

Présentation

La mise en place des systèmes de mesure permanents en réseaux d'assainissement se développe, en liaison avec la contrainte réglementaire d'autosurveillance, et plus généralement avec des objectifs de « diagnostic permanent ». Un certain nombre de collectivités sont désormais équipées de réseaux de mesures exploitées en temps différé. Les phases d'observation, de mise au point, de prise en main du système étant maintenant passées, elle se trouvent maintenant confrontées à l'organisation de la pérennité du système, et à son intégration ou sa coordination avec d'autres tâches d'exploitation du réseau d'assainissement. Le Groupe de travail « fiabilité des réseaux – exploitation » a donc jugé utile de fournir des éléments pratiques susceptibles de faciliter cette organisation. Ce travail est basé sur l'analyse de plusieurs cahiers des charges fournis par divers maîtres d'ouvrage (DEA 92, SIAAP, DSEA 94, Communauté Urbaine de Brest, Ville de Lorient, Communauté de Communes du Pays des Olonnes) et sur les contributions de :

Claude Joannis (LCPC)

Frédéric Blanchet (Générale des Eaux)

Christian Roux (Ondéo)

Patrice Leclerc (DSEA94)

Arnaud Viola (DEA93)

Gilles Sérafino (SEMERU)

Guilain Pierron (Aquametris)

Franck Cohen Solal (Agence de l'Eau Loire Bretagne)

Lionel Méradou (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse)

Guide pour la rédaction de prescriptions pour une mission de maintenance d'un système de mesure en réseau d'assainissement

Introduction

Ce cahier des charges se situe dans le cadre d'une mission de maintenance, ayant ici pour objectif essentiel d'assurer la disponibilité quasi permanente des équipements de mesure (cf. Introduction à la norme NF EN 13306 « terminologie de la maintenance », et article 1 de la norme X60-104 « cahier des clauses administratives particulières types applicables aux contrats de maintenance de certains matériels ou équipements »). Par rapport à une mission de maintenance classique s'ajoutent la prévalidation et la transmission des enregistrements de mesure. En dehors de ce cadre, cette mission de base peut le cas échéant être étendue, et inclure la gestion d'une base de données de résultats de mesure, et/ou une la prestation intellectuelle d'analyse et de synthèse des résultats. Ces extensions sont bien adaptées aux cas de figure où l'exploitant du réseau de mesure est également celui du réseau d'assainissement, et où le système de mesure intègre l'autosurveillance réglementaire. D'autres extensions sont possibles, incluant le renouvellement du matériel, le diagnostic de points de mesure présentant des défauts récurrents, etc...

La mission s'applique à un système en service, ayant déjà passé les phases de mise au point et de « rodage ». Les points de mesure sont réputés validés dans leur conception, étalonnés, et déjà exploités pendant une période suffisante pour disposer d'un historique permettant d'établir des consignes de maintenance préventive, de dimensionner un stock de pièces détachées, etc... Cette phase d'exploitation initiale aura de préférence été incluse dans la prestation d'équipement. Lorsque tel n'est pas le cas il faudra prévoir plus de souplesse dans la définition des prestations et dans les exigences de résultats.

La présentation de cet article adopte un plan identique à celui qui est proposé pour un CCTP cahier des charges, et une rédaction qui est parfois intégrable directement (en italique), après adaptation éventuelle, mais qui le plus souvent propose des orientations pour la rédaction de l'article concerné du CCTP. On se reportera utilement aux normes NFX 60-104 « cahier des clauses administratives particulières types applicables aux contrats de maintenance de certains matériels ou équipement » et XP ENV 13269 « guide pour la préparation des contrats de maintenance » pour la rédaction définitive d'un CCTP document contractuel.

Notons enfin que si la présentation de cet article fait référence à un cadre contractuel, liant un maître d'ouvrage et un prestataire extérieur, la plupart de ses éléments peuvent être transposés à des prestations internes, à une gestion en régie ou à une délégation de service public, et le cas échéant dans le cadre d'une certification ISO 9000. Cette dernière est d'ailleurs très souhaitable dans tous les cas de figure, car les activités métrologiques se prêtent bien à une formalisation des procédures et à leur traçabilité, et elles sont susceptibles d'en retirer des avantages importants en termes d'efficacité.

Plan du document

Introduction

1. Terminologie
2. Consistance de la mission
3. durée de la mission
4. Informations et moyens fournis par le maître d'ouvrage
 - 4.1 description du système de mesure
 - 4.1.1 Description des sites de mesure
 - 4.1.2 Description des équipements métrologiques
 - 4.1.3 Particularités des sites.
 - 4.2 modifications du système de mesure en cours de contrat
 - 4.2.1 système existant
 - 4.2.2 extensions
 - 4.3 Opérations d'entretien du réseau, modification des conditions d'exploitation (cotes de déversoir, position de vanne, configuration de stations de pompage...).
 - 4.4 accès au système d'acquisition de mesures (satellites, poste central) et à d'autres systèmes d'information (SIG, GMAO...)
 - 4.5 mise à disposition d'un stock de pièces de rechange
 - 4.6 mise à disposition de personnel
 - 4.7 mise à disposition de matériel
 - 4.8 mise à dispositions de logiciels (cf. § 5.5)
5. conditions générales d'exécution de la mission
 - 5.1 prise de connaissance du système de mesure et mise à jour des informations
 - 5.2 accès aux ouvrages et signalisation en surface
 - 5.2.1 Conditions générales :
 - 5.2.2 Conditions particulières pour chaque site :
 - 5.3 qualifications et habilitations du personnel
 - 5.4 Matériel
 - 5.5 Logiciels
6. maintenance préventive
 - 6.1 Contenu
 - 6.2 fréquence
7. surveillance
 - 7.1 Vérification sur place
 - 7.1.1 Méthodes

- 7.1.2 Fréquence
- 7.2 Contrôle et diagnostic a posteriori
 - 7.2.1 Contrôle a posteriori des données
 - 7.2.2 diagnostic de l'origine des anomalies
- 8. maintenance corrective
 - 8.1 contenu
 - 8.2 déclenchement (cf. § 7)
 - 8.3 Délai
- Traçabilité et actions rétroactives
 - 8.4.1 Traçabilité (cf. §11.1)
 - 8.4.2 Traitement des résultats de mesure passés
 - 8.5 gestion des pièces de rechange
- 9. Renouvellement
- 10. réalisation de campagnes de prélèvements
 - 10.1 définition et programmation des campagnes
- contenu de la prestation
 - 10.2.1 Pour chaque campagne
 - 10.2.2 Entre les campagnes
 - 10.2.3 contraintes à respecter
- 11. livrables
 - 11.1 contenu
 - 11.2 format
 - 11.3 fréquence de transmission
 - 11.4 approbation par le maître d'ouvrage
- 12. rémunération et facturation
 - 12.1 dépenses à la charge du prestataire
 - 12.2 évaluation et objectifs de performance
 - 12.3 rémunération
 - 12.4 Facturation

1. Terminologie

Les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre du présent cahier des charges :

- **Défaillance** : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise(NF EN

13306 §5.1).

- **Dégradation** : évolution irréversible d'une ou plusieurs caractéristiques d'un bien liée au temps, à la durée d'utilisation ou à une cause externe (NF EN 13306 §5.5).
- **Panne** : état d'un bien inapte à accomplir une fonction requise, excluant l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou à un manque de ressources extérieures (NF EN 13306 §6.1).
- **Panne latente** : panne existante qui n'a pas encore été détectée (NF EN 13306 §6.3).
- **Maintenance préventive** : maintenance effectuée à des intervalles prédéterminés ou suivant des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation du fonctionnement du bien (NF EN 13306 §7.1).
- **Maintenance corrective** : maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise NF EN 13306 §7.6).
- **Télmaintenance** : maintenance d'un bien exécutée sans accès physique du personnel au bien (NF EN 13306 §7.7).
- **Automaintenance** : maintenance exécutée par un utilisateur ou un personnel d'exploitation NF EN 13306 (§7.12)
- **Anomalie** (définition spécifique au présent document) : écart entre une valeur mesurée et une valeur prévue, susceptible d'être attribuée à l'une des causes suivantes :
 - une défaillance ou une dégradation du système de mesure
 - des conditions de mesure inadaptées au système mis en place
 - des valeurs atypiques du mesurande, liées à des événements extérieurs ou à l'exploitation du système d'assainissement.

La valeur « prévue » relèvera le plus souvent issue de modèles implicites, reflétant le comportement habituel d'un mesurande donné dans un contexte donné.

La norme NF X07-001 « Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie » définit les termes suivants :

VIM

- **Capteur** : élément d'un appareil de mesure ou d'une chaîne de mesure qui est directement soumis à l'action du mesurande (NF X07-001 § 4.14)
- **Instrument de mesure, appareil de mesure**, dispositif destiné à être utilisé pour faire des mesurages, seul ou associé à un ou plusieurs dispositifs annexes. (NF X07-001 § 4.1)
- **Chaîne de mesure** : suite d'éléments d'un appareil de mesure ou d'un système de mesure qui constitue le chemin du signal de mesure depuis l'entrée jusqu'à la sortie. Exemple : une chaîne de mesure électroacoustique comprenant un microphone, un atténuateur, un filtre, un amplificateur et un voltmètre. . (NF X07-001 § 4.4)
- **Étalonnage** : ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure, ou les valeurs représentées par une mesure matérialisée ou par un matériau de référence , et les valeurs correspondantes de la grandeur réalisée par des étalons.

Note 1 : le résultat d'un étalonnage permet soit d'attribuer aux indications les valeurs

correspondantes du mesurande, soit de déterminer les corrections à appliquer aux indicateurs. (NF X07-001 § 6.11)

- **Étalon** : mesure matérialisée, appareil de mesure, matériau de référence ou système de mesure destiné à définir, réaliser, conserver ou reproduire une unité ou une ou plusieurs valeurs d'une grandeur pour servir de référence (NF X07-001 § 6.1)
- **Étalon de travail** : étalon qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des mesures matérialisées, des appareils de mesure ou des matériaux de référence (NF X07-001 §6.7)

Notes :

1. Un étalon de travail est habituellement étalonné par rapport à un étalon de référence.
2. Un étalon de travail utilisé couramment pour s'assurer que les mesures sont effectuées correctement est appelé étalon de contrôle.

- **Ajustage (d'un instrument de mesure)** : opération destinée à amener un instrument de mesure à un état de fonctionnement convenant à son utilisation (NF X07-001 § 4.3)
- Note L'ajustage peut être automatique, semi-automatique ou manuel.
- **Réglage (d'un instrument de mesure)** : ajustage utilisant uniquement les moyens mis à la disposition de l'utilisateur (NF X07-001 § 4.31)

réglage, chaîne de mesure

Dans le cadre du présent document on définit en outre :

- **transmetteur** (définition propre à ce document) : éléments de la chaîne de mesure situés entre le capteur et le système d'acquisition, et permettant de mettre le signal issu du capteur sous une forme propice à son enregistrement numérique.
- **Système d'acquisition** (définition propre à ce document) : ensemble des composants permettant d'échantillonner, transformer, enregistrer et transmettre sous formes de fichiers informatiques les informations issues d'un instrument de mesure. Exemple satellite de télégestion avec entrées analogiques ou numériques, et fonctions de calcul et d'archivage. Le système d'acquisition est parfois intégré à la chaîne de mesure (débitmètre enregistreur avec sortie-modem).
- **Logger** (définition propre à ce document) : système d'acquisition non télétransmis.
- **Poste central** (définition propre à ce document) : système informatique permettant de rapatrier et d'archiver sur un même site les données issues de plusieurs systèmes d'acquisition.

2. Consistance de la mission

Il s'agit d'une mission de contrôle et de maintenance d'un réseau de mesure, incluant une prévalidation des données, mais pas leur analyse approfondie ni la synthèse des résultats. La mission comporte une traçabilité détaillée des observations et des interventions concernant la chaîne de mesure (capteur - transmetteur - acqui-système d'acquisition - poste central), sous une forme éventuellement intégrable dans une base de donnée.

Elle peut le cas échéant inclure la fourniture de fichiers de résultats de mesures importables dans une base de données administrée et exploitée par le maître d'ouvrage.

La gestion d'un stock de pièces de rechange, et notamment de capteurs, fait partie de la mission.

La réalisation de campagnes de prélèvements est également une option qui fait logiquement partie de la mission, si le système de mesure concerné le permet.

Elle comporte les tâches suivantes :

- *Visites régulières des sites de mesure et opérations d'entretien courant*
- *Campagnes de vérification des résultats fournis par les capteurs*
- *Rapatriement des données*
- *Examen des résultats*
- *Identification des anomalies et attribution de codes qualité*
- *Interventions sur les anomalies les plus flagrantes ou établissement d'un devis pour les interventions hors périmètre*
- *Proposition et réalisation des opérations de diagnostic pour les anomalies plus ambiguës*
- *Constitution de journaux*
 - *Du taux de disponibilité, contractuel et non contractuel*
 - *Des anomalies et de leur diagnostic*
 - *Des interventions, préventives, curatives ou de diagnostic*
- *Transmission des journaux et des données rapatriées et prévalidées*
- *Maintenance du stock de pièces détachées*
- *Renouvellement Remplacement des capteurs hors tolérance, et d'autres composants de la chaîne de mesure*
- *Renouvellement d'armoires, pour un montant pré-défini*

- *Optimisation du système (changement de paramétrage, déplacement de capteur...)*

3. durée de la mission

Le contrat est conclu pour une durée de ...(3 à 5 ans)

4. Informations et moyens fournis par le maître d'ouvrage

4.1 description du système de mesure

Le cahier des charges fournira un plan de localisation des sites de mesures à l'échelle globale du réseau de collecte

Pour chacun des sites de mesures couverts par le marché, le cahier des charges fournira tout ou partie des éléments descriptifs listés ci-après.

4.1.1 Description des sites de mesure

- Nom usuel
- Codification (si existe)
- Adresse postale où est situé le boîtier d'acquisition (si disponible, les coordonnées Lambert correspondantes)
- Un plan des abords accompagné d'une ou plusieurs photographies illustrant l'environnement du site :
 - o Accessibilité des regards sur voirie
 - o Risque de vandalisme
 - o Risque de submersion
- La nature du réseau (séparatif EU, séparatif EP ou unitaire UN)
- Les plans de récolements disponibles et/ou schémas d'implantation et/ou relevés topographiques. Ces éléments devront notamment permettre de préciser la distance entre le (ou les) regard de visite et la (ou les) sections de mesure, les dimensions caractéristiques de l'ouvrage
- Disponibilité d'une alimentation électrique secourue ou non
- Disponibilité ou non des fonctions de 'télérécueil', 'téléparamétrage' et de 'télédiagnostic', avec le cas échéant, le vecteur de communication avec le poste central (RTC, LS, GSM, radio, autre)
- La date des derniers contrôles techniques de conformité réalisés sur le site (avec le nom de l'organisme de contrôle correspondant)
- L'amplitude journalière connue des paramètres hydrauliques hauteur et vitesse en temps sec / période de nappe basse et, si nécessaire, en période de nappe haute

4.1.2 Description des équipements métrologiques

- Fonction métrologique associée au à chaque site : autosurveillance rejets au milieu naturel, transfert des effluents vers la STEP, etc...).
- Nombre de paramètres physiques mesurés (Hauteur et/ou Vitesse et/ou Débit et/ou Turbidité et/ou Conductivité etc...).
- Nombre de capteurs avec les références de chaque capteur (référence fournisseur, modèle voire numéro de série ou tout autre identifiant sur l'année de fabrication). Les fiches techniques des équipements pourront être reportées en annexe.
- La nature des transmetteurs présents sur site (fournisseur, modèle voire n° de série ou tout autre identifiant sur l'année de fabrication).
- La nature du système d'acquisition (unité de télétransmission, logger externe, logger intégré sur un des transmetteurs, etc...). Nature et références précises de l'équipement.
- Un descriptif du bloc alimentation électrique (avec nomenclature des équipements),
- Un descriptif des équipements de communication,
- La dernière version du paramétrage des équipements métrologiques et des équipements de télétransmission.

Pour chaque équipement métrologique, le cahier des charges devra préciser les dates de mises en service et, le cas échéant, les dates de fin de période de garantie.. De même le cahier des charges pourra renvoyer à son éventuelle disponibilité au sein du lot de maintenance (cf. § 4.5) dont un inventaire complet sera alors fourni.

-

4.1.3 Particularités des sites.

Le cahier des charges précisera l'ensemble des particularités de chaque site (ou par groupe de sites), eu égard :

- aux conditions d'accès aux ouvrages (renvoi à une annexe 'plan de prévention' associé à chaque point de mesure). Ces dispositions particulières spécifiques au site quant à l'accès aux ouvrages d'assainissement (ces dispositions particulières s'ajoutent aux dispositions générales décrites par ailleurs dans le marché). Ces dispositions peuvent résulter de l'environnement de surface (densité de trafic imposant des heures particulières d'intervention, voire, des équipements spécifiques) ou à l'environnement hydraulique du point (ensablement, etc...):
- Au type de point, si le cahier des charges établit une typologie en termes de délais, de fréquences d'interventions, voire de pré-validation des données:
 - La fréquence des interventions préventives (cf. § 0),
 - Les délais d'interventions en maintenance curative corrective (cf. § 0).
 - Le cas échéant, La nature particulière des travaux de pré-validation des mesures et des livrables associés.(????)

- Les objectifs de performance retenus pour ce site (taux de disponibilité / taux de validité) cf. § 0

4.2 modifications du système de mesure en cours de contrat

4.2.1 système existant

Le maître d'ouvrage transmettra au prestataire l'information relative aux projets de modification du système de mesure existant, et le tiendra informé des modifications réalisées dans des délais compatibles avec § 0, et § 7.2

4.2.2 extensions

Le prestataire prendra en principe en charge les nouveaux points de mesure intégrés au système, dans des conditions fixées par avenant au présent contrat. Il sera associé à leur conception, à leur mise au point et à leur réception.

4.3 Opérations d'entretien du réseau, modification des conditions d'exploitation (cotes de déversoir, position de vanne, configuration de stations de pompage...).

Le contexte dans lequel sont effectuées les mesures constitue une information très importante pour leur interprétation même sommaire. Deux stratégies sont possibles pour leur transmission:

- Communication systématique des informations potentiellement intéressantes ;
- Fournitures d'informations à la demande, pour interpréter des observations particulières.

La première formule est plus contraignante, mais semble préférable, pour organiser le recueil d'informations à la source, et éventuellement réduire les délais d'interprétation. Les 2 paragraphes suivants formalisent cette option.

Le maître d'ouvrage (ou son exploitant) signalera au prestataire toute modification de la configuration des ouvrages dans un délai de... ou donnera un accès à ces informations (cf. § 0)

De même il transmettra selon une fréquence mensuelle un planning prévisionnel et/ou un bilan des opérations d'entretien susceptibles d'influencer les résultats de mesure, ou il donnera un accès à ces informations (cf. § 0)

4.4 accès au système d'acquisition de mesures (satellites, poste central) et à d'autres systèmes d'information (SIG, GMAO...)

Le maître d'ouvrage fixera les conditions d'accès à ses systèmes d'information, et prendra les dispositions nécessaires pour les mettre en œuvre.

4.5 mise à disposition d'un stock de pièces de rechange

Le maître d'ouvrage pourra mettre à disposition du prestataire un stock de pièces de rechange, accompagné d'un inventaire précis, indiquant notamment le fournisseur et la valeur de chaque article.

4.6 mise à disposition de personnel

Le maître d'ouvrage ou son exploitant mettront à disposition les personnels prévus pour assurer la sécurité dans les plans de prévention des risques ou dans les procédures d'accès définies en 0

4.7 mise à disposition de matériel

Le maître d'ouvrage ne mettra en général aucun matériel à la disposition de l'entreprise du prestataire. Celle-ci devra pouvoir disposer de tout le matériel courant d'intervention en égout et du matériel nécessaire à la surveillance des capteurs.

Cependant le matériel de signalisation en surface pourra être mis à disposition par la collectivité dans le cadre défini au § 5.2. D'autres équipements spécifiques et coûteux pourront être mis à la disposition du prestataire par le maître d'ouvrage (bancs de test et d'étalonnage, matériel de ventilation,...), dans des conditions à préciser, notamment pour ce qui concerne la responsabilité des dommages et les assurances à contracter. Des préleveurs portables pourront également être mis à disposition dans les mêmes conditions.

4.8 mise à disposition de logiciels (cf. § 0)

Le maître d'ouvrage ne mettra en général aucun logiciel à la disposition de l'entreprise. Celle-ci devra acquérir les licences nécessaires à l'exploitation du système de mesure (consultation, rapatriement des données...) et au transfert des informations au maître d'ouvrage (logiciel « client » d'une base de données...). Si une mise à disposition de logiciel était prévue, le maître d'ouvrage devra s'assurer que celle-ci est compatible avec les termes de la licence dont il dispose.

5. conditions générales d'exécution de la mission

5.1 prise de connaissance du système de mesure et mise à jour des informations

- *délai : un an, pour vérifier les indications fournies par le maître d'ouvrage, en particulier les cotes des capteurs et le paramétrage des stratégies d'acquisition et des transformations des données brutes. Eventuellement formulation par le prestataire de réserves (argumentées) quant à la conception ou à la réalisation de certains points de mesure, et demande de modifications*

ou renégociation des prestations correspondantes.

- *mise à jour des informations (cf. § 0 et 0)*

Au-delà de cette première année de prise en charge, le titulaire sera réputé responsable des conséquences des erreurs éventuelles.

Toute modification par le prestataire des équipements ou des paramétrages devra être décrite et transmise au maître d'ouvrage dans un délai de un mois et/ou dans le rapport annuel.

5.2 accès aux ouvrages et signalisation en surface

Points devant être traités dans le cahier des charges :

5.2.1 Conditions générales :

- Présence systématique ou non de l'exploitant,
- Conditions de programmation et délais dont les termes dépendent de la présence ou non systématique de l'exploitant.
- Autorisations de voirie : qui s'en charge et durée de validité.

5.2.2 Conditions particulières pour chaque site :

- *Un pPlan de prévention (article R 237-8 du code du travail et arrêté du 19 mars 1993) associé à chaque site et annexé au CCTP sera établi d'un commun accord entre le maître d'ouvrage et le prestataire avant le début de la mission. A titre indicatif, un exemple d'un tel plan de prévention peut être annexé au cahier des charges.*

5.3 qualifications et habilitations du personnel

Le prestataire devra identifier nommément le personnel affecté à cette mission, et fournir tout élément justifiant de leur qualification (formation, expérience, habilitations décernées par une collectivité ...). Le personnel pouvant être en contact avec les eaux résiduaires devra être informé des risques sanitaires et de l'opportunité de vaccinations adaptées.

On pourra exiger des personnels intervenant sur les armoires électriques qu'ils aient une habilitation de type BOV, et des personnels intervenant en égout qu'ils aient une habilitation de type APAVE « travail en hauteur : interventions en égout / espace confiné ».

5.4 Matériel

Une liste du matériel minimum dont devra disposer le prestataire pourra être établie par le maître d'ouvrage. *Le prestataire dressera un inventaire du matériel qu'il compte affecter à la mission. Le matériel destiné à des contrôles métrologiques (étalons de pression, courantomètres) devra être étalonné régulièrement, selon une fréquence (de l'ordre de une fois par an à une fois / 2ans) et des modalités proposées par l'entreprise.*

5.5 Logiciels

Le prestataire devra disposer des licences nécessaires à la consultation et au rapatriement des mesures, ainsi qu'à la consultation des systèmes d'information auxquels le maître d'ouvrage lui aura donné accès. Le prestataire précisera les logiciels qu'il compte affecter à la mission, en joignant un descriptif sommaire des fonctionnalités spécifiques dont ils disposent.

6. maintenance préventive

Selon la norme FD X 60 000 § 4.2.1.3 la maintenance préventive inclut les contrôles et les réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure extérieurs aux biens, et la norme X60-104 insiste sur ce point. Toutefois, Pour pour plus de lisibilité, le plan du CCTP cahier des charges distingue la maintenance préventive « classique » et les opérations de contrôle, vérification et étalonnage du reste de la maintenance préventive. Ce Le présent chapitre est relatif à la maintenance préventive hors contrôles.« classique »

6.1 Contenu

Il s'agit essentiellement des opérations rentrant dans le cadre du niveau 2 défini dans la norme FD X 60 000, c'est-à-dire « des actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation et de mise en œuvre simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec des procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance ». Les modalités de mise en œuvre seront en général du type « Maintenance systématique» (NF EN 13 306, § 7.3), le cas échéant « maintenance conditionnelle » (NF EN 13 306, § 7.4).

En pratique il s'agira de: contrôle visuel des équipements, relevés d'index, recueil des données (si nécessaire), nettoyage des capteurs, dépoussiérage d'armoire, etc. Le cahier des charges pourra fournir une liste d'actions-types par point de mesure, accompagnées de leur fréquence (cf. § 0).

6.2 fréquence

Le cahier des charges fournira tous les éléments descriptifs la fréquence des interventions d'entretien (fiche de vie des équipements existants, liste des interventions sur une période de 'n' mois, etc...).

Le cahier des charges pourra exiger les fréquences d'entretien variable selon la nature de l'opération de maintenance, le site, ou le type de capteur (cf. § 4.1).

7. surveillance

Un contrôle systématique des données enregistrées et des vérifications régulières in situ permettent de détecter les capteurs défectueux, d'appliquer des corrections aux résultats passés, et

d'entreprendre des actions correctives pour améliorer ou rétablir la qualité des résultats futurs. Elles relèvent du niveau 3 défini dans la norme FD X 60 000, c'est-à-dire « opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes. Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance ». En pratique il s'agit de vérifications des performances métrologiques des équipements : étalonnage (calibration ou vérification d'étalonnage), de l'ensemble capteur-transmetteur, contrôles des boucles de courant ou tout contrôle similaire.

7.1 Vérification sur place

7.1.1 Méthodes

Elles sont plus ou moins élaborées, et peuvent s'apparenter techniquement à un étalonnage. La procédure est à préciser pour chaque type de capteur, voire pour chaque modèle et chaque point de mesure, par le maître d'ouvrage, éventuellement sur proposition du prestataire (cf. NFX 07-016 « métrologie dans l'entreprise – modalités pratiques pour l'établissement des procédures d'étalonnage et de vérification des moyens de mesure »). *La procédure de base correspond à une lecture locale, instantanée d'une valeur imposée (étalon, cible) ou mesurée à l'aide d'une méthode de référence. Cette lecture se fait au premier niveau de la chaîne d'acquisition où elle est accessible, souvent un affichage local. Si nécessaire elle peut être complétée par une vérification de la chaîne d'acquisition et en particulier de la sortie du transmetteur (souvent 4-20 mA), et l'entrée de l'acquisition. Les méthodes types les plus courantes sont listées ci-après. Elles doivent faire l'objet de modes opératoires détaillés, rédigés par le prestataire et approuvés par le maître d'ouvrage.*

7.1.1.1 Tous types de capteurs de niveau d'eau

Vérification de la hauteur d'eau par rapport au radier à l'aide d'un réglet.

1.1.1.1

1.1.1.1

7.1.1.2 Capteurs piézométriques

Vérification du capteur, en position analogue à sa position de mesure (même inclinaison par rapport à la verticale), à l'aide d'un étalon de pression + vérification de la position altimétrique du capteur, par exemple comme indiqué en 7.1.1.1

7.1.1.3 Capteurs de niveau d'eau par ultrasons aériens

Vérification du capteur à l'aide d'une cible, positionnée à une distance connue du capteur + vérification de la position du capteur, par exemple comme indiqué en 0

7.1.1.4 Tous types de capteurs de vitesse à d'un écoulement à surface libre

Exploration de la section sur ... points, à l'aide d'un courantomètre, pour des hauteurs d'eau comprises entre ... m et ...m. Calcul de la vitesse moyenne globale (Doppler) ou par tranches (cordes US). Référence à la norme NFX 10-305 « mesure des débits liquides dans les canaux découverts – méthode d'exploration du champ des vitesses utilisant un nombre réduit de verticales » si applicable.

7.1.1.5 Capteurs électromagnétiques de vitesse sur conduite en charge ou partiellement remplie

Si l'installation le permet, démontage, nettoyage et expédition par le prestataire, puis vérification, par le fournisseur, des caractéristiques du débitmètre. Réinstallation par le prestataire.

7.1.1.6 Tous types de mesures de débit

Comparaison du volume mesuré cumulé et d'une autre estimation du volume (variation d'un stock, par exemple).

7.1.1.7 Pluviographes

Vérification de la hauteur d'eau cumulée pour un volume de ...L en ...mn.

Comparaison du volume cumulé et du nombre d'impulsions cumulé correspondant .

7.1.1.8 Tous types de mesure

Comparaison à des mesures redondantes (entrée-sortie d'ouvrage, pluviographes voisins...)

7.1.1.9 Sorties transmetteur et entrée acquisition

Sortie transmetteur : mesure du signal avec un multimètre de précision et comparaison à la valeur affichée localement.

Entrées courant : présentation d'un étalon de courant.

7.1.2 Fréquence

Le cahier des charges fournira tous les éléments descriptifs permettant d'apprécier la fréquence des interventions de vérification en fonction des points de mesure et du type de vérification.

Le programme initial de maintenance préventive pourra être adapté annuellement, sur la base d'une proposition de l'entreprise au maître d'ouvrage, maintenant un volume constant d'interventions à l'échelle de l'ensemble des points de mesure.

7.2 Contrôle et diagnostic a posteriori

7.2.1 Contrôle a posteriori des données

Il comporte les tâches suivantes :

- *Rapatriement des données, télétransmises et/ou relevés de logger, (selon une fréquence cohérente avec le § 0)*
- *Consultation régulière des historiques , (selon une fréquence cohérente avec le § 8.3)*
- *recherche des anomalies éventuelles*

Il s'agit d'anomalies facilement détectables, ne nécessitant pas une connaissance approfondie du fonctionnement des capteurs ni du réseau. Il n'est sans doute pas nécessaire d'en donner une liste exhaustive dans le cadre du cahier des charges, mais on peut citer à titre d'exemple :

- *Absence totale de tout ou partie des mesures,*
- *Mesure hors-échelle,*
- *Absence totale de variations d'une mesure,*
- *Fortes variations d'une mesure (critère à définir pour chaque capteur),*
- *Mesure hors plage de l'amplitude normalement observable ; ce critère est techniquement contraignant car il doit être évalué au regard du contexte d'acquisition des mesures (temps sec / temps de pluie, travaux en amont sur le réseau, crue du milieu naturel, etc...).*
- *Etc..*

Ce type d'anomalie peut être mis en évidence par un outil informatique de prévalidation, dont il est souhaitable qu'il produise une liste des taux de disponibilité des mesures pour chaque site et chaque capteur, avec un commentaire du prestataire expliquant les taux inférieurs à 100%.

- *interprétation en fonction des informations disponibles,*
- *enregistrement des observations*
- *déclenchement d'opérations de maintenance ou de recueil d'informations supplémentaires*

7.2.2 diagnostic de l'origine des anomalies

Les anomalies les plus courantes sont dues à des défaillances ou à des dégradations, et peuvent soit être corrigées directement (nettoyage, remplacement de capteur), soit après quelques vérifications sur le terrain, permettant d'identifier l'élément défaillant dans la chaîne de mesure.

Dans certains cas le diagnostic pourra être plus délicat, et/ou impliquer la conception ou la réalisation du point de mesure. Ces cas ne relèvent pas de la mission de base du prestataire, mais les difficultés rencontrées lors du diagnostic devront être signalées au maître d'ouvrage, qui statuera sur les suites à donnerées, en concertation avec le prestataire.

8. maintenance corrective

8.1 contenu

Il relève des niveaux 1 à 3 définis dans la norme FD X 60 000. L'automaintenance est exclue.

Le cahier des charges devra préciser quelles actions correctives doivent le cas échéant être réalisées à l'issue d'un contrôle. Le nettoyage constitue un minimum. Le remplacement des capteurs hors tolérance peut être immédiat ou subordonné à un accord du maître d'ouvrage, et suppose bien sûr la définition de tolérances très explicites. Les modifications de réglage ou de paramétrage ne doivent être utilisées qu'avec précaution, font pas partie de la mission de base du prestataire. Elles peuvent éventuellement faire l'objet de commandes spécifiques. Si on choisit d'étendre la mission pour y inclure cette tâche, ces interventions seront réalisées après accord du maître d'ouvrage, par du personnel qualifié, et avec une traçabilité sans faille.

8.2 déclenchement (cf. § 7)

Le déclenchement d'opérations de maintenance corrective peut être réalisé à l'initiative du prestataire, en fonction des résultats des contrôles et diagnostics décrits au § 0, et selon des procédures proposées par le prestataire ou à l'initiative du maître d'ouvrage.

Dans tous les cas, le cahier des charges devra impérativement préciser les conditions de détections des défauts. Cette détection devra s'articuler avec la nature des travaux de consolidation des données acquises confiées au titulaire. Les questions sont donc :

- Qui détecte,
- Selon quelles modalités (quelles sont les anomalies usuelles détectables et selon quels critères). Le niveau d'implication du titulaire dans le travail de consolidation des données doit être ici pleinement pris en compte,
- Le cas échéant, le délai de détection du défaut, à savoir, la durée séparant l'occurrence effective du défaut (ou sa détectabilité) à sa détection. Ce délai devra être rendu cohérent avec la fréquence de recueil des données (en jours ouvrables dans le cas de 'télérecueil', semaine voire mois pour des données archivées puis recueillies sur site).

8.3 Délai (référence aux normes)

Il s'agit d'un point très souvent délicat à traiter, et les différents « termes relatifs au temps » définis dans la norme NF EN 13306 ne sont pas d'un très grand secours dans le cas présent. en effet ces délais devront être adaptés, d'une part, aux objectifs de performance du système métrologique, et, d'autre part, tenir compte du contexte de chaque site vis-à-vis notamment des facteurs suivants :

- Capacité de réaliser un 'télédiagnostic';
- Le niveau d'autonomie dont dispose le titulaire pour accéder aux équipements,
- Le niveau d'autonomie dont dispose le titulaire vis-à-vis du renouvellement des équipements et/ou la disponibilité de l'équipement défaillant au sein du lot de maintenance (voire des délais de réapprovisionnement de l'équipement),

Nous suggérons que le cahier des charges précise les délais d'interventions. Ces délais pourront recouvrir :

- Un **délat de détection de la défaillance**, qui peut en général être identifié a posteriori, par examen des enregistrements. Il dépend de la fréquence de relevés des informations (quelques jours maximum pour des relevés télétransmis, une à plusieurs semaines pour un relevé manuel, la durée maximum entre deux relevés est essentielle). Cette fréquence sert de référence pour la détermination d'un délai maximum admissible, et permet aussi d'attribuer une valeur par défaut au délai de détection quand l'apparition de la défaillance n'est pas clairement identifiée,
- Une fois le défaut détecté, un **délat pour l'émission d'un diagnostic**,
- Une fois le diagnostic émis, un **délat de remise en service du site**.

En pratique on propose de fixer, sur les points qui le justifient, un seul délai maximum, courant depuis l'apparition (ou la détectabilité) de l'anomalie, établie essentiellement à partir de l'analyse des enregistrements, même pour une anomalie initialement détectée par des contrôles sur le terrain. Le terme du délai est l'achèvement de l'intervention corrective.

Les valeurs maximum de ce délai devront être adaptées, d'une part, aux objectifs de performance du système métrologique, et, d'autre part, tenir compte du contexte de chaque site vis-à-vis notamment des facteurs suivants :

- Capacité de réaliser un 'télédiagnostic',
- Niveau d'autonomie dont dispose le titulaire pour accéder aux équipements,
- Niveau d'autonomie dont dispose le titulaire vis-à-vis du renouvellement des équipements et/ou la disponibilité de l'équipement défaillant au sein du lot de maintenance (voire des délais de réapprovisionnement de l'équipement).

Compte tenu de ces contraintes techniques évoquées plus haut, le cahier des charges pourra alors :

- Soit, définir un (ou plusieurs) délai(s) 'cible' pour la remise en service des sites (après diagnostic ou même détection) et édicter les pénalités correspondantes en cas de dépassement.
- Soit, convenir que le délai de remise en service sera défini d'un commun accord après la phase de diagnostic et préciser les pénalités exigibles par le Maître d'Ouvrage en cas de dépassement.
- Soit, fixer des délais 'cibles', sans aucune pénalité en cas de dépassement et renvoyer l'aspect 'pénalités' à une évaluation (dans le temps et sur l'ensemble des sites) de la performance du système métrologique global en référence à des seuils de performances à atteindre et des pénalités associées.

Le cas échéant, le cahier des charges pourra introduire une '**période d'exclusion**' : période de neutralisation de la responsabilité du titulaire vis-à-vis du respect des performances du système, eu égard, notamment, aux contraintes d'exécution de sa mission.

Par exemple, cette période d'exclusion pourra permettre de traiter des situations pratiques comme :

- Le titulaire n'a aucune responsabilité dans la gestion du lot de maintenance et le renouvellement des équipements : le délai de réapprovisionnement d'un équipement correspond à une période d'exclusion.
- Le point de mesure situé au bord de la rivière est hors service mais est inaccessible du fait d'une crue : on fixe alors une côte du milieu naturel à partir de laquelle l'intervention sur site

devient possible et la durée correspondante d'indisponibilité des mesures est affectée à une période d'exclusion.

- Le titulaire ne peut intervenir sur le point du fait de l'exploitant du réseau, qui ne dispose d'aucune disponibilité de moyens humains adéquats,
- Indépendamment de qui prend en charge la remise en état des sites en cas de vandalisme, le cahier des charges pourra préciser que, dans ce cas précis, les délais de remise en état des sites sont assimilés à une période d'exclusion (puisque la défaillance échappe totalement à la responsabilité technique du titulaire).

8.4 Actions correctives et Traçabilité et actions rétroactives

8.4.1 Traçabilité (cf. §0)

Les valeurs relevées lors du contrôle doivent être consignées et horodatées, avec description ou référence au mode opératoire utilisé, et indication des informations de contexte utile à leur interprétation (par exemple hauteur d'eau pour des mesures de vitesse, observations sur la qualité de l'effluent, l'état du capteur...). Il convient de relever les valeurs observées avant qu'aucune intervention n'ait été réalisée sur le capteur, puis la valeur relevée après intervention éventuelle (nettoyage, réglage, modification du paramétrage...). Ces actions doivent elles-mêmes être documentées avec précision, en particulier pour ce qui concerne les modifications de réglage et les paramétrages (paramètre modifié, valeur initiale, valeur après modification). La description du système doit être mise à jour dans un délai de (1 mois). (Référence éventuelle à NF X 07-011 « métrologie dans l'entreprise – constat de vérification des moyens de mesure »)

8.4.2 Traitement des résultats de mesure passés

En toute rigueur l'identification d'un capteur hors tolérance doit invalider tous les résultats qui en sont issus depuis la précédente vérification concluant à une conformité. En pratique l'analyse de ces résultats lors du processus de validation a posteriori peut conduire à être moins sévère. Dans un premier temps ces résultats doivent au moins être identifiés comme douteux.

Lorsque les résultats de vérification ne conduisent pas à déclarer un capteur comme hors tolérance, ils peuvent dans certains cas être utilisés comme résultats d'étalonnage, pour corriger les résultats enregistrés. Il faut pour cela définir une règle d'interpolation entre deux campagnes de vérification.

8.5 gestion des pièces de rechange

Si le maître d'ouvrage a mis à disposition du titulaire un stock de pièces de rechange,

Le titulaire sera en charge de la gestion des pièces de rechange. Il fournira à intervalle régulier (mois, trimestre, semestre) un inventaire des équipements .et veillera à le renouveler dans les meilleurs délais après utilisation d'un de ses composants,. Ces délais seront en pratique définis par les délais d'intervention, et la fréquence de défaillance d'un composant donné à l'échelle du parc. Une reconstitution totale du stock à l'issue de la chaque année est souhaitable, et bien sûr exigée à l'échéance du contrat.

Cet L'inventaire sera réalisé par type d'équipement (de même référence). Pour chaque équipement, il mettra en évidence :

- *Le nombre d'équipements nécessaires au bon fonctionnement (sur site et en pièce de rechange).*
- *A la date de réalisation de l'inventaire :*
 - *Le nombre d'équipements effectivement opérationnel sur site,*
 - *Le nombre d'équipements en diagnostic,*
 - *Le nombre d'équipements en réparation et/ou en renouvellement,*
 - *Le nombre d'équipements en stock, supposés en état de marche ('prêts à l'emploi').*

C'est à l'occasion de cet état que le titulaire pourra émettre des propositions sur :

- *La constitution du stock des pièces de rechange (au regard des taux de défaillance constatés et des difficultés éventuelles de remise en état ou de réapprovisionnement),*
- *Le remplacement d'un type d'équipements par un autre (avec justification technique).*

A noter qu'un inventaire par équipement (selon le n° de série) puis par 'type d'équipement' pourrait être également exigé.

9. Renouvellement

Une mission de renouvellement peut être incluse dans la mission de maintenance.

Elle doit être limitée à des cas de figure précis, du fait de la courte durée du contrat d'une part, et de l'objectif principal de disponibilité du système d'autre part. Ce dernier ne doit pas interférer avec un objectif de durabilité des équipements. Le renouvellement à la charge du prestataire se limitera :

- au remplacement des composants défectueux (capteurs, transmetteurs, modems etc...) dans les limites définies au § 12.1
- au renouvellement d'armoires électriques, pour un volume défini, selon un programme prédéfini ou arrêté chaque année par le maître d'ouvrage.

10. réalisation de campagnes de prélèvements

Cette mission peut être incluse ou non dans la mission de base. Si elle est incluse, une référence aux normes NF EN ISO 5667/3 et NF EN ISO 5667/10 « Qualité de l'eau – échantillonnage – partie 3 : guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons, – partie 10 : guide pour l'échantillonnage des eaux résiduaires » est recommandée.

10.1 définition et programmation des campagnes

Le cahier des charges devra préciser :

- Les types de campagnes, (systématique, temps sec, événement pluvieux...)
- Leurs modalités de déclenchement (périodiques, ou définies à la demande ou en accord avec le maître d'ouvrage, automatique sur des critères issus des paramètres mesurés, événements pluvieux...leur volume (nombre, durée) prévisible
- les paramètres analysés ;
- les stratégies d'échantillonnage : un échantillon moyen asservi au débit sur x heures, x échantillons toutes les heures pendant y heures, ...

10.2 réalisation des campagnes contenu de la prestation

10.2.1 Pour chaque campagne

- Mise à disposition éventuelle de matériel de prélèvement
- mise en place et programmation du préleveur et le cas échéant du système de pilotage (débitmètre, satellite de télégestion),
- initialisation de la série de prélèvements,
- collecte et marquage des échantillons sur site,
- dépose des échantillons au laboratoire d'analyse
- examen et transmission des résultats
- Nettoyage complet des préleveurs, ...

10.2.2 Entre les campagnes

- Entretien des batteries
- Vérification du fonctionnement

10.2.3 contraintes à respecter

Laboratoire d'analyse imposé ou non, jours et heures de réception des échantillons, méthodes d'analyses, volumes d'échantillons nécessaires ; références aux normes de prélèvement et d'analyse.

11. délivrables

11.1 contenu

Les délivrables pourront concerner 4 types d'information

- Les résultats de mesure (y compris ceux des campagnes de prélèvement et d'analyse) sous forme de fichiers, avec une synthèse des transmissions ;
- Les résultats de validation (en général associés aux résultats de mesure) et leur synthèse à l'échelle mensuelle et annuelle, avec des informations sur le résultat du diagnostic des anomalies et le cas échéant indication des taux de disponibilité, contractuel et effectif ; non contractuel
- Les comptes rendus d'intervention (vérification, nettoyage, étalonnage, paramétrage, maintenance, campagne de prélèvement) et leur synthèse à l'échelle mensuelle et annuelle ;
- Les mouvements de stock.

11.2 format

Le maître d'ouvrage pourra imposer des formats de transmission des informations en fonction de leur nature et des outils informatiques dont il dispose (SIG, bases de données, GMAO...)

11.3 fréquence de transmission

Des fréquences mensuelles à annuelles peuvent être fixées en fonction de la nature des informations. Des réunions de présentation et de prise de décision peuvent être associées à certaines transmissions.

11.4 approbation par le maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage disposera de ... jours pour les transmissions mensuelles et Jours pour les transmissions annuelles pour faire part de ses observations et demandes éventuelles de précisions.

12. rémunération et facturation

12.1 dépenses à la charge du prestataire

- licences, abonnements, consommation,
- analyses
- réparations

Cet article général du cahier des charges devra préciser la nature des travaux de réparation,

notamment, en ce qui concerne les travaux dits ‘**de petit génie civil**’ et notamment qualifier la nature de ces travaux.

Exemples :

- Reprise de la fixation des équipements de mesure dans la section de l’ouvrage,
- Chemin de câbles et supports (fourreaux) depuis les sections de mesure jusqu’aux armoires de mesure,
- Ragréage partiel des conduites au droit ou en amont immédiat des sections de mesure n’excédant pas une distance fixée.
- Prise en charge des faits de vandalisme sur les équipements et, plus généralement, de tout ‘fait divers’ pouvant entraîner une dégradation des équipements (ex : accident routier).

Le plus simple est de fixer un montant (annuel par point de mesure par exemple, ou global sur l’ensemble du système et sur la durée de la mission) en deçà duquel les dépenses sont à la charge du prestataire, éventuellement après accord du maître d’ouvrage pour les dépenses élémentaires dépassant un seuil.

12.2 évaluation et objectifs de performance

On propose de dissocier la rémunération des résultats de la validation, pour que celle-ci puisse être menée le plus objectivement possible. Les performances seraient donc évaluées en terme de disponibilité. L’indisponibilité correspond aux périodes où des données ont été perdues, car non rapatriées du fait du prestataire, et aux périodes s’étendant entre la détection d’une anomalie justifiant une intervention corrective et l’achèvement de celle-ci, déduction faite des périodes d’exclusion décrites en 8.3. Pour chaque capteur physique, on fixera un objectif de disponibilité de l’ordre de 90 à 95%, calculé à l’échelle de l’année sur une base de temps de la journée calendaire : une journée doit être disponible en totalité, sinon elle est réputée perdue. La déclinaison de cet objectif en deux composantes, par exemple temps sec et temps de pluie, est souhaitable. La définition du temps de pluie doit être simple (exemple plus de 5 mm/jour sur au moins 1 ou 2 pluviographes...).

12.3 rémunération

On retient le principe d’un forfait, assujetti à un objectif de performances, et assorti de pénalités ou de bonifications en fonction des résultats obtenus. Le détail des calculs est laissé à l’imagination des contractants. La notion de délai maximum évoquée plus haut se traduirait dans la rémunération par une pénalisation du taux d’indisponibilité réel, par exemple en comptant double les jours hors délai.

12.4 Facturation

Une facturation régulière (par exemple trimestrielle) peut être prévue, harmonisée avec la fréquence de fourniture des livrables, sur la base du forfait augmenté le cas échéant des dépenses hors forfait, et diminué des pénalités pour non-disponibilité.

BIBLIOGRAPHIE

J.-L. Bertrand Krajevski, D. Laplace, C. Joannis, G. Chebbo, (2000), Mesures en hydrologie urbaine et assainissement, Editions Tec & Doc

Normes/ maintenance :

NF EN 13306 (2001) terminologie de la maintenance

NFX 60-104 (1982) cahier des clauses administratives particulières types applicables aux contrats de maintenance de certains matériels ou équipements

XP ENV 13269 (2001) guide pour la préparation des contrats de maintenance

Normes /métrologie :

NF X07-001 (1994) Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie

NFX 07-011 (1994) métrologie dans l'entreprise – constat de vérification des moyens de mesure

NFX 07-016 (1993) métrologie dans l'entreprise – modalités pratiques pour l'établissement des procédures d'étalonnage et de vérification des moyens de mesure

Normes/ techniques de mesure et de contrôle:

NF EN ISO 5667/3 (1992) Qualité de l'eau – échantillonnage – partie 3 : guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons

NF EN ISO 5667/10 (1992) Qualité de l'eau – échantillonnage – partie 10 : guide pour l'échantillonnage des eaux résiduaires

NFX 10-305 (1991) mesure des débits liquides dans les canaux découverts – méthode d'exploration du champ des vitesses utilisant un nombre réduit de verticales