de l'état quantitatif des "objets" repose

uniquement sur un examen visuel. Il doit être réalisé dans un court laps de temps. Il ne s'agit donc pas d'une visite de surveillance et encore moins d'une expertise. La démarche est essentiellement appliquée sur une bande de 7 m depuis le bord de la chaussée, là où se situent les enjeux liés à la viabilité de la route et à la sécurité des usagers

- Les objets relevés par la méthode IQDE

Ce tableau permet un recensement des équipements et dépendances de la route qui sont à relever dans le cadre de la démarche IQDE. Cette liste ne constitue pas un cadre qui se voudrait exhaustif, des regroupements ont été effectués, et elle peut être modifiée ou complétée en fonction du réseau et des besoins locaux.

Domaine	Ouvrages / Equipements	Quantité globale	
		km	unité
Assainissement	Fossé revêtu		
	Fossé enherbé		
	Autres ouvrages		
	Bassin enherbé		
	Bassin étanche		
	Station de relèvement		
	Station de traitement		
BDD (Bande Dérasée Droite) zone A = 0 à 2,5 m depuis le bord de la chaussée	Surface minérale		
	Surface enherbée		
	Surface plantée		
TPC *	Surface minérale		
	Surface enherbée		
	Surface plantée		
Carrefour plan	Surface minérale		
	Surface enherbée		
Végétation en section courante zone B = zone intermédiaire 2,5 à 7_m ≡ depuis le bord de la chaussée	Surface enherbée		
	Arbuste		
	Arbre		
	Boisement		
Aménagement spécifique (point singulier)	Aires de repos		
	Aires de service		
	Point d'arrêt/refuge		

Domaine	Ouvrages / Equipements	Quantité globale	
		km	unité
	Bretelles		
	Rétablissement de communication		
	Délaissés de terrain (liés au domaine public)		
Equipements de collecte	Poubelle, conteneur.....		
Signalisation Verticale et Balisage (zones A, B, TPC et carrefour)	S.V de police		
	Balise		
	S.V directionnelle		
	Hauts-mats		
	Potences		
Dispositif de retenue (zones A, B, TPC et carrefour)	Portiques		
	Glissière (métallique/bois)		
Equipements d'exploitation	Autres dispositifs		
	Bornes d'appel d'urgence		
	Stations SIREDO		
	Stations météo		
	PMV*		
Autres équipements	Autres		
	Feux		
	Clôture		
	Petits ouvrages (ouverture ou hauteur inférieur à 2m.)		
	Ecrans anti-bruits		
Terrassements	Autres ouvrages ou équipements liés à l'infrastructure		
	Ouvrage de remblai ou de déblai d'une hauteur supérieur ou égal à 9m.		
Eclairage (zones A, B, TPC et carrefour)	Ouvrage de remblai ou de déblai d'une hauteur inférieure à 9m, présentant des désordres de stabilité.		
	Lampadaires		
	Equipements associés		

- Caractérisation de l'état des objets

Après identification, l'évaluation de l'état de l'objet est faite selon la nomenclature suivante:

<i>Etat bon</i>	<i>Etat moyen</i>	<i>Etat mauvais</i>
Il s'agit de l'état de référence Entretien courant assuré	Présence de dégradations mineures Intervention nécessaire, à réparer	Dégradations graves Intervention prioritaire, à réhabiliter, à remplacer Cet état s'apparente à un défaut d'entretien normal

Cette évaluation d'état d'un objet est réalisée à partir d'une image. Elle ne dispense pas de certaines vérifications (embases pour les PPHM* par exemple, vérifications réglementaires) ou des inspections détaillées non prises en compte par la méthodologie IQDE et dont les modalités sont définies dans les guides techniques spécialisés. Il faut bien être conscient que l'évaluation d'état IQDE n'a pas pour but la gestion individualisée des équipements mais en premier lieu la réalisation d'un inventaire et une évaluation statistique globale de l'état des équipements et dépendances sur un réseau.

Un guide a été élaboré pour IQDE avec des exemples type pour permettre à l'opérateur de pouvoir classer de manière correcte à partir d'une rapide analyse visuelle (comme sur une image numérique par exemple) chaque équipement recensé. De plus des fiches de relevé ont été élaborées pour permettre le relevé pratique de certains équipements (dispositifs d'assainissement par exemple ...)

Tableau 1 - Exemple de fiche méthodologique type présente dans le guide méthodologique IQDE pour l'analyse de l'état d'un équipement

<p>1.1 → SIGNALISATION VERTICALE ET BALISAGE ¶</p> <p>1.2 → Signalisation verticale de police ¶</p>	<p>1.3 → Panneaux de prescription et panneaux de danger, ¶</p> <p>1.4 → Les panneaux d'entrée et de sortie d'agglomération sont des panneaux de police (ils modifient la vitesse), ils sont évalués dans cette rubrique. ¶</p>	
<p>BON ETAT ¶ (entretien courant assuré) ¶</p> <p>→ Identique à l'état de référence. ¶</p> <p>→ Panneau bien visible. ¶</p> <p>→ Sans dommage et sans dégradation. ¶</p>		
<p>ETAT MOYEN ¶ (intervention nécessaire) ¶</p> <p>→ Présence de graffiti ou d'affichette. ¶</p> <p>→ Panneau légèrement déformé ¶</p> <p>→ Verticalité du (des) support(s) à reprendre. ¶</p>	 <p>→ A réparer, à nettoyer. ¶</p>	
<p>MAUVAIS ETAT ¶ (intervention prioritaire) ¶</p> <p>→ Défaut d'accrochage du panneau sur le (les) support(s) ¶</p> <p>→ Panneau délavé (message mal perçu ou non perçu). ¶</p> <p>→ Panneau et support(s) très tordu(s). ¶</p>	 <p>→ A remplacer. ¶</p>	

Les critères de jugement d'état visuel étant simples pour faciliter et accélérer le traitement des images en laboratoire.

- Nombre de passages

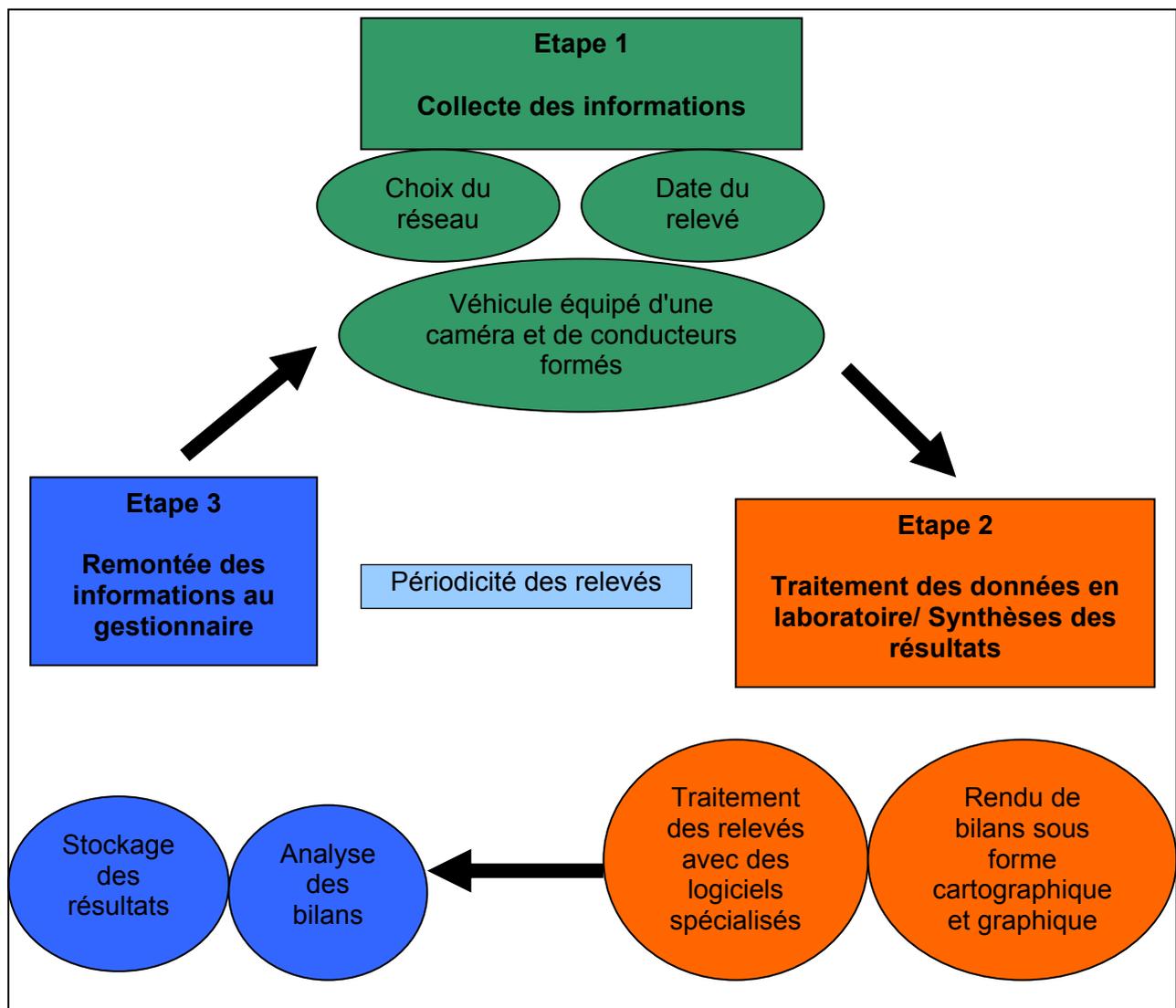
Le relevé peut se faire selon un sens de circulation ou dans les 2 sens de circulation. Ceci dépend directement de ce que le gestionnaire entend faire des résultats IQDE

Ainsi, si le gestionnaire entend disposer d'un inventaire "complet" de ses dépendances et équipements, le relevé est à faire selon les 2 sens de circulation sur routes bidirectionnelles. Pour l'évaluation d'état moyen sur un réseau et pour limiter les coûts, le relevé peut se faire selon un seul sens de circulation, il est estimé statistiquement que pour une route bidirectionnelle, les 2 cotés de la route présentent des similitudes et que les pourcentages d'état bon moyen et mauvais sont les mêmes.

2. CHAÎNE DE TRAITEMENT DE LA MÉTHODE IQDE SUR UN RÉSEAU ROUTIER

Si le principe de la méthode IQDE (recensement et relevé d'état) est simple, l'application de la méthode sur le terrain pose quelques difficultés pratiques et techniques. L'objectif de cette partie est de présenter les étapes permettant d'établir une chaîne d'organisation type ainsi que leurs modalités techniques (moyens matériels, humains...) pour appliquer la méthode IQDE sur un réseau donné.

2.1. Schéma fonctionnel de la méthode IQDE



2.2. Application de la méthode IQDE sur un réseau donné

Ci-après sont définis de manière précise chacun des points du schéma précédent afin qu'IQDE puisse être adaptée et appliquée de manière simple sur un réseau routier.

2.2.1 Etape 1 : Collecte des informations

- *Type de relevé*

Le relevé d'image peut se faire de 3 façons différentes :

type de relevé	Vidéo (IRCAN*)	Relevé assisté par ordinateur	Relevé manuel (Support papier)
vitesse de relevé sur le terrain	Vitesse maximum autorisée sur la route où a lieu le relevé	0 à 15 km/h	Arrêt fréquent

Cependant, pour limiter la gêne et assurer la sécurité des usagers et des exploitants de la route sur des voies à circulation rapide, il est préférable de réaliser la collecte des informations par une campagne de relevé d'image IRCAN complétée par des visites terrain pour les dispositifs non visibles depuis la route ou pour quelques points où l'imagerie n'a pas donné des résultats suffisants. Le relevé d'image de la chaussée est effectué par un véhicule équipé d'une caméra embarquée.

La caméra réalise une banque d'images de la route et de son environnement. Une image est prise tous les "n" mètres.

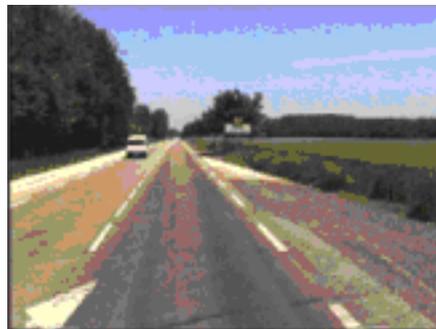


Figure 1 : Image prise depuis un véhicule équipé d'une caméra numérique IRCAN

La technologie IRCAN est intéressante car le véhicule peut s'insérer dans le flot de la circulation et filme sans que la vitesse n'ait d'incidence sur la qualité de l'image relevée. De plus, la résolution permet de réaliser des zooms de bonne qualité avec un logiciel spécialisé pour l'analyse, ce qui peut permettre de lever une incertitude sur un équipement précis en cas de doute

Remarque : Cette banque d'images peut aussi permettre de réaliser des études de sécurité ainsi que des analyses pour la gestion du patrimoine (gestion de la chaussée, des équipements...)

Dans le cadre d'IQDE, le but est ensuite à partir de ces images de repérer les équipements et dépendances de la route après analyse en laboratoire

- *Période de relevé*

La qualité des images obtenue par une caméra numérique IRCAN, dépend entre autres des conditions climatiques et de l'inclinaison du soleil. En particulier, l'été les ouvrages d'assainissement sont peu visibles, car souvent envahis par la végétation.

La période optimale pour effectuer les relevés IQDE est donc plutôt l'automne.

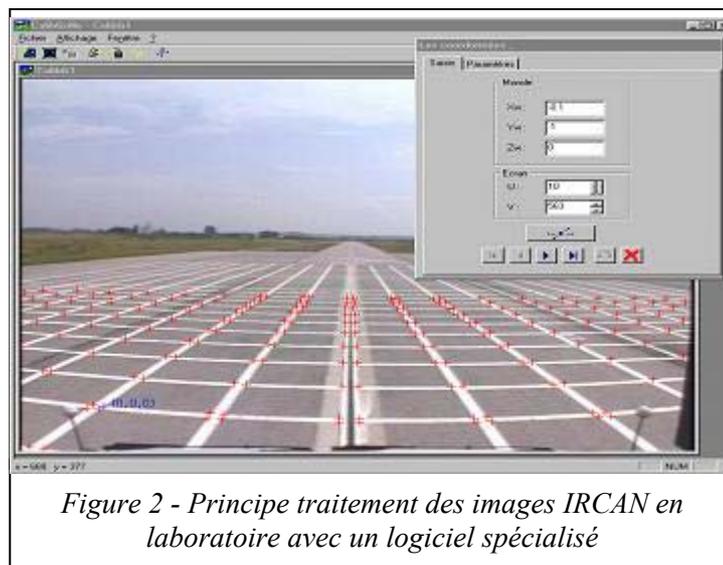
2.2.2 Etape 2 : Traitement des données en laboratoire, synthèse des résultats

- *Traitement en laboratoire de la banque de données d'images IRCAN*

La banque de donnée d'images du réseau peut être analysée à l'aide de logiciels métiers, logiciels spécialisés réalisés à cet effet permettant un traitement des informations homogène et efficace. Ces logiciels permettent une saisie semi automatisée des équipements que l'opérateur peut repérer sur les images selon les étapes suivantes :

- *Le traitement des images pour permettre des mesures en 3D*

Phase de calibrage : en fonction des paramètres de la caméra et de la position de la caméra par rapport au plan



Les mesures se font dans le plan et une grille permet de compenser les effets de distorsion.

- *L'analyse image par image des équipements et dépendances*

A partir d'un catalogue d'éléments, l'opérateur peut alors définir un état visuel pour un équipement qu'il identifie et dont il indique le positionnement de manière précise.

Grâce à ces logiciels spécialisés, le traitement de ces images est semi automatisé, ce qui constitue une aide précieuse pour les opérateurs.

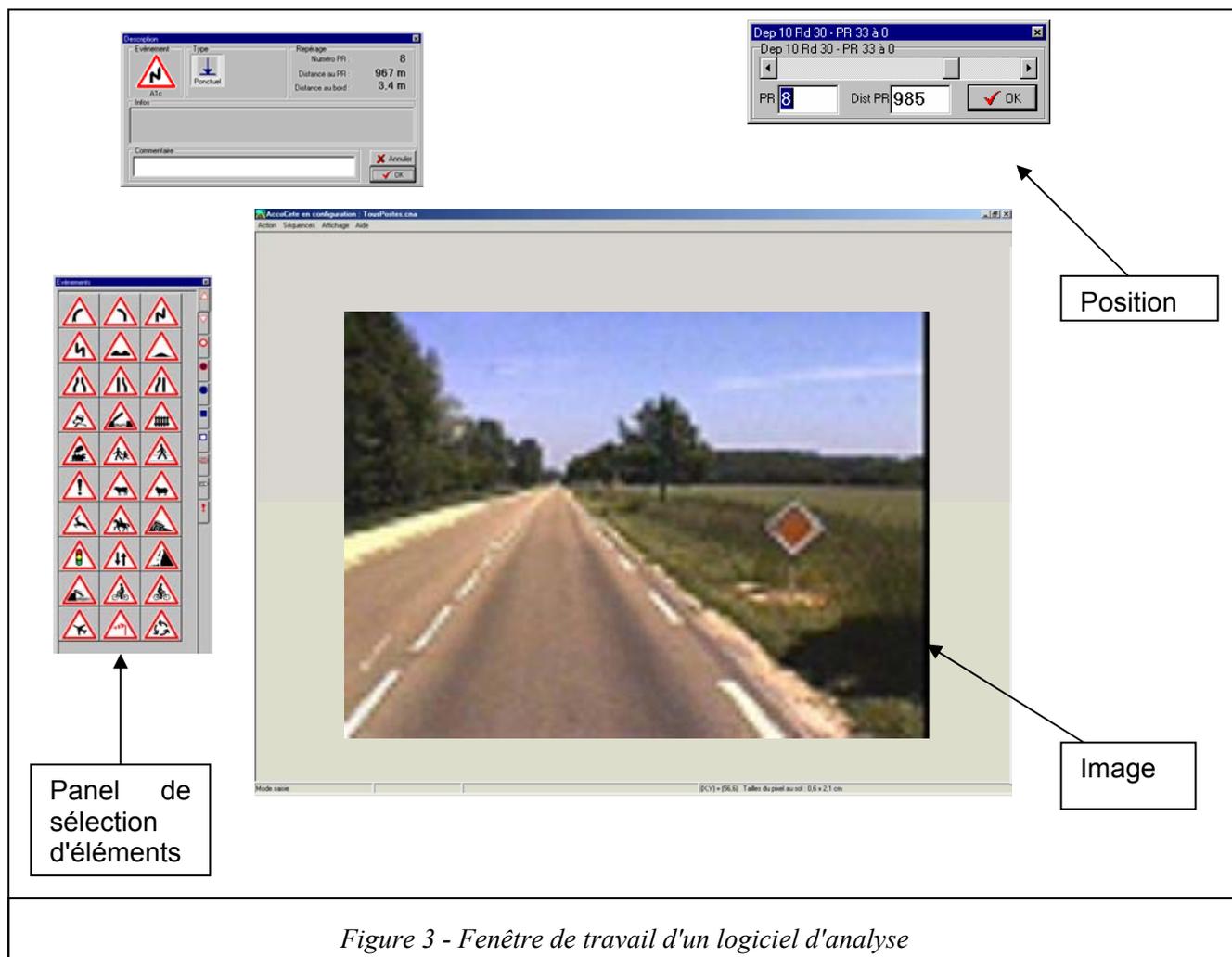


Figure 3 - Fenêtre de travail d'un logiciel d'analyse

Le principe de fonctionnement du logiciel pour la saisie d'un élément est le suivant :

- L'opérateur peut faire défiler les images dans une fenêtre prévue à cet effet en accédant directement à un point précisé par géoréférencement sur le réseau routier
- Lorsqu'un objet est rencontré (fig.3: dans le cas du relevé de signalisation verticale), l'opérateur le désigne parmi les icônes accessibles dans une boîte à onglets (sélecteur d'évènements).

Note : Il existe des modules pour chaque catégorie d'équipements et de dépendances d'IQDE

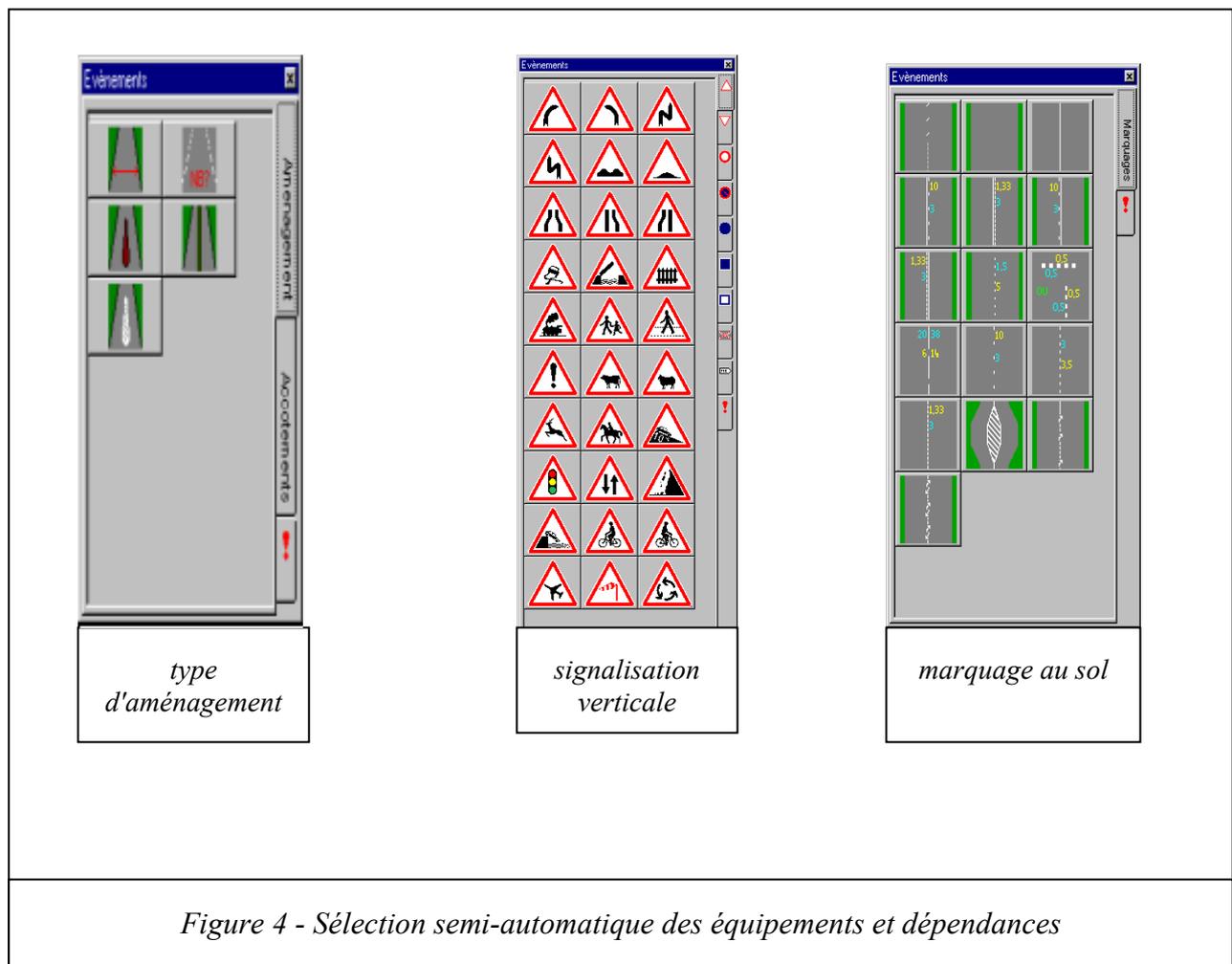


Figure 4 - Sélection semi-automatique des équipements et dépendances

- Ceci active l'affichage d'un cartouche de description des évènements. L'opérateur peut y entrer des informations complémentaires (ex : nature d'un accotement, type d'intersection...) et éventuellement un commentaire.
- La dernière opération consiste à géolocaliser l'élément en étirant un repère jusqu'au bord de la chaussée revêtue. Un système de détection du bord par traitement d'images permet d'automatiser l'opération : un seul clic de souris suffit à étirer le repère jusqu'au bord revêtu de la chaussée et à localiser l'objet. Le traitement est basé sur une analyse de la couleur des pixels.

- *Périodicité du relevé*

La périodicité de renouvellement des informations IQDE est directement liée à ce que l'utilisateur veut faire de l'exploitation des informations. Ainsi, les informations sur le positionnement ne varient pas beaucoup. Les informations sur l'état des équipements peuvent nécessiter une mise à jour plus fréquente.

2.2.3 Etape 3 : Remontée des informations au gestionnaire

- *Stockage des éléments*

Une base de données permet de stocker de façon formalisée les informations sur les dépendances et équipements après analyse des images en laboratoire. Le gestionnaire a accès de façon simple aux informations et peut les exploiter automatiquement pour effectuer des synthèses (tableaux, cartographie)

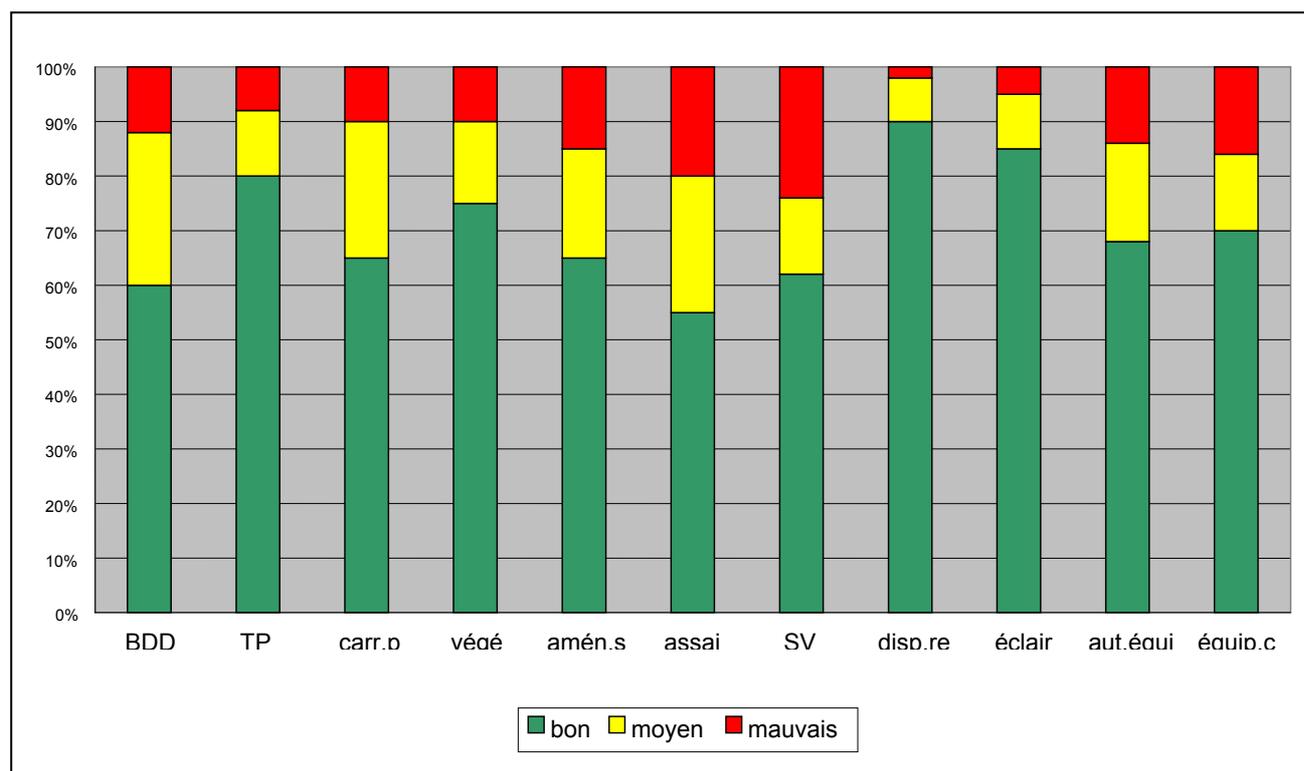
- *La restitution de l'analyse : diagramme, cartographie.*

Après la phase de collecte des données, c'est-à-dire le positionnement des équipements et leur caractérisation au sens IQDE, il faut réaliser un rendu des résultats permettant une exploitation efficace et pertinente. Une synthèse des résultats peut être réalisée selon les besoins et utilisations de l'exploitant. Ainsi par types d'équipement et de dépendances, peut être établie pour un réseau une synthèse regroupant par itinéraire les informations suivantes :

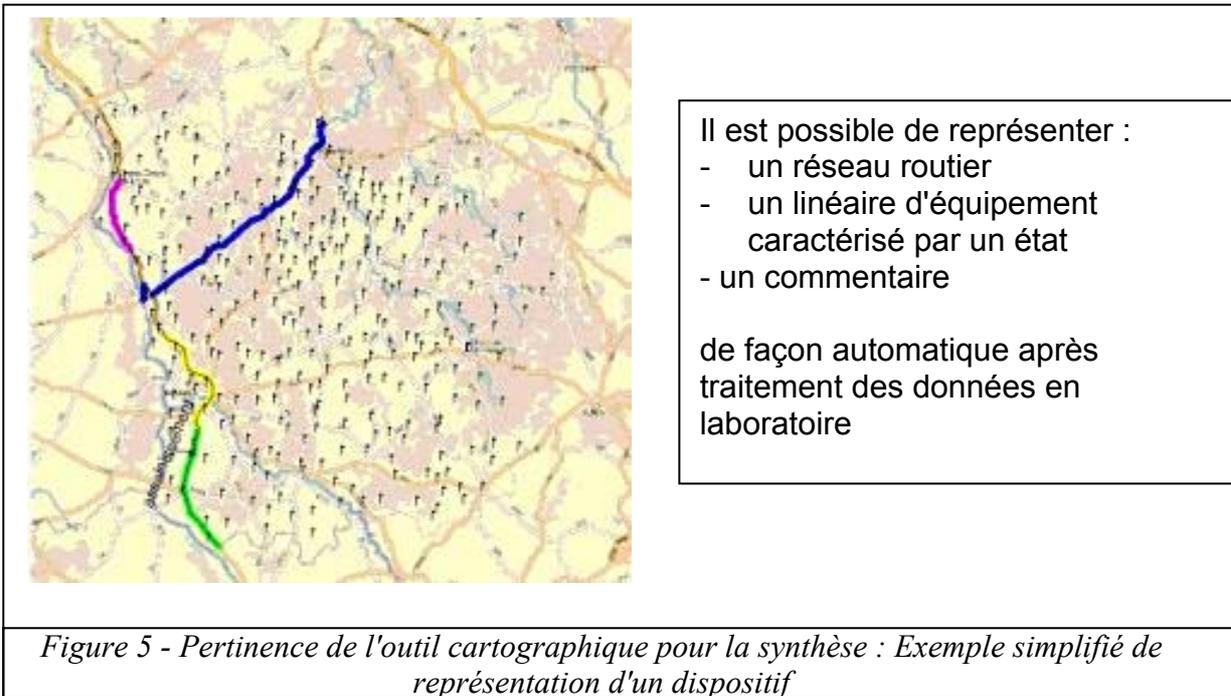
- le quantitatif d'équipements
- l'état moyen des équipements

L'intégration des informations dans une base de données cartographique permet d'obtenir un "habillage" avec différents niveaux de détails (routes, communes, territoire).

A l'échelle du réseau, la restitution par graphique ou histogramme paraît adaptée,



Il ressort aussi que le rendu cartographique (fig.5) constitue un outil très pertinent pour se rendre compte immédiatement de l'état d'un équipement donné sur une zone précise. Par catégorie d'équipements, il est donc possible d'éditer des cartes représentant un réseau sur lequel on superpose des informations sur des équipements et dépendances considérés.



- *Quelles données de synthèses représenter pour chaque équipement ?*

Les équipements et dépendances de la route recensés sont très variés en nature et en quantité.

Ainsi, pour des équipements "volumineux" et "peu nombreux" on peut songer à une restitution de bilan cartographique en relevant la position de chacun (PPHM* par exemple). Pour d'autres équipements au quantitatif plus important (signalisation verticale par exemple), il paraît plus intéressant de retenir une moyenne sur un itinéraire (par exemple 30 % de panneaux en état "bon" sur une section ...)

Les éléments "linéaires" (dispositifs de retenue par exemple) sont eux plus faciles à représenter sous format cartographique. Il est possible d'éditer une carte facilement exploitable en faisant varier la couleur d'affichage en fonction de l'état par exemple.

- *Les conditions de réussite et les limites*

- L'analyse des images est un travail relativement fastidieux, des erreurs peuvent être commises. Le travail de relevé est mobilisateur et peut entraîner des erreurs du fait de sa répétitivité. Pour cela, des outils ont été développés afin de proposer à l'opérateur chargé du relevé un panel de sélection d'éléments lui permettant de relever plus facilement les équipements. Il est également important d'assurer aux opérateurs de laboratoire de bonnes conditions de travail (écrans de grande taille, pause régulière) afin de minimiser les effets de la répétitivité du travail et de la fatigue oculaire.

- Le personnel chargé de conduire le véhicule équipé d'IRCAN doit bénéficier d'une formation pour garantir la qualité des images.

- Les opérateurs chargés de l'analyse en laboratoire des images doivent bénéficier d'une formation pour minimiser les erreurs d'analyse et optimiser la prise en main des fonctionnalités du logiciel.

- La prise de vue par caméra entraîne une légère distorsion et le positionnement des objets subit une marge d'erreur. Cependant, comme l'exploitation ultérieure est principalement quantitative et qualitative, cette marge d'erreur reste négligeable pour la méthode IQDE.

3. UTILISATION DES RÉSULTATS IQDE PAR LES GESTIONNAIRES

Du fait du nombre d'équipements et de dépendances sur un réseau, malgré des méthodes de traitement semi-automatisées, IQDE reste une démarche lourde à mettre en oeuvre. Cependant, pour une bonne gestion des équipements et dépendances d'un réseau routier elle apparaît prometteuse ne serait-ce que pour la programmation des tournées d'inspection et l'entretien des équipements (visite et contrôle d'ouvrages par exemple) lesquels nécessitent une bonne connaissance du patrimoine. Même si IQDE n'est pas un outil individualisé de gestion d'équipement, la reconnaissance de l'état visuel fournit une première indication et permet d'avoir une première approche pour la gestion globale des catégories d'équipement.

On peut entrevoir deux grands axes pour l'exploitation des résultats obtenus à l'aide de la méthode IQDE :

3.1 Orientation des politiques locales d'entretien

- Au niveau local, elle sert de base pour la programmation des travaux d'entretien et des inspections ; pour pouvoir inspecter de manière efficace des équipements, il faut déjà disposer d'une information claire sur leur localisation.
- IQDE peut aussi permettre d'orienter les politiques d'entretien. Ainsi, une catégorie d'équipements repérée comme ayant un fort taux d'état "mauvais" devrait faire l'objet d'une campagne spécifique de remise en état ou d'une surveillance particulière lors d'inspections détaillées.

3.2 Connaissance du patrimoine au niveau national

- L'évaluation IQDE a pour objectif une meilleure connaissance de l'état du patrimoine routier et de son évolution. Ceci permet de pouvoir effectuer une estimation des futurs budgets d'entretien ou de réhabilitation des équipements.
- Cette image qualité du réseau permet également de mesurer l'efficacité des actions d'entretien et d'exploitation sur le réseau. Un bilan peut aussi être fait relativement rapidement sur un type d'équipements précis sur le réseau pour une estimation sommaire des dégâts après des événements exceptionnels (tempêtes, inondations...)

4. LES EXPÉRIMENTATIONS EN COURS

Le Sétra a lancé, début 2007, pour le compte de la Direction Générale des Routes une expérimentation de relevé IQDE par exploitation d'images numériques (IRCAN) pour évaluer sur un réseau d'environ 600 km :

- le coût (temps de travail, matériel)
- la validité de la méthode (fiabilité, contrôle de certaines sections avec des visites terrains....)
- la pertinence des exploitations des résultats IQDE.

Les résultats de ces expérimentations seront disponibles vers mi-2007 et permettront d'affiner la méthode IQDE et de proposer des coûts de fonctionnement optimisés.

5. CONCLUSION

La méthode IQDE, telle que décrite dans ce document, permet au gestionnaire d'un réseau routier de disposer de manière formalisée d'un inventaire et d'une "image qualité" des équipements et dépendances de son réseau routier. Les expérimentations en cours permettront de conforter la méthode en ce qui concerne son coût et sa fiabilité.

Elle est amenée à évoluer au fur et à mesure de son déploiement parmi les gestionnaires du réseau routier national français et aussi en s'inspirant des procédures mises en oeuvre dans d'autres pays.

6. GLOSSAIRE

* IQRN : Image qualité du réseau national, système d'évaluation et de suivi des chaussées du réseau routier national non concédé

* IQOA : Image qualité des ouvrages d'art : système de suivi d'état des ouvrages d'art.

* TPC : Terre-plein central

*IRCAN : Imagerie par Caméra Numérique (peut être équipé à bord d'un véhicule et permet des relevés à grande vitesse)

* PR : Point de référence : Sert à localiser un équipement ou une dépendance sur un itinéraire

* PMV : Panneau à messages variables

* PPHM : portiques potences et haut-mâts

* SIG : Système d'information géographique.

* DIR : Direction Interdépartementale des Routes : nouveaux gestionnaires en charge du réseau routier national français non concédé