Débitmétrie : dispositifs jaugeurs. *Flow measurements : gauging devices*

B. Pister
J.P. Cambon
L. Laveuf
G. Peyrelade

Service départemental d'assainissement du Val-de-Marne
CEMAGREF
L.R.O.P.
T.P.I.L.

Dans la première partie, les auteurs rappellent les principes fondamentaux, les technologies usuelles et les conditions d'utilisation de tels dispositifs.

Une synthèse regroupe au cours de la seconde partie les expérimentations visant à améliorer l'utilisation de ces méthodes et à développer la recherche de nouveaux dispositifs, dans trois domaines d'applications différents qui sont : les rivières, les grands collecteurs d'assainissement, les collecteurs non visitables d'eaux usées.

En conclusion, un tableau d'analyse croisé, domaine d'application, critère d'utilisation et méthode, permet d'optimiser le choix de la méthode au regard du problème posé.

In a first general part of the paper are recalled basic principles, usual technologies and use conditions of the different gauging devices. The 2d part presents a synthesis of experimental results aiming to improve the use of these methods and to develop the research of new measuring devices in 3 fields of application : for rivers, large sewers and non inspectable water pipes. As a conclusion, a crossed analyse table (field of application — criteria of use — method) provides a tool for optimizing the choice of adapted methods in comparison with the problems set out.

Le contrôle des débits des cours d'eau et des ouvrages d'assainissement évoque chez les hydrologues la notion de station de jaugeage, désignation du procédé qui consiste à mesurer les variations du niveau de l'eau en un point de l'écoulement, et à établir une relation $Q = f(h)$ propre à la station.

Pour ce faire, on a recours à différentes méthodes : celle exposée dans ce texte, concerne les dispositifs jaugeurs c'est-à-dire des sections de contrôle artificielles implantées dans l'écoulement, et qui permettent d'obtenir le régime critique donc d'établir une loi univoque hauteur-débit.

1. Définitions.

2. Déversoir en mince paroi.

3. Canal jaugeur type Venturi.

4. Seuil jaugeur type épais.

1. Les dispositifs jaugeurs : généralités, principes de base

1.1. Définitions

Les dispositifs jaugeurs sont constitués par des structures fixes ou amovibles implantées dans un écoulement, considéré à surface libre, afin d'en déterminer le débit, que ce soit par prise de mesure ponctuelle ou continue.

Ces structures constituent un écran vis-à-vis de la section d'écoulement. Leurs conditions d'implantation et de fonctionnement sont liées à la définition des termes caractéristiques ci-après [1] (fig. 1) :

Chenal d'approche : ouvrage rectiligne, à l'amont du dispositif permettant une répartition des vitesses régulière et uniforme (écoulement exempt de perturbations). La hauteur d'eau dans ce bief sera appelée h_1 .

Chenal de fuite : partie, à l'aval du dispositif, qui ne doit pas influencer le niveau amont. La hauteur d'eau dans ce bief sera appelée h_2 .

Crête : ligne définissant le sommet du dispositif à partir de laquelle se produit l'écoulement (peut être confondue avec le radier du chenal d'approche).

Pelle (p) : dans le cas où elle existe, hauteur entre le radier du chenal d'approche et la ligne de crête.

Charge (h) : distance, mesurée dans le bief amont verticalement entre la crête du dispositif et la surface libre du plan d'eau.

1.2. Principes

L'obtention d'un régime d'écoulement critique au passage de l'écran permet d'établir une relation univoque, en partant des formulations théoriques des écoulements. Toutefois, compte-tenu de phénomènes tels que la viscosité du fluide à mesurer, uniformité imparfaite de la répartition des vitesses au niveau du chenal d'approche, la rugosité des parois, ..., la formulation du débit ne peut s'établir de manière précise qu'en tenant compte de coefficients déterminés expérimentalement, dans des conditions bien spécifiques et propres à chaque type de dispositif.

Cette pratique suppose le respect de certaines contraintes ou l'acceptation d'erreurs liées à l'application d'hypothèses simplificatrices.

En effet les expériences originales, effectuées dans les conditions du laboratoire, impliquent que le liquide à mesurer a une densité égale à 1, que la vitesse d'approche est nulle et qu'aucun remous ne vient perturber l'écoulement, ainsi qu'une permanence du débit mesuré.

La précision d'une mesure de débit sera ainsi d'abord conditionnée par la similitude des conditions de réalisation, d'implantation et de fonctionnement du dispositif utilisé par rapport à celles ayant permis d'établir la formulation expérimentale.

D'une manière générale, cette relation prendra la forme :

$$Q = KC h^n,$$

dans laquelle :

k = coefficient de débit dépendant de la hauteur de charge h

C et n = paramètres dépendant uniquement des caractéristiques physiques du dispositif jaugeur.

Les formulations détaillées concernant les différents types de dispositifs et leurs conditions d'utilisation résultent de nombreux travaux, dont certains ont fait l'objet d'une normalisation [1], [2], [3].

Dans ce qui va suivre, nous nous limiterons par conséquent à une simple présentation de ces dispositifs et à des considérations de critères de choix et d'utilisation.

1.3. Types de dispositifs jaugeurs

Déversoirs en mince paroi : ils sont constitués par une contraction verticale de la section d'écoulement, telle que la lame déversante n'est en contact avec la paroi que suivant une ligne (figure 2).

Canaux jaugeurs type Venturi : ils sont constitués par une contraction latérale de la section d'écoulement, éventuellement accompagnée d'une contraction verticale (canaux à radier en saillie) (figure 3).

Seuils jaugeurs de type épais : ils sont constitués par une contraction verticale de la section d'écoulement, dont le profil dans la direction de celui-ci représente une largeur non négligeable (figure 4).

1.4. Choix d'un dispositif jaugeur

La définition de la structure à mettre en place dans un écoulement nécessite donc la connaissance de divers éléments de nature à justifier ce choix :

- possibilité de mettre en place un ouvrage entraînant un exhaussement du bief amont; cet exhaussement est défini par le tirant d'eau existant dans les biefs amont et aval de l'ouvrage dans le cas où celui-ci fonctionne au maximum de sa capacité;
- risques d'ennoissement du bief aval;
- présence de transports solides en suspension, charriage ou flottants,
- débit maximal à mesurer ou à évacuer ($Q_{\max}$),
- débit minimal à mesurer ($Q_{\min}$),
- amplitude entre ces deux valeurs ($Q_{\max} - Q_{\min}$).

Dans tous les cas, une étude hydraulique préalable est nécessaire pour définir le type et la gamme du dispositif approprié, la faisabilité de sa mise en place et le respect des conditions requises pour un fonctionnement correct.

Lorsque toutes les conditions préconisées ne peuvent être satisfaisantes, ce qui est souvent le cas, il est opportun de réaliser, par une méthode appropriée, la mesure du débit réel, en un ou plusieurs points de la courbe d'étalonnage pré-établi.

Des dispositifs préfabriqués, destinés à être implantés de manière fixe ou amovible, sont fournis par des entreprises spécialisées : bacs de mesure, canaux Venturi, seuils jaugeurs.

2. Expérimentations de dispositifs jaugeurs

2.1. Utilisation dans les cours d'eau naturels

Le plus souvent l'utilisation de sections pré-étalonnées

5.

6.

dans les cours d'eau naturels répond à deux objectifs plus ou moins antinomiques : amélioration de la précision sur les faibles débits, connaissance des débits de fréquence rare. De ce fait, il est très difficile de trouver une forme de section répondant à ces deux objectifs. Nous citerons comme exemple permettant de les satisfaire le déversoir

de grande capacité mis en place à la station du Valescure sur le Real Collobrier (figure 5). Il s'agit d'un déversoir triangulaire de 90 degrés, d'une hauteur de 2 m, qui permet de contrôler des débits allant de 1 à 8 000 l/s. 94 jaugages ont été effectués le long de la relation $Q = f(h)$ dont l'un à la cote 1,75 m fournit un débit de 6,4 m³/s. Ces résultats expérimentaux INFIRMENT la validité des courbes établies en laboratoire par Thomson : $Q = 1,42 h^{5/2}$ ou par Gourley : $Q = 1,32 h^{2,47}$ au profit d'une formule de même forme mais dont le premier coefficient passe à 1,71 intégrant les différences de conditions propres au site.

Un autre exemple est fourni par l'utilisation d'un jaugeur Parshall sur diverses stations du système de bassins expérimentaux de Draix (fig. 6). Ici les structures ont été choisies en raison des débits solides importants transitant dans les stations. Il apparaît à l'usage que les conditions d'autocurage sont bien réalisées par cette forme de section, en revanche la précision en période de basses eaux est faible du fait que la station a une forte tendance à l'engravement pendant ces périodes. Un jaugage effectué en moyennes eaux tend à confirmer une bonne corrélation entre débit mesuré et débit théorique. Pour l'instant l'influence de la variation de densité n'a pu être étudiée : aucune mesure ponctuelle n'ayant été effectuée en période d'écoulement fortement chargé.

2.2. Expérience dans les grands collecteurs pluviaux

La mesure des débits par dispositifs jaugeurs dans les grands ouvrages pluviaux est très peu utilisée. Il n'y a pas sur le marché de dispositifs classiques correspondant à la gamme et à l'importance des débits à mesurer dans ces grands collecteurs.

En 1979, le service départemental d'assainissement du Val-de-Marne a tenté une expérience sur un collecteur de 4 mètres de diamètre, appelé le « Fresnes-Choisy », (pente moyenne : 1 pour mille, capacité à l'exutoire du collecteur : environ 30 m³/seconde).

La société Neyrtec a proposé, pour répondre au cahier des charges, des canaux Venturi de dimensions extrapolées de celles des canaux normalement commercialisés dans la série 1236 pour des conduites de diamètre allant de 0,4 à 1,10 mètres. Ces canaux sont tronqués, ont un col trapézoïdal et un fond en saillie. Le problème était l'étalonnage d'un tel dispositif : le réaliser en laboratoire, était impossible, vu ses grandes dimensions, ni même in situ, vu les conditions d'accès.

Les courbes d'étalonnage ont été obtenues en utilisant la similitude hydraulique du nombre de Froude :

$$F = \frac{V}{gH} = \frac{Q}{S} \cdot \frac{1}{gH}$$

L'analyse des débits expérimentaux des « petits » canaux Venturi de la série 1236 a fait ressortir pour chaque rapport de remplissage H/D , l'existence d'un nombre de Froude F moyen avec une erreur relative de 2 à 6 %.

Le débit des « grands » canaux Venturi a donc été calculé à partir du nombre de Froude propre à chaque rapport de remplissage et les courbes obtenues sont applicables pour des hauteurs de remplissage comprises entre 15 et 85 % du diamètre.

Dans le cas du « Fresnes-Choisy », cette gamme de mesure correspond à la quasi totalité des événements pluvieux que l'on peut enregistrer.

Deux de ces dispositifs ont été installés, l'un à l'amont du bassin (diamètre 3,50 m) l'autre à l'aval (diamètre 4,00), chaque dispositif jaugeur étant composé de 12 éléments préfabriqués assemblés directement dans le collecteur.

Les études hydrologiques de transformation pluie-débit effectuées en 1982 sur le bassin versant à l'aide des deux stations ont conduit à des résultats satisfaisants et cohérents.

En 1984, une campagne de jaugeages par traçage au lithium a donné des courbes expérimentales pour les faibles hauteurs de remplissage, qui se « raccordent » bien aux courbes d'étalonnage des canaux Venturi.

A ce jour, il n'a pu être procédé à des vérifications directes du débit, ce qui est gênant pour parler de la précision des mesures; d'ici un an un système de mesure de la vitesse par ultrason sera installé sur ces deux sites... et le débat sera alors ouvert sur la précision *relative* des deux méthodes de mesure du débit.

2.3. Utilisation en collecteurs non visitables d'eaux usées

Le cas des collecteurs pluviaux non visitables ne sera pas évoqué car leurs dimensions permettent souvent la mise en place de seuils jaugeurs ou de canaux Venturi.

Les collecteurs d'eaux usées, quant à eux, sont très largement représentés dans les réseaux d'assainissement des agglomérations par des canalisations de petits diamètres ($\varnothing \leq 300$ mm) interdisant l'emploi de ces appareils. Dans la mesure du possible, on utilise alors d'autres dispositifs préétablis du type déversoir à mince paroi.

Les déversoirs sont placés dans les regards d'accès perpendiculairement à l'écoulement : ils sont confectionnés à la demande et sur mesure par l'utilisateur. Selon la gamme de débits attendue, sont utilisés des déversoirs triangulaires (à différents angles d'ouverture) ou rectangulaires (que différentes largeurs d'échancrures). Les formules hydrauliques appliquées sont généralement celles préconisées par la norme française, c'est-à-dire : Kindsvater — Shen pour les déversoirs triangulaires; Kindsvater — Carter pour les déversoirs rectangulaires.

Ces relations établies expérimentalement doivent répondre à des configurations d'installations propres à chacune d'elles. Or les particularités des sites de mesures en réseau (pente du collecteur, dimensions des canalisations et des regards d'accès) conduisent les utilisateurs à s'écarter des conditions strictes d'emploi.

Des expérimentations, conduites au L.R.O.P. sur un banc de tests dynamiques, ont montré que les erreurs affectant les résultats par application de ces formules sont comprises entre 7 et 9 % pour les déversoirs triangulaires, 14 et 18 % pour les déversoirs rectangulaires, selon la valeur de la pente de la canalisation et la position de la section de mesure par rapport à l'écran déversant [4].

Par ailleurs, ces deux conditions étant respectées, il apparaît que les résultats calculés sont minorés de 7 et 14 % selon les cas (déversoirs triangulaires ou rectangulaires).

L'obtention de mesures précises nécessite donc le recours à un calage systématique de la courbe expérimentale pour chaque site.

Le déversoir triangulaire présente cependant un inconvénient en présence d'eaux usées chargées : colmatage de la pointe du V, notamment pour les petits débits qui nécessitent l'emploi de déversoir avec un angle très fermé. Pour remédier à cet inconvénient, une solution consiste alors à le remplacer par un déversoir rectangulaire avec une largeur d'échancrure inférieure à celle préconisée par la norme (15 cm).

Des expérimentations réalisées pour les échancrures de 12-10-8 et 5 cm ont montré que les erreurs respectives diminuaient : - 11 %, - 10,4 %, - 5,5 % et - 3,4 %.

L'utilisation des déversoirs présente cependant un inconvénient général en présence d'eaux chargées, car ils favorisent la formation de dépôts à l'amont de l'écran, la hauteur de pelle étant alors réduite. L'entretien des sites de mesures doit donc être fait systématiquement et selon une fréquence adaptée à chacun d'eux.

Pour la mesure des petits débits (< 25 l/s), les déversoirs peuvent également être montés en extrémité de dispositifs spécialement conçus et adaptés pour l'introduction dans les regards. Ces dispositifs présentent l'avantage d'une mise en place rapide et simple. Nous citerons :

— le bac Struers (figure 7) : Moyennant quelques petites adaptations (mise en place d'une plaque anti-surverse, confection de déversoirs rectangulaires : le constructeur ne fournissant que des déversoirs triangulaires), ce dispositif donne de bons résultats à la condition toutefois de procéder préalablement au calage de la courbe d'étalonnage.

Comme précédemment, les expérimentations ont en effet, montré que les résultats par application des formules étaient largement minorés (écart maximal de l'ordre de 18 %) [5].

7. Schéma du bac déversoir Struers en position de mesure (extrait de la documentation commerciale).

— Le dispositif débitmétrique L.R.O.P. (figure 8) : Conçu par le L.R.O.P. (Laboratoire régional de l'Ouest parisien), sa construction est relativement aisée puisque réalisable à partir d'éléments en P.V.C. commercialisés dont les dimensions permettent de s'adapter aux canalisations de diamètres 200-250 et 300 mm. L'originalité de l'appareil réside dans la possibilité d'emploi de deux types de fenêtres rectangulaire et circulaire en écran mixte : en écoulement à surface libre, la fenêtre se comporte comme un déversoir classique; en écoulement en charge, elle agit en tant qu'orifice. Cette dernière condition d'utilisation permet d'élargir la gamme de mesures qui reste cependant tributaire des limitations de mises en charge du réseau.

Les courbes d'étalonnage théoriques dérivées de formules hydrauliques appropriées s'écartant beaucoup trop de la réalité (écarts atteignant 25 %), il est nécessaire d'établir une courbe expérimentale dans une gamme 0-15 l/s pour chacune des fenêtres. A noter que cette gamme peut être élargie [5].

Comme les déversoirs, ces dispositifs présentent l'inconvénient de favoriser la formation de dépôts en eaux chargées.

Parmi les dispositifs de mesures en canalisations de petit diamètre, il faut citer également le contraflux, construit sur le principe de la contraction latérale (figure 9) et commercialisé par Neyrtec, qui a également fait l'objet d'expérimentations au L.R.O.P. En dépit du gros avantage d'une mise en place simplifiée, le contraflux présente un inconvénient majeur dans le cas d'utilisation en eaux chargées avec le risque d'obstruction de la prise d'eau placée en radier du dispositif. Par ailleurs, les débits d'édits de la courbe d'étalonnage fournie par le constructeur sont toujours inférieurs au débit réel (écart maximal de l'ordre de 19 %).

Bien que s'écartant du cas des collecteurs de petits diamètres, nous citerons aussi l'utilisation d'un écran mixte de grandes dimensions sur une station de mesure en collecteur unitaire Ø 1 200 (réseau de rejet en Marne, collecteur des Grammonts à Gournay-sur-Marne).

Les risques d'influence aval de la rivière en période de crue ont nécessité la mise en place d'un écran déversant présentant une pelle importe ($P = 45$ cm) qui réduisait la hauteur d'écoulement, d'où des risques de mise en charge lors des événements pluvieux. Une fenêtre rectangulaire (largeur 80 cm, hauteur 60 cm) a été installée, permettant d'une part la mesure des écoulements par temps sec ainsi que ceux produits par les pluies même orageuses, la fenêtre se comportant alors comme un orifice.

3. Conclusions

Le tableau suivant, — complété par le graphe de la figure 10 (p. 330) — intitulé « critères de choix d'un dispositif jaugeur » résume l'expérience des différents auteurs. Il propose un jugement à 3 niveaux (F = favorable, M = moyen, D = défavorable) pouvant guider un éventuel utilisateur dans le choix d'un type de dispositif jaugeur, en fonction de quelques critères liés au site de mesure, aux gammes de débits.

8. Schéma du nouveau dispositif débitmétrique L.R.O.P. sur un site de mesures en réseau d'assainissement.

9. Schéma d'un contraflux en fonctionnement (extrait de la documentation commerciale).

Références des principales lois $Q = f(h)$ pour différents dispositifs (n° des colonnes du tableau)

Déversoir en mince paroi	(1) et (2)	Bazin, Kindsvater-Carter Société Suisse des ingénieurs et architectes
	(1)	Rehbock (1929), Bazin
	(2)	Francis
	(3)	Thomson (90°), Gourley et Crimp, Kindsvater-Shen
	(4)	Cipolletti
Canaux à ressaut type Venturi	(7)	Baffofet (1951), Engel, Palmer, Bowlus
	(8)	Robinson (1968), Palmer, Bowlus, Wells (1956)
	(12)	Shokerboe (1967), Bennett (1972)
	(13)	Parshall (1922)
	(14)	Holtan (1962)
Seuils jaugeurs type épais	(15)	Crump (1952), US Soil Conserv.
	(16)	Neyrpic
	(17)	British st. (1969), Belenger
	(20)	Escande (1959)
	(21)	U.S. Bur. Reclamation

CRITERES DE CHOIX D'UN DISPOSITIF JAUGEUR

Types de dispositifs jaugeurs	Déversoirs en mince paroi						Canaux à ressaut, type Venturi								Seuils jaugeurs type épais						
N° de colonne	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
Forme spécifique	Rectangulaire sans contraction	Rectangulaire avec contraction	Triangulaire	Trapézoïdal	Circulaire	Proportionnel	A fond plat rectangulaire	A fond plat trapézoïdal	A fond plat col en U	Radier en saillie rectangulaire	Radier en saillie trapézoïdal	Radier en saillie col en U	Parshall	Canal H	Profil triangulaire arête vive	Profil triangulaire arête arrondie	Profil rectangulaire	Profil trapézoïdal	Profil circulaire	Seuil cylindrique à chute aval	Seuil WES standard à chute aval
Critères de choix																					
Transport de matériaux flottants	F	M	D	M	D	D	M	M	M	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F	F	F
Transport de matériaux décantables	D	D	D	D	D	D	F	F	F	M	M	M	F	M	M	M	D	M	M	M	M
Différence de niveau Amont-Aval nécessaire	M	D	D	M	D	D	F	F	F	M	M	M	F	M	F	F	F	F	F	D	D
Précision absolue	F	F	F	F	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	D	D	D	D	D
Précision relative sur l'étendue de mesure	D	M	F	F	M	M	M	F	F	M	F	F	M	F	D	D	D	D	D	D	D
Limite inférieure de fonctionnement correct	F	F	M	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F	F	F
Facilité de réalisation (coût)	F	F	F	F	F	M	M	M	M	D	D	M	D	M	M	F	M	M	M	M	M
Implantation provisoire (amovible) sans déviation du flot	M	M	F	F	F	F	M	M	M	M	D	D	D	D	M	M	M	M	M	M	M
Usure	D	D	D	D	D	D	F	F	F	F	F	F	F	F	M	M	M	M	M	M	M
Capacité de submersions $\frac{h_2}{h_1}$	nulle						0,7 à 0,9						0,95	0,25	0,4 à 0,8		0,7 à 1				0,3

Légende   F : Favorable
                   M : Moyen
                   D : Défavorable

10.

Références Bibliographiques

[1] Normes

Norme internationale ISO : 1438.

Première édition 1980.04.15 : « Mesures de débit de l'eau dans les canaux découverts au moyen de déversoirs et de canaux Venturi. »

Norme AFNOR.

Norme expérimentale française.

Mesure de débit de l'eau dans les chenaux au moyen de déversoirs en mince paroi.

Référence X 10-311 — Edition de septembre 1983.

Norme AFNOR

Mesure de débit des fluides dans les canaux découverts au moyen de canaux jaugeurs.

Référence X 10-313 — Edition de novembre 1982.

[2] A. LENCASTRE. — *Manuel d'hydraulique générale*. Traduit par l'auteur avec la collaboration de J. Valembois. 4^e édition — Edition Eyrolles — 1969.

[3] A.T. TROSKOLANSKI. — *Théorie et pratique des mesures hydrauliques*. Traduit par M. Laronde. Edition Dunod.

[4] L. LAVEUF. — *Dispositifs débitmétriques pré-étalonnés : étude de la précision de mesure dans les conditions courantes d'utilisation*. F.A.E.R. 1 08 06 2 — Document L.R.O.P. — Janvier 1986.

[5] L. LAVEUF, D. RENARD. — *Optimisation des mesures de débit en collecteurs d'assainissement eaux usées de petits diamètres*. F.A.E.R. 1 08 06 1 — Document L.R.O.P. — Juin 1984.

Discussion

Président : M. M.H. ANDRÉ

M. ANDRÉ montre son étonnement quant au fait que personne n'ait encore cité la formule de Castex et Nougaro qui présente l'avantage d'introduire l'énergie dynamique (le paramètre $V^2/2g$). Cette formule qui a fait l'objet d'une séance à la Société hydro-technique de France il y a quelques années, est d'application beaucoup plus générale, car on n'a pas à respecter strictement des conditions géométriques (ce qu'on ne peut jamais faire dans la réalité) et qui rendent très aléatoire l'application des formules qui utilisent la hauteur d'eau h et non, comme Castex-Nougaro, la charge totale $H + V^2/2g$.

M. AUGARDE. — Les écarts de 5 à 18 % annoncés dans un réseau d'eaux usées ne seraient-ils pas dus au fait des parois circulaires des égouts alors que ces formules sont établies pour des parois rectangulaires ?

MM. SALTIEL et PEYRELADE échangent quelques propos sur le respect des normes et du dimensionnement attachés aux dispositifs jaugeurs à échancrure en V (hauteur minimale, sur-largeur) et M. SALTIEL conclut en rappelant que chacun de ces paramètres correspond à des conditions bien précises et que les coefficients de formule de débit doivent être tenus en compte

M. RENARD reprend à son compte la remarque de M. ANDRÉ sur l'utilisation de la formule de Castex-Nougaro et s'étonne que la normalisation AFNOR ne la préconise pas. Il y a un effort d'actualisation des normes à faire pour les rendre plus pertinentes pour les mesures en collecteurs et harmoniser les normes ou procédures conseillées ou imposées par certains services. En particulier les prescriptions de l'Agence de bassin Seine-Normandie à ses mandataires ne sont pas homogènes avec les normes AFNOR.

Par ailleurs, M. RENARD fait remarquer que ces formules sont établies en régime permanent et il s'interroge sur leur validité en régime non permanent soumis à des variations brutales de débit (rejets industriels).

M. ANDRÉ confirme qu'en toute rigueur elles ne sont pas applicables.

M. MEUNIER en revanche signale qu'ont été simulés avec un modèle mathématique bidimensionnel des écoulements non permanents de crue et que les résultats s'écartaient d'à peine 5 % de la formule de tarage. L'effet transitoire peut donc être négligé lorsqu'on se situe juste à l'amont d'une section de contrôle.

M. AUDINET. — A propos des normes, je souhaiterais relancer l'appel aux bonnes volontés fait ce matin par M. BEDIOT pour participer à la commission AFNOR — x — 10 — C « mesurage des débits dans les chenaux découverts ». Beaucoup de normes AFNOR ne sont que la traduction de normes internationales de l'I.S.O. Si la France ne participe pas à la rédaction de ces normes, c'est le point de vue des autres pays qui est pris en compte. Ce qui peut expliquer l'absence de la formule Nougaro-Castex citée par M. le Président.

Actuellement cette commission participe activement à la révision des normes ISO sur les mesurages par la méthode de dilution (555) et l'exploration du champ des vitesses (748); mais elle recherche des personnes pouvant apporter une expérience dans tous les domaines (méthodes ou matériels) concernant le mesurage des débits dans les canaux à surface libre.