



Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables

Dossier 16_Qualité des réseaux d'égouttage Partie 1 Investigation visuelle des égouts Rév.1 Annexe VII

Méthodologie de détection économique des défauts structurels des égouts sous la voirie

Version: v1 20240701

BRRC Francis Poelmans



MEVOSGROW

«METHODOLOGIE DE DETECTION ECONOMIQUE DES DEFAUTS STRUCTURELS DES EGOUTS SOUS LA VOIRIE»

RESULTAT:

- ÉVITER LES PROBLEMES STRUCTURELS GRAVES DE MANIERE PROACTIVE
- RECHERCHER LES PROBLEMES STRUCTURELS GRAVES DANS LES RESEAUX D'EGOUTTAGE DE MANIERE CIBLEE

MESURES COMBINEES:

- MESURE DU PROFIL LONGITUDINAL AVEC UNE ATTENTION PARTICULIERE POUR LES DISPOSITIFS DE COUVERTURE A L'AIDE DU PROFILOMETRE POUR PISTES CYCLABLES
- SCANNING PAR IMAJBOX © OU EQUIVALENT
- SCANNING 3D PANORAMO SI © OU EQUIVALENT
- INVESTIGATION STATIONNAIRE DE LA CANALISATION
- INVESTIGATION DIRECTE OU INDIRECTE DES CANALISATIONS



Table of Contents

1. Avant-propos	4
2. Principe	4
3. Méthodes d'essai individuelles	5
3.1. Profilomètre pour pistes cyclables	5
3.2. Imajbox®	7
3.3. Investigation visuelle du regard.....	8
3.3.1. Investigation visuelle indirecte de l'avaloir, du regard ou de la chambre de visite	8
3.3.2. Investigation visuelle directe de l'avaloir, du regard ou de la chambre de visite	10
3.4. Investigation visuelle de la canalisation	10
3.4.1. Investigation stationnaire de la canalisation.....	10
3.4.2. Investigation directe ou indirecte de la canalisation.....	11
3.4.2.1. Investigation visuelle directe de la canalisation	11
3.4.2.2. Investigation visuelle indirecte de la canalisation	12
4. Méthode d'essai combinée	13
4.1. Préparation	13
4.2. Mesures de sécurité.....	13
4.3. Essai «profilomètre pour piste cyclable - Imajbox»	14
4.4. Traitement des données	14
4.4.1. Étape 1	14
4.4.2. Étape 2	14
4.4.3. Étape 3	14
4.4.4. Étape 4	15
5. Conclusion.....	15



1. Avant-propos

La presse relaie régulièrement que des routes sont fermées en raison de graves affaissements; souvent, la cause est due à de graves défauts structuraux des égouts. Les affaissements se marquent souvent longtemps à l'avance dans le revêtement. En principe, tous les égouts devraient faire l'objet d'une inspection visuelle périodique afin de procéder à l'entretien et/ou à la réparation si nécessaire. Dans de nombreux cas, l'égout n'est pas encore (complètement) cartographié, cette méthode constitue également une première étape dans la cartographie de l'égout.

Lors de la construction de nouveaux égouts, une investigation visuelle est réalisée à la réception des travaux. Après 10 ans vient la réception définitive (fin de la période de garantie); ensuite, il serait souhaitable de réaliser un contrôle périodique tous les cinq ans. Pour des raisons budgétaires, ce contrôle peut être effectué à l'aide d'une technique moins onéreuse que celle utilisée lors d'une réception, par exemple une investigation visuelle stationnaire (caméra zoom). Lorsque des problèmes structuraux graves surviennent dans le réseau d'égouttage ou les impétrants (infiltration, exfiltration, entrée de terre, etc.), ils sont dans de nombreux cas mesurables depuis la surface, parfois visuellement et/ou sous forme d'affaissement. Il s'agit d'intervenir au plus vite pour réduire les coûts économiques importants.

Souvent, les moyens financiers ne sont pas suffisants pour assumer un entretien adéquat. Lorsque l'état du système d'assainissement est inconnu ou insuffisamment connu, il est important de pouvoir intervenir à temps lorsque des problèmes se manifestent.

Le CRR a développé une méthodologie qui lui permet de cartographier l'affaissement et l'évolution de cet affaissement. Le cas échéant, une autre investigation s'impose. Celle-ci sera étendue si les résultats le demandent.

2. Principe

L'équipement nécessaire existe déjà; en combinant et en ciblant l'utilisation de l'équipement, le coût de l'essai peut être réduit. L'objectif est de scanner la trajectoire au-dessus du réseau de conduites.

Le scanning est effectué à l'aide d'un profilomètre pour pistes cyclables qui enregistre le profil longitudinal. En suivant le tracé, l'opérateur indique chaque fois quand il passe un dispositif de couverture du réseau d'égouttage. Le profilomètre pour pistes cyclables est équipé par défaut d'un système GPS.

En équipant le profilomètre pour pistes cyclables d'une caméra (de type Imajbox), il est possible de réaliser un film de la trajectoire en même temps que l'on procède au scanning du profil longitudinal. Lors du traitement des données, il est ainsi possible de vérifier visuellement si un changement soudain dans le profil suggère un lien de causalité avec les impétrants sous-jacents.

Si les images vidéo combinées au profil longitudinal mesuré ont permis de déterminer qu'il pourrait y avoir un problème structural au niveau des impétrants, un examen ciblé supplémentaire est nécessaire. S'il apparaît que le tampon s'est clairement affaissé dans la chaussée (une marque dans la surface de la chaussée est clairement visible), le regard doit être inspecté. Cette investigation visuelle peut être réalisée à l'aide d'une technique classique ou, de préférence, à l'aide d'un scanner 3D (en raison de ses fonctionnalités de mesure et de sa rapidité d'exécution).



Si les résultats de l'investigation visuelle du regard indiquent qu'un affaissement a pu se produire dans la conduite, une investigation visuelle de la conduite même s'impose.

L'utilisation ciblée des techniques susmentionnées permet de maintenir le coût de l'investigation à un niveau peu élevé (notamment parce que le profilomètre pour pistes cyclables et l'Imajbox peuvent être utilisés en même temps par une seule et même personne).

3. Méthodes d'essai individuelles

3.1. Profilomètre pour pistes cyclables

Un scooter équipé d'une remorque se déplace à une vitesse constante maximale de 30 km/h le long du tracé de la conduite à examiner. Le laser et l'accéléromètre intégrés enregistrent la distance entre la remorque et la chaussée tous les 3 cm. Grâce à une antenne GPS et à un odomètre, les coordonnées GPS et la distance parcourue sont également enregistrées.

Les données de l'accéléromètre traitées permettent de déterminer les déformations verticales (bosses et creux) du profil routier dues aux irrégularités du revêtement routier. Les valeurs sont exprimées en mm. Les mouvements verticaux «inappropriés» de la remorque (dus aux mouvements de l'ensemble du scooter-remorque, à la compression dynamique des pneus, etc.) sont corrigés par le laser afin que les résultats de la mesure ne soient pas faussés.



Photo 1 Mesure de l'uni longitudinal des pistes cyclables (source: CRR)

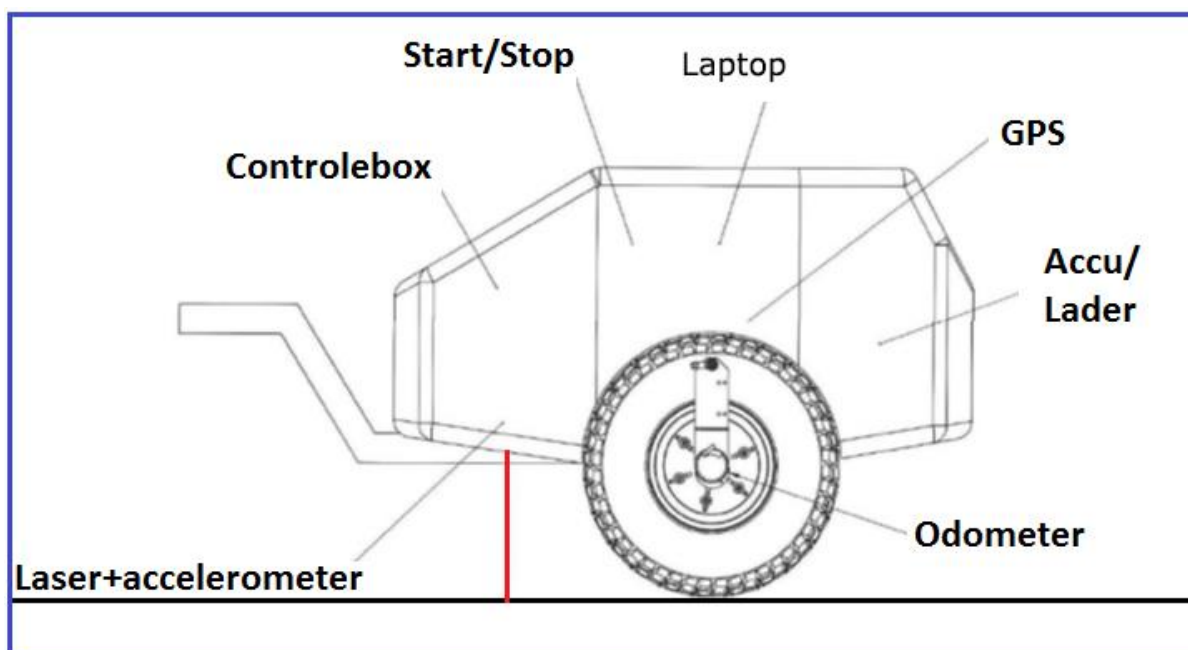
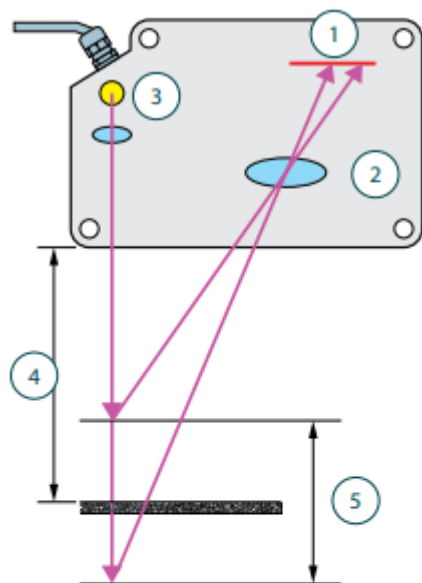


Photo 2 Appareillage FPP intégré (source: CRR)



1. Détecteur photo sensible à la position (PSD – *Position-sensitive photo detector*)
2. Récepteur optique
3. Laser semi-conducteur et équipement optique
4. Distance entre la remorque et la surface du revêtement
5. Portée de la mesure
6. Valeur de mesure minimale
7. Valeur de mesure maximale

Photo 3 Principe de mesure du laser (Selcom SLS5000) (source: CRR)

3.2. Imajbox®

Imajbox est un système de cartographie mobile (*mobile mapping system* - MMS) compact, autonome et prêt à l'emploi, conçu pour traiter des données à grande vitesse pour la gestion des transports et des infrastructures. Grâce à une intégration de haut niveau, à des algorithmes de positionnement innovants et au traitement de l'image, "Imajbox" offre flexibilité et facilité d'utilisation aux utilisateurs. Le dispositif peut être placé sur n'importe quel moyen de transport. Il est calibré avant usage. Pour cette application, une image est prise tous les mètres afin que tous les détails du regard et de son environnement soient visibles.



Photo 3 Imajbox® (source: CRR)



Photo 4 Imajbox® (source: CRR)



Photo 5 Imajbox® (source: CRR)

3.3. Investigation visuelle du regard

3.3.1. Investigation visuelle indirecte de l'avaloir, du regard ou de la chambre de visite

Une investigation indirecte consiste en une investigation virtuelle du regard ou de la chambre de visite. Les fonctions de la souris permettent de visualiser le regard ou la chambre de visite sous tous ses aspects. L'image peut être «dépliée»; elle peut être coupée au point douze ou six heures. On obtient ainsi une vue d'ensemble complète et des mesures peuvent être effectuées dans toutes les directions. Pour obtenir les meilleurs résultats, la caméra doit être placée au

centre de la section transversale du conduit (comme lors d'une investigation visuelle directe). La caméra à laquelle le câble à fibres optiques est attaché est automatiquement abaissée pendant l'enregistrement. Le résultat final donne un excellent aperçu de l'état général du regard. Comme pour les investigations classiques, un rapport est fourni après l'attribution des codes. Le système permet de visualiser l'avaloir, le regard ou la chambre de visite en trois dimensions, ce qui apporte une valeur ajoutée. Le diagramme 3D peut être utilisé pour effectuer des mesures supplémentaires et peut être positionné dans toutes les directions à cette fin. Le cadre et le couvercle de regard seront visualisés à l'état fermé afin qu'une évaluation de tout affaissement (visible au-dessus du sol) soit également possible à partir de cette source. L'investigation visuelle de l'égout doit être effectuée suffisamment lentement, dans les directions axiale et radiale.

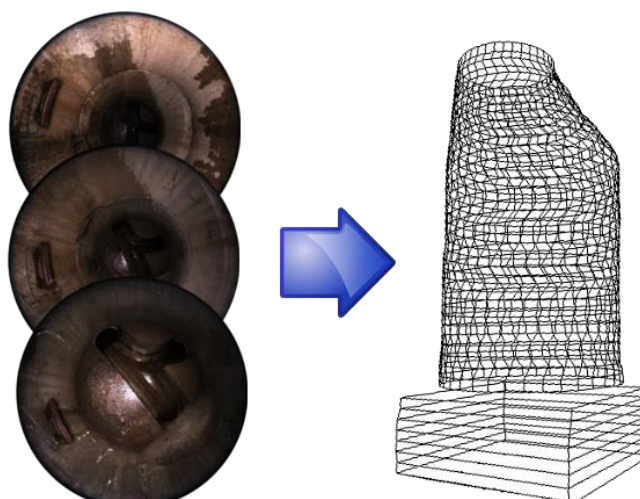
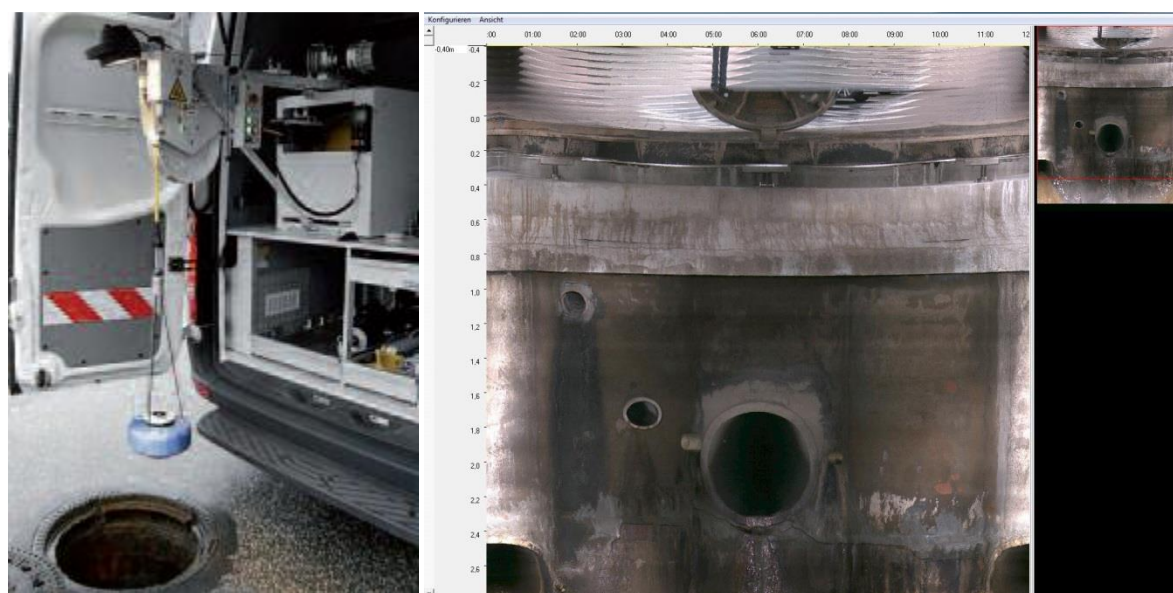


Photo 6 IBAK-Panorama® (source: CRR)

3.3.2. Investigation visuelle directe de l'avaloir, du regard ou de la chambre de visite

Une investigation visuelle à l'aide d'un système de caméra de regard permet également d'obtenir des données détaillées. Depuis le sol, une caméra montée sur une structure électromécanique est descendue dans l'avaloir, le regard ou la chambre de visite. Le point de référence est fixé et, dans la mesure du possible, la caméra est insérée de telle sorte que l'indication à la position 12 h se trouve toujours en haut de l'image. L'investigation visuelle est effectuée de manière à obtenir une image claire et concise de l'état général de l'avaloir, du regard ou de la chambre de visite, ainsi que des aspects liés à l'état en détail. Le cadre et le couvercle de regard seront visualisés à l'état fermé afin qu'une évaluation de tout affaissement (visible au-dessus du sol) soit également possible à partir de cette source. L'investigation visuelle de l'égout doit être effectuée suffisamment lentement, dans les directions axiale et radiale.



Photo 7 Caméra-tête (source: CRR)

3.4. Investigation visuelle de la canalisation

3.4.1. Investigation stationnaire de la canalisation

L'investigation visuelle stationnaire (au moyen d'une caméra zoom) d'une canalisation s'effectue généralement à partir d'un avaloir, d'un regard ou d'une chambre de visite. On peut recourir à cette technique d'investigation pour obtenir rapidement et à peu de frais une image de l'état général d'une canalisation ou d'une partie ou de la totalité d'un réseau d'égouttage. Cela permet d'estimer la sévérité de tout problème structurel ou d'écoulement. En fonction des observations, il peut être décidé de nettoyer la conduite et/ou de procéder à une investigation visuelle détaillée (directe ou indirecte).

La caméra est positionnée de manière à pouvoir observer le raccordement du regard à la conduite à inspecter. Pour garantir une image stable, l'appareil est fixé pendant les enregistrements. Tout d'abord, il zoome lentement et le plus loin possible (tant qu'une bonne qualité d'image est possible) pour distinguer correctement les observations. Il effectue ensuite lentement un zoom arrière. L'expert a alors déjà noté les lieux éligibles à l'enregistrement. Il zoome ensuite lentement et s'arrête à chaque observation pendant un temps suffisamment



long pour prendre une photo et enregistrer le codage. Ce processus est répété jusqu'à atteindre un zoom maximal. Enfin, il effectue un lent zoom arrière.

L'éclairage doit être adapté au matériau et au diamètre du tuyau. En outre, une capacité de zoom optique 10x est une exigence minimale absolue. La norme actuelle proposée par les grandes marques est un zoom optique 20x à 30x. Avec la fonction de zoom numérique, la qualité d'image diminue fortement.

Cette technique ne permet pas de remplir tous les champs prescrits par la norme. Par exemple, on peut constater qu'un raccordement de tuyau a bougé, mais l'ampleur ne peut pas être mesurée. La distance longitudinale ne peut pas non plus être enregistrée.



Photo 8 Caméra-zoom (source: CRR)

3.4.2. Investigation directe ou indirecte de la canalisation

3.4.2.1. Investigation visuelle directe de la canalisation

Lors d'une investigation visuelle directe par caméra, les observations sont codées selon les normes applicables. La caméra est contrôlée par un levier ou un panneau de commande du système de caméra. L'opérateur (ci-après dénommé l'expert) prend l'initiative d'introduire lui-même une observation. Il arrête la caméra, ajuste la netteté de l'image et l'éclairage si nécessaire, et décrit l'observation avec le codage approprié. Si le codage enregistré le nécessite, il effectue une mesure. Pour les investigations visuelles à la réception ou à la fin de la période de garantie et pour les investigations de routine, l'expert doit effectuer toutes les mesures prescrites dans la norme. La valeur mesurée est enregistrée avec le codage en vigueur.



Photo 9 Caméra-canalisation (source: CRR)

3.4.2.2. Investigation visuelle indirecte de la canalisation

L'investigation visuelle se déroule en deux étapes. Au cours de la première phase, un enregistrement est réalisé en accordant une grande attention à la qualité d'image et aux points de référence de la canalisation. À la fin de la première étape, les images sont assemblées par logiciel pour former un film en 3D. Au cours de la deuxième phase, la canalisation est virtuellement examinée par un expert qui enregistre tous les aspects liés à l'état de la canalisation. Les fonctions de la souris permettent d'examiner la canalisation sous toutes ses coutures. L'image peut être «dépliée» ou coupée dans le flux du tuyau ou au sommet (12 heures). Cela permet d'avoir une vue d'ensemble de la conduite et d'effectuer des mesures dans toutes les directions. Comme pour l'investigation visuelle directe, la caméra mobile doit être placée au centre de la coupe transversale. La hauteur des lentilles, montées à l'avant et à l'arrière du boîtier de la caméra, peut être réglée en ajustant la taille des roues et/ou la hauteur de l'élévateur électromécanique sur la caméra mobile.

Le résultat final donne un excellent aperçu de l'état général de la canalisation. Comme pour les investigations classiques, un rapport est fourni après l'attribution des codages.



Photo 10 (source: IBAK) - Panorama®

4. Méthode d'essai combinée

4.1. Préparation

Les méthodes d'essai «Profilomètre pour piste cyclable» et «Imajbox» ont été combinées afin que l'enregistrement puisse se faire simultanément. Dans ce cas, il convient d'accorder une attention particulière aux signaux GPS des deux appareils. L'enregistrement des signaux GPS devrait être d'avantage optimisé afin de réduire la durée du traitement des données.



Photo 11 FPP-Imajbox (source: CRR)

4.2. Mesures de sécurité

Lorsque les tampons d'égouts se trouvent au milieu de la route, il faut guider brièvement la circulation afin d'assurer le bon déroulement des mesures. Dans certains cas, l'aide de la police sera nécessaire, mais dans la grande majorité des cas, une signalisation adaptée sera suffisante.



4.3. Essai «profilomètre pour piste cyclable - Imajbox»

L'équipement est réglé comme l'exigent les deux méthodes distinctes. L'opérateur doit saisir un événement chaque fois qu'il passe devant un dispositif de couverture afin de pouvoir tracer facilement les couvercles au cours du traitement. Étant donné que les couvercles de regard contiennent du métal ou sont entièrement en métal, la saisie des événements peut être automatisée. Le résultat final est un profil longitudinal combiné à un film. Le profil longitudinal et les images enregistrées sont géoréférencés.

4.4. Traitement des données

4.4.1. Étape 1

Les données sont traitées, toute divergence entre les données GPS doit être corrigée, ce qui peut être fait en utilisant une couche (ou éventuellement une photo aérienne) dans le programme GIS où tous les nœuds (connus) sont repris. S'il apparaît que des différences de hauteur significatives (≥ 20 mm) ont été enregistrées au niveau des dispositifs de réglage, celles-ci méritent une attention particulière et sont marquées de manière à pouvoir être facilement retrouvées.

Attention: les différences de hauteur enregistrées peuvent être positives ou négatives, c'est-à-dire que le regard ou la chaussée dans son ensemble peut s'être affaissé(e) (le regard dépasse alors de la chaussée).

4.4.2. Étape 2

Les dispositifs de couverture marqués à l'étape 1 sont maintenant examinés individuellement et attentivement à l'aide des images de l'Imajbox. Les images sont examinées quelques mètres avant et quelques mètres après la différence de hauteur constatée. Cela permet une bonne évaluation de l'état du dispositif de couverture et autour de ce dispositif. L'expert examinera les dispositifs de couverture en cas d'affaissement évident du dispositif lui-même ou de la zone qui l'entoure. Ces dispositifs de couverture sont marqués comme «devant faire l'objet d'un examen plus approfondi». Il en résulte une couche cartographique indiquant les nœuds à examiner en fonction de leur degré d'urgence.

4.4.3. Étape 3

Le maître d'ouvrage doit désigner une entreprise pour examiner les nœuds. Dans ce cas, il convient de tenir compte de la technique choisie, en supposant que les regards ne soient pas nettoyés avant de procéder à l'investigation. Un scanning 3D rapide est préférable en raison de la rapidité du traitement.

Attention: si le dispositif de couverture se trouve nettement plus haut ou plus bas que la chaussée, le regard peut être sérieusement endommagé en raison des charges de trafic inégales entre la chaussée et le dispositif de couverture. Une telle situation constitue également un problème de sécurité pour les usagers de la route et doit être normalisée d'urgence en fonction de la sévérité. Ces regards doivent être examinés dans leur intégralité pour détecter les défauts structurels.



4.4.4. Étape 4

S'il s'avère que seul le dispositif de réglage est défectueux et qu'aucun autre affaissement ou défaut structurel grave n'est visible dans le regard ou la canalisation (visible depuis le regard), la réparation peut se limiter au remplacement du dispositif de réglage et du dispositif de couverture. Souvent, les avaloirs ou les regards dans un tronçon sont conçus de manière similaire. Ils ont souvent été construits en même temps et se composent des mêmes matériaux.

Attention: les avaloirs, regards ou chambres de visite doivent faire l'objet d'un examen approfondi afin de détecter tout problème structurel ou d'écoulement.

Il convient de prêter attention à la stagnation de l'eau dans l'avaloir ou le regard. S'il s'avère que la stagnation d'eau se situe principalement dans l'avaloir et pas (plus loin) dans les conduites de raccordement, cela peut indiquer un affaissement du regard. Il convient ici de prêter attention au raccordement du premier tuyau et du regard et éventuellement du deuxième joint, tant en amont qu'en aval. Les déviations angulaires situées à la position 12 h au niveau du raccordement conduite-regard indiquent généralement un affaissement de la chambre ou du regard dans son ensemble.

Si l'on constate la présence d'une infiltration visible (ruissellement, infiltration ou infiltration sous pression), il convient, dans un premier temps de déterminer s'il existe également une entrée de terre/sable à l'état non nettoyé.

Attention: en fonction de la profondeur de l'égout, l'entrée ou l'infiltration de terre dans la canalisation peut également entraîner un affaissement du regard dans son ensemble ou seulement de la chambre. Il en résulte une cassure entre les deux sections du regard. Par conséquent, les observations identifiées dépendent principalement de la durée de l'infiltration ou de l'entrée de terre, combinée au niveau de la nappe phréatique et au type de sous-sol.

5. Conclusion

Après avoir parcouru les quatre étapes mentionnées ci-dessus, les observations qui méritent la priorité absolue seront vite évidentes, que ce soit en surface, sous la surface ou une combinaison des deux. De cette manière, les ressources financières (limitées) peuvent être ciblées là où elles sont les plus urgentes.

Les données collectées permettent également de mieux coordonner les travaux de voirie et d'assainissement, ce qui se traduit par une plus grande efficacité et des économies. En particulier lorsque toutes les données relatives à l'état de la voirie et au réseau d'égouttage ne sont pas disponibles.

Les images en surface peuvent également servir à contrôler l'implantation des couvercles de regard dans la chaussée, ainsi qu'à vérifier les panneaux de signalisation et l'état général de la chaussée, etc.

Auteur	CRR Francis Poelmans
Document	Qualité des réseaux d'égouttage – Partie 1 Investigation visuelle des égouts- Rév.1_Annexe VII
Version	20240701-v2