

LE VEL'AUDIT : OUTIL D'AUSCULTATION DES RESEAUX CYCLABLES

G. Blanchard

Cete de l'Ouest, Ministère de l'Ecologie, France

GILLES.BLANCHARD@DEVELOPPEMENT-DURABLE.GOUV.FR

JC. Dargenton

Cete de l'Ouest, Ministère de l'Ecologie, France

Jean-Christophe.Dargenton@developpement-durable.gouv.fr

ABSTRACT

We are currently seeing a growing interest of cities and regions for promoting the use of bikes.

But, in the course of our studies for cities, we noticed a lack of efficient tools to examine those cycle lanes/paths whereas there are numerous tools to improve roads for cars. Of course, it is possible to cycle the whole network to assess its quality, but ultimately the result is often a very concise report.

So, during these studies, the need of the *Vél'Audit* has become obvious.

Vél'audit has been designed to achieve high yield diagnosis of cycle lanes/paths. It is composed of an electric bike with some suitable instruments for the audit. It includes a miniature camera, a satellite tracking system, an inertial measurement unit, a datalogger and a button to pinpoint some events during the inspection. *Vél'audit* has a free access to the entire cycling network.

Vél'audit is an important innovation allowing each manager of cycle lanes/paths to do for cycle what it is already and naturally done for car : to know the cycling network well, to identify its defects, to program and control some improvements.

RÉSUMÉ

De plus en plus de villes ou de territoires s'intéressent au vélo. Cependant au cours d'études réalisées pour ces collectivités nous avons été confrontés à l'absence d'outils efficaces pour réaliser les diagnostics de ces infrastructures. Pourtant cette technologie existe et est développée pour les routes et autoroutes.

Le Vél'audit a été conçu pour réaliser des diagnostics de réseau cyclables. Composé d'un vélo électrique équipé de différents capteurs nécessaires à l'acquisition des données souhaitées : positionnement, images, confort, pentes,...

Le Vél'audit qui est désormais opérationnel permet au gestionnaire de développer des actions de qualification de son réseau cyclable.

1.LE VELO EST UN MODE DE DEPLACEMENT MODERNE, DURABLE ET PERFORMANT

1.Le contexte général

Nous constatons actuellement une attention croissante des collectivités sur le déplacement à vélo. Le succès des opérations de vélo en libre service (Vél'ov à Lyon, Vélib' à Paris, Bicloo à Nantes, Vélocéa à Vannes,...) confirme par exemple le potentiel de développement de ce mode de déplacement. [1]

Cette tendance est aussi internationale. Les opérations «Tous à vélo» à Mexico [3] ou aussi à Londres et bien sûr à Copenhague ou Amsterdam pour ne citer que ces agglomérations, sont d'autres témoignages de ce changement.[5]

Ce mode de déplacement est en effet un complément idéal à la marche à pied et aux transports publics qui participe à l'installation d'une ville durable et sûrement aussi plus conviviale[16][19]. Il peut couvrir une large partie des déplacements quotidiens d'une longueur de 1 km à 8 km.

Enfin, il présente de nombreux avantages économiques, tant pour les collectivités que pour le budget des ménages [8]. Ce n'est pas donc pas seulement un loisir de vacances ou une activité sportive.



Illustration 1: Cyclistes nantais

Les facteurs de développement de ce mode de déplacement sont bien sûr multiples. Mais l'infrastructure qui accueille la personne se déplaçant en vélo est un point clé de toute politique vélo. [4] [11] [12]

Et c'est pourquoi de nombreux aménagements cyclables se développent dans nos villes et villages.

Cependant au quotidien chaque cycliste, lors de l'utilisation de ces linéaires d'aménagement cyclables, constate une qualité très variable des itinéraires dédiés au vélo. Ces itinéraires de voies vertes, de pistes ou bandes cyclables ne remplissent pas toujours certains critères minimaux : dimensionnement, qualité de la chaussée, niveau d'entretien,... Or ces aspects participent à la fois à la sécurité, à la visibilité et au confort de ce mode de déplacement. Par exemple, une personne à vélo sur une bande cyclable pourra sortir soudainement de sa voie et se mettre ainsi en danger en voulant éviter un nid de poule ou des gravillons. Une bande cyclable inférieure à 1 m devient dangereuse pour un cycliste car celui ci ne peut conserver toujours une trajectoire rectiligne alors même que les autres véhicules motorisés n'hésitent pas à circuler au plus près de la limite marquée de cette bande cyclable. La qualité d'un réseau cyclable ne s'exprime donc pas uniquement en kilomètres mais en y intégrant d'autres paramètres tels que la largeur, la qualité du revêtement, la signalisation et aussi l'environnement (proximité de stationnements pour voitures, obstacles liés à la croissance de végétaux,...). [6]

Et comme le rappelait par exemple le guide américain sur les aménagements cyclables [20] « special bicycle facilities like bike lanes or trails may require enhanced maintenance attention ».

2.Des besoins nouveaux

Les gestionnaires de réseaux cyclables signalent une difficulté naissante. En effet, depuis plusieurs années, les réseaux cyclables se sont étendus régulièrement. Leur relative jeunesse et aussi leur taille mesurée permettaient jusqu'à présent de réaliser un entretien simple, ponctuel, « à la demande ». Mais désormais, de nombreux gestionnaires disposent de réseaux ayant déjà plus de 10, 20 ans d'ancienneté et souvent longs de plusieurs centaines de kilomètres. L'Atlas national français des véloroutes et voies vertes [14] recensait près de 26 660 km d'itinéraires cyclables dont l'itinéraire européen intitulé EV6 représentant pour sa seule partie française 1212km. Et les agglomérations ont aussi des réseaux cyclables conséquents [15] avec des aménagements cyclables représentant souvent plus de 25 % des voiries aménagées : 536 km à Strasbourg, et plus de 200 km à Toulouse, Nantes,...

Les besoins d'entretien réguliers nécessitent alors de plus en plus une programmation. Le temps à passer à réaliser cette programmation est désormais inférieur aux gains de productivité associés.

Cette nécessaire activité de programmation en développement nécessite aussi de disposer d'outils performants pour qualifier l'infrastructure cyclable, à la fois pour réaliser les diagnostics préalables à la programmation, mais aussi, dans le cadre d'une démarche qualité, pour mesurer l'impact des travaux d'entretien réalisés.

A l'occasion d'études d'élaboration de Plans Vélo [7] réalisés pour les gestionnaires de réseau cyclables, nous avons constaté l'absence d'outils, de matériels permettant d'établir de réels diagnostics de ces aménagements. Bien sûr, il existe de nombreux outils d'auscultation éprouvés pour améliorer les voies dédiées aux voitures, mais ceux-ci ne peuvent pas accéder au réseau cyclable du fait de leur gabarit ou parce que l'accès à ces réseaux est souvent interdit aux véhicules motorisés. La seule solution restait donc de parcourir tout le réseau cyclable (à pied ou à vélo) pour réaliser une évaluation globale qui restait jusqu'à présent souvent trop synthétique.

Et c'est ainsi que le besoin du Vél'Audit s'est affirmé.

2.LE VEL'AUDIT

Le Vél'audit est un matériel innovant construit avec l'équipe du Centre d'Études et de Conception de Prototypes (CECP) du Cete de l'Ouest.

L'équipe qui a conduit ce projet était composée de Gilles Blanchard avec Jean-Christophe Dargenton, Nicolas Gallerand, Julien Chedru, Pascal Rosala du CECP d'Angers et Alain Thomas, Sylvain Caillot du Laboratoire Régional d'Angers. Cette conception a été financée par le CERTU (Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions) en liaison étroite avec l'IFSTTAR (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux) .

1.Description

C'est un vélo électrique disposant d'un appareillage adapté à cette mission d'inspection. Le choix du vélo comme support est justifié par l'assurance d'un accès libre à tout le réseau cyclable et est bien sûr cohérent avec l'approche mode doux que l'on souhaite développer. Il a été conçu pour permettre de réaliser des diagnostics à haut rendement des aménagements cyclables.

2. Conception

Le Vél'audit est composé d'un vélo à assistance électrique complété de différents capteurs d'acquisition de données : une mini caméra, un capteur mesurant les accélérations perçues par le cycliste et un GPS associé à un odomètre,... Cet ensemble permet de réaliser ce relevé à des vitesses de 15 à 20 km/h. L'autonomie du système est d'au moins 3 heures.

Un logiciel dédié permet de fédérer ces différents outils. Il permet de gérer à un pas paramétrable de 2 à 10 m :

- Un film de l'ensemble du réseau inspecté via le recueil d'image d'environnement des pistes cyclables;
- Les données du GPS embarqué;
- Les "Balises" que l'inspecteur a la possibilité d'insérer dans ce relevé en appuyant sur un bouton poussoir dans la phase de relevé. Cette action n'est pas nécessaire mais peut constituer une aide utile;
- Les accidents d'uni ponctuels et/ou transversaux de plus de 2cm, automatiquement détectés et enregistrés. Ils seront utiles à l'opérateur lors de la phase d'exploitation;
- Les mesures relatives au confort du cycliste lors du parcours. Ces mesures sont actuellement de deux types: la « pente » de l'itinéraire et les « vibrations » enregistrées;
- La mesure de la distance parcourue en continu via un odomètre.

Le logiciel comprend enfin une interface diagnostic permettant le traitement assisté de l'ensemble des données acquises par un opérateur qualifié pour les aménagements cyclables. La conception de ce logiciel a été réalisée à partir d'un logiciel existant, utilisé pour les relevés routiers et dénommé IREVE (Imagerie Routière Etalonnages, Visualisations, Exploitations).

Cet outil réalise un traitement préalable de l'ensemble des images pour corriger les déformations optiques et également les repositionner dans un repère 3D. Ainsi, lors de l'analyse du réseau, chaque événement positionné sur une image sera instantanément inséré dans toutes les images où le lieu de l'évènement est visible. Cette fonctionnalité n'est possible que par la réalisation d'un calibrage préalable au relevé de la caméra.

Cet outil permet ensuite par exemple de réaliser en laboratoire toutes les mesures de largeurs ou de surfaces souhaitées.

Pour cet étape, une bibliothèque spécifique a été créée. Elle comprend 4 types d'évènements :

- Les évènements descriptifs caractérisant l'infrastructure (nature, type de revêtement, largeurs,...);
- Les évènements ponctuels (nids de poule, défaut de signalisation verticale...);
- Les évènements continus caractérisés par un point de départ, un point de fin et une longueur (effacement du marquage horizontal, zones de chaussée dégradées,...);



Illustration 2: Le Vél'audit

- Enfin une zone libre permet de créer de nouveaux événements en fonction des particularités de chaque itinéraire inspecté.

Pour plus de compréhension chaque événement a fait l'objet d'un visuel spécifique ensuite repris dans le rapport.

The screenshot shows the Vel'Audit software interface with several annotated sections:

- Information sur la session:** Session N° 74, Localisation: NANTES, Date: 14/10/2009, Opérateur: thomas, Client: LRA.
- Information sur la dernière image acquise:** Dernière image enregistrée: Image n° 19 à 57,15m.
- Image issue de la caméra:** A live video feed of a street scene.
- Etat de connexion des capteurs:** Batterie: 24,6 V, Caméra: 5,42 as / 0,00 dB.
- Pas d'acquisition lié aux capteurs:** Caméra: 3 m, Centrale: 3 m.
- Mesures réalisées à partir des données issues des capteurs:** Inclinaison: 0,3 %, Vibration: 0,1 m/s².
- Contrôle de l'odomètre:** Distance: 59,29 m, with 'Raz' and 'Simulation' buttons.
- Contrôle de l'acquisition:** 'Pilotage de l'acquisition' section with a play button.

Illustration 3: le logiciel Vél'audit

Voici des pistes de diagnostic offertes par ce logiciel via l'outil d'exploitation-VelAudit :

- les largeurs attribuées;
- la qualité visuelle de la chaussée : le type de revêtement, la présence de nids de poule, de gravillons, de flaques d'eau stagnante, des anomalies d'entretien, ...);
- le relevé des dispositifs d'assainissement (regards de visite, avaloirs,...);
- la visibilité du marquage;
- les caractéristiques de l'environnement (accotements, stationnement voitures, bandes non stabilisées, problèmes d'entretien, ...);
- niveau de confort (obstacles ponctuels, pentes, ...);
- l'encombrement de la voie (stationnements, marches, poubelles, ...).

Le premier prototype est opérationnel depuis la fin 2009 et réalise ses premiers diagnostics.

3.LE DIAGNOSTIC VEL'AUDIT

Le diagnostic de type Vél'audit comprend trois phases : l'acquisition des données, l'exploitation sur un outil informatique et la rédaction du rapport technique final.



Illustration 4: le Vél'audit en inspection

1.L'acquisition des données

Cette acquisition est relativement simple. Elle s'appuie sur un simple parcours de l'itinéraire inspecté en circulation normale sans contrainte pour les autres usagers de l'itinéraire. L'inspecteur adopte une conduite adaptée à sa mission et conserve la possibilité de « toper » à tout moment les événements qu'il souhaite retrouver lors de l'analyse de l'inspection. Le but de cette visite est de « ramener » l'aménagement cyclable au bureau.

2.L'analyse des données

L'analyse des données est réalisée en laboratoire à partir de l'outil de traitement dédié. L'opérateur (qui est de préférence celui qui a réalisé l'acquisition des données) identifie alors chaque défaut en s'appuyant sur des événements automatiquement générés par la centrale inertielle (accident d'uni) ou par l'opérateur. Ces anomalies sont ensuite classés suivant une bibliothèque d'évènements « Vél'audit ». Chaque événement Vél'audit est alors automatiquement classé (description, risque ponctuel, risque continu, ...).

Le référentiel d'analyse est le guide de recommandation sur les aménagements cyclables du Certu [12]. Ce référentiel peut aussi être complété pour chaque visite par des paramètres complémentaires adoptés fixés par le gestionnaire.

3.Le rapport final

Une exportation est ensuite automatiquement réalisée. Elle prend la forme d'un rapport construit comme un outil de travail.

Ce rapport se présente sous la forme d'un tableau. Chaque ligne du tableau correspond à un événement de l'inspection. Pour chaque événement, les indications caractérisant l'infrastructure (nature et type de revêtement) sont précisés. Puis une première valeur indiquant la distance parcourue depuis le point de départ est donnée avec ensuite une seconde mesure précisant la distance parcourue depuis le dernier point de repère (intersection de rue, ouvrage particulier,...) créé par l'opérateur. Enfin l'évènement sera décrit : type de risque et nature (ponctuel ou continu) et systématiquement illustré par une photographie.



Illustration 5: Extrait du rapport Vél'audit

Le « film de l'inspection est également joint au rapport » accompagné d'un outil de visionnage permettant d'accéder à tout point du réseau, de filtrer certains défauts. Il

permet ainsi à la fois une lecture dynamique du réseau et la constitution d'une base de données image opérationnelle pour le gestionnaire. Celui-ci pourra à tout moment visualiser simplement les sections souhaitées.

Ce rapport est à la fois utilisable par les équipes d'entretien pour réaliser les corrections du réseau et par les équipes projets pour réaliser les études et programmer des travaux correctifs. Une fonction tri par type de défauts permet également la production automatisée de sous-rapports par type de défaut (marquage horizontal, revêtement,...).

4. EXPERIMENTATION ET MISE EN OEUVRE DU VEL'AUDIT

Ce premier prototype du Vél'audit a ensuite effectué différents tests de qualification portant sur la précision et la répétabilité des mesures. Ces tests ont ainsi portés sur le géoréférencement des relevés, la mesure de l'abscisse curviligne, la mesure des défauts d'uni, le positionnement des balise indiquées lors du relevé, la mesure des distances sur les images et la mesure des pentes.

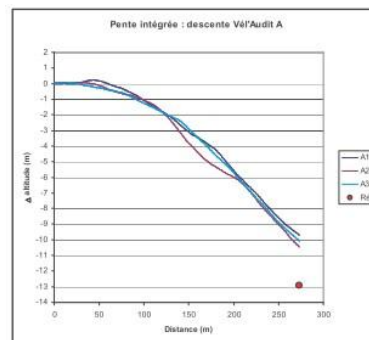


Illustration 6: vérification des mesures pentes

Le Vél'audit a ensuite été utilisé (dans le cadre de test ou d'études commandées) sur différents itinéraires variés comprenant des bandes cyclables, des pistes cyclables, des voies vertes et aussi des sections de voie partagée avec le trafic automobile.

Ces différentes inspections ont souligné l'apport de cet outil : le simple transfert de l'axe du diagnostic (du centre de la route au centre de l'aménagement cyclable) révèle de nombreux défauts souvent négligés dans le cadre de diagnostics globaux d'une infrastructure routière. Le tableau ci-après illustre la fréquence de défauts signalés tout en précisant que ces défauts ne sont pas tous ponctuels mais aussi étendus en linéaire.

Ainsi, sur ces inspections plusieurs dimensionnement insuffisants ont été relevés mais aussi de nombreux défauts d'uni de qualité du revêtement, de signalisation (marquage effacé,..) et même de conformité de l'aménagement cyclable.

Itinéraires	Défauts relevés					
	Longueur mètres	Dimensionnement U	signalisation U	Uni U	aménagement U	Environnement U
Nantes bv Doulon-Polius	2443	5	3	2	7	3
Nantes bv Polius Doulons	2398	5	15	3	6	
Nantes périphérique Nord Sud	3097	2	3	4	1	5
Nantes périphérique Sud Nord	3677	2	4	16	5	4
Nantes Ste Luce Est-Ouest	1766		6	5	7	4
Nantes Ste Luce Ouest-Est	1983	4	7		5	1
Nantes St Sébastien +	4245	4	20	18	9	4
Nantes St Sébastien -	4308		20	23	3	1
Saint-Brieuc -	1940			6		1
Saint-Brieuc +	1680			12	1	
Total	27537	22	78	89	44	23

Illustration 7: bilan de différentes inspections réalisées par le Vél'audit

L'utilisation de cet outil se développe. Durant l'été 2011, le Vél'audit sera engagé dans l'inspection de l'EV6 (itinéraire cyclable européen longeant notamment la Loire) avec une première section d'une longueur de 216 km.

Le Cete Nord-Picardie dispose d'un autre exemplaire du Vél'audit et des contacts avec des industriels sont également en cours pour envisager une diffusion plus large.

5.CONCLUSION

C'est une innovation importante permettant à chaque gestionnaire de faire pour le vélo ce qu'il fait déjà naturellement pour la voiture.

Les photos suivantes illustrent l'un des avantages de cet outil. L'axe central de la visite a été déplacé. En réalisant l'inspection dans l'axe de l'infrastructure cyclable et non en le considérant comme une « dépendance » du réseau routier, une nouvelle hiérarchisation des défauts se met en place. Et dès lors, une multitude de défauts apparaissent car ils ne sont plus « écrasés » par les défauts de la voie principale.



Illustration 8: illustration de l'intérêt du déplacement de l'axe d'analyse

Le guide néerlandais « sign Up for the bike », résume ainsi les besoins du cycliste pour son itinéraire. Il doit être :

- sécurisé
- cohérent
- sans détours inutiles
- attractif
- confortable.

Le Vél'audit propose d'intervenir de manière exhaustive sur au moins trois de ces points : la sécurité, l'attractivité (par la construction d'un réseau qualifié) et le confort. Ce diagnostic propose au gestionnaire du réseau cyclable des éléments d'aide à la décision dans l'élaboration de ses programmes d'entretien ou d'investissement.

Une des suites qui nous semble intéressante serait la construction d'un Indice de la Qualité CYclable (IQCy) intégrant une pondération statistique des différents défauts constatés.

REFERENCES RÉFÉRENCES

1. J. Eiwinger (2007) Les chiffres-clés de Vélo'v et de Vélib'. Transflash n°327 page 3
2. (2008). Observatoire des villes cyclables. Vélocité n°94 pages 11-20
3. (2009). "Tous à vélo" à Mexico contre la pollution. Libération.fr
4. (2010). A Vélo sur des revêtements durables. Ville & Vélo Mai-Juin pages 6-13
5. (2010). L'irrésistible ascension du vélo en Europe. Ville & Vélo n°45 pages 6-13

6. Aherne M. (2010). Universal approaches to traffic applied to cycling – POLIS Conference 2010 Dresden
7. Blanchard, G.,(2009). Étude du Plan vélo de la ville de Saint-Malo. Cete de l'Ouest
8. Blue, E. (2011). How bicycling will save the economy (if we let it). www.grist.org
9. Centre for Research and Contract Standardization in Civil Engineering (CROW). (2007). Sign up for the bike, design manual for a cycle-friendly infrastructure. Pays-Bas
- 10.CERTU. (2003). Des voies pour le vélo – 30 exemples de bonnes pratiques en France. Lyon, publication CERTU
- 11.CERTU. (2004). la signalisation des aménagements et des itinéraires cyclables. Lyon, publication CERTU
- 12.CERTU. (2008). Recommandations pour les aménagements cyclables. Lyon, publication CERTU
- 13.CERTU. (2010). Aménagements pour les vélos – Recueil de fiches (les schémas cyclables, les bandes cyclables,...). Lyon, publication CERTU
- 14.Départements & Régions Cyclables. (2010). Atlas National des vélos routes et voies vertes. ADRC
- 15.Giraud, L. (2008). Observatoire des villes cyclables – enquête conjointe FUBICY et club des Villes Cyclables. Vélocité n°94.
- 16.Lambert, B. (2009) Cyclopolis, Ville nouvelle. Geneva : Georg éditeur
- 17.Ministerie van VERKEER en Waterstaat. (2009). Le Vélo aux Pays-Bas
- 18.Ravalet, E., D.Bussière Y., Collomb, J.-L. (2008). Potentiel du vélo en ville : une comparaison France-Mexique (Lyon et Puebla). XLVe Colloque ASDRLF 2008 : Territoires et actions publiques territoriale : nouvelles ressources pour le développement régional
- 19.Rosenthal, E.(2009) A suburb That Thrives free of Cars. The New York Times
- 20.U.S. Department of Transportation/ Federal Highway Administration. (1998). Implement bicycle Improvements at the local level FHWA,
- 21.W. Garrick, N. E. Marshall, W. Beyond (2011). Safety in Numbers: Why Bike Friendly Cities are Safe. www.planetizen.com