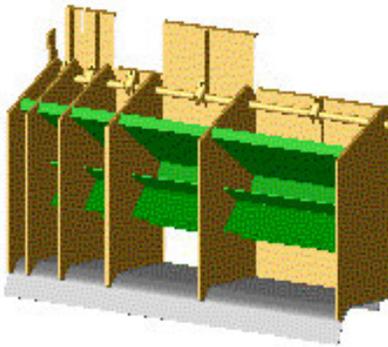


A25.05.1-F

MODULES A MASQUES®

Prise d'eau à débit constant en écoulement à surface libre

Les Modules à Masques® sont des appareils de prise d'eau utilisés pour effectuer des prélèvements à débit constant ajustable, sur des écoulements d'eau à surface libre.



Le réglage du débit s'effectue en ouvrant ou en fermant des vannettes de largeurs différentes. Une fois l'appareil verrouillé avec une certaine quantité de vannettes ouvertes, le débit conserve sa valeur fixée, même si les niveaux d'eau amont et aval présentent quelques variations.

Principe de fonctionnement

La quasi constance du débit de ces appareils est obtenue par des moyens entièrement statiques.

L'association d'un seuil profilé de forme spéciale et d'un masque fixe placé au-dessus de lui corrige l'effet sur le débit d'une élévation du niveau amont. Lorsque celui-ci est bas, l'écoulement se fait à surface libre sur le seuil (Fig. 1, A). Lorsque le niveau monte, la lame d'eau croît, elle accroche le masque, l'écoulement se fait en charge avec un coefficient de débit brusquement diminué, et le jet sort en présentant une contraction (Fig. 1, B).

La charge augmentant encore, la contraction tend à s'accroître, ce qui réduit d'autant la variation correspondante du débit (Fig. 1, C).

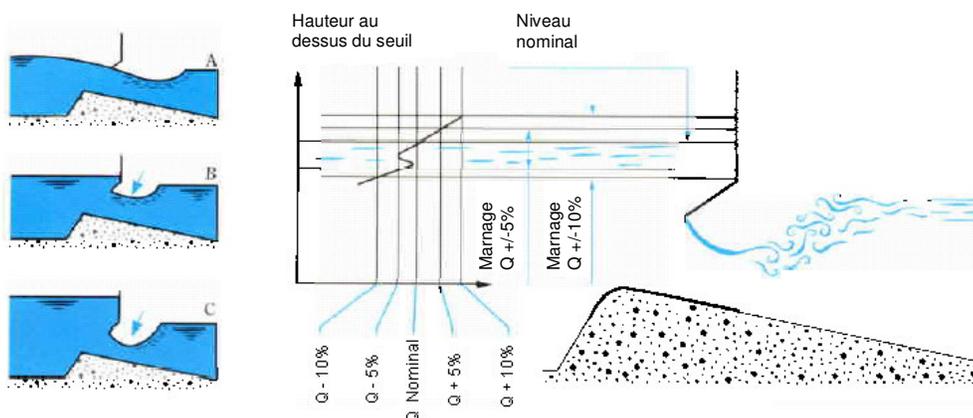
Il est ainsi possible, comme le montre la figure 1, de maintenir pour toute une plage de niveaux amont le débit de l'appareil à une valeur sensiblement constante.

La figure 1 indique le marnage de niveaux admissible, autour de sa valeur nominale pour des débits variants de $\pm 5\%$ et de $\pm 10\%$.



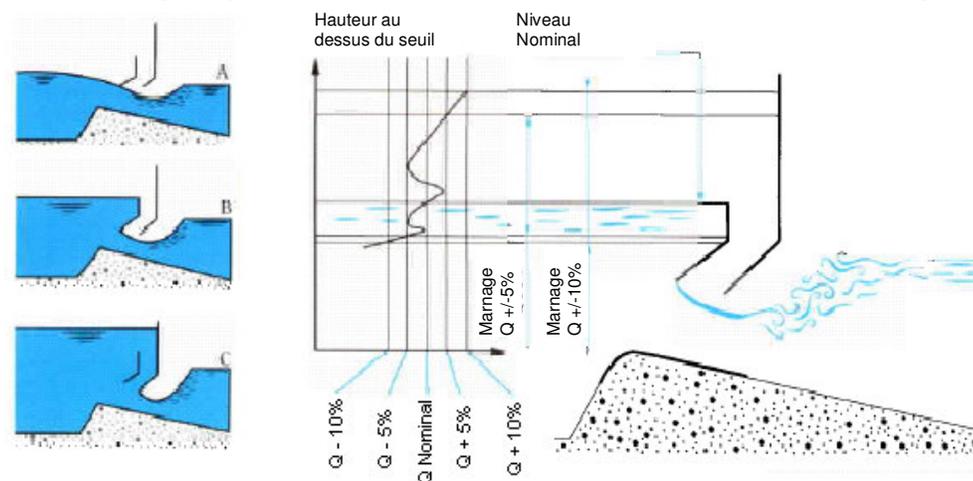
Modules à Masques® est une marque déposée d'appareils brevetés.

Figure 1 - Schéma de principe et courbe de fonctionnement d'un module à un masque



L'adjonction d'un deuxième masque situé à l'aval du premier (figure 2) permet d'accroître d'une façon sensible l'importance de ce marnage (de 150 à 190% par rapport aux modules à un masque). Grâce à la contraction de la lame d'eau produite par le premier masque, le deuxième peut être davantage rapproché du seuil et forme un orifice de section diminuée (figure 2B).

Figure 2 – Schémas de principe et courbe de fonctionnement d'un module à deux masques



Lorsque le niveau amont dépasse une certaine cote, le premier masque est noyé, le deuxième entre en action et la tendance à augmenter du débit subit un nouveau coup de frein (figure 2C).

Les formes et dispositions relatives des divers éléments constitutifs de l'appareil sont déterminées de façon à avoir la correction optimale.

Le débit délivré n'est pas soumis non plus aux variations du niveau aval : la pente aval du seuil est en effet étudiée pour provoquer un écoulement torrentiel qui établit une coupure hydraulique; la formation d'un ressaut permet néanmoins de récupérer l'énergie potentielle de la lame d'eau, et la perte de charge présentée par l'appareil est faible.

Réalisation Pratique

Les modules se présentent sous la forme d'ensembles métalliques monoblocs qu'il suffit de sceller à bonne cote dans des maçonneries en

attente pour réaliser des ouvrages de prise perfectionnés.

Ils se fabriquent dans 4 types de dimensions en profil différents, caractérisés par le

débit nominal passant par unité de largeur.

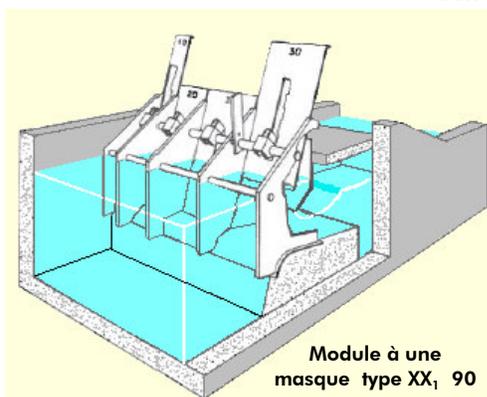
Série X :	10 l/s / dm
Série XX :	20 l/s / dm
Série L :	50 l/s / dm
Série C :	100 l/s / dm

La désignation X, XX, L ou C est assortie d'un indice 1 ou 2 selon que les appareils sont du type à 1 ou 2 masques.

Le débit est fractionnable:

- Par échelons 5 l/s dans la série X qui comprend des modules de 5, 10, 15 et 30 l/s,
- Par échelons de 10 l/s dans la série XX (modules de 10, 20, 30, 60 et 90 l/s),
- Par échelons de 50 l/s dans la série L (modules de 50, 100, 200 et 400 l/s),
- Par échelons de 100 l/s dans la série C (modules de 100, 200, 400, 600 et 1000 l/s).

Des modules avec fractionnement spécial peuvent être réalisés sur demand.



Module à une masque type XX₁ 90

Il est à noter en passant que pour des raisons d'uniformité, les plus petites passes se trouvent toujours du côté rive gauche.

Les cotes principales de ces appareils sont données dans le tableau Dimensions Normales, tandis que le tableau Fractionnements Standardisés indique les

débit nominaux prévus dans chaque série, et la largeur correspondante.

Les vannettes, placées côte à côte, sont normalement complètement ouvertes ou fermées, et elles peuvent être maintenues dans leur position verrouillée par l'utilisateur, une fois que la combinaison correspondant au débit désiré a été établie. Cette disposition interdit de façon très simple toute modification induite du réglage.

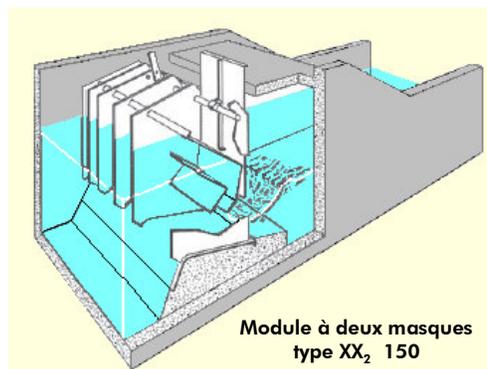
Pour les installations très importantes, les modules de la série C pourraient eux-mêmes conduire à un

développement en largeur trop important. Des modules composites de la série CC (200 l/s/dm), peuvent être constitués au moyen de masques métalliques à sceller au-dessus d'un seuil en béton de profil spécial, l'obturation des diverses passes – séparées par des

pièces maçonnées – étant assurée par des vannes à glissement associées.

Le débit est fractionnable par échelon de 1 m³/s (Vannes de 1, 2, 4 et 5 m³/s).

Dans le tableau



Module à deux masques type XX₂ 150

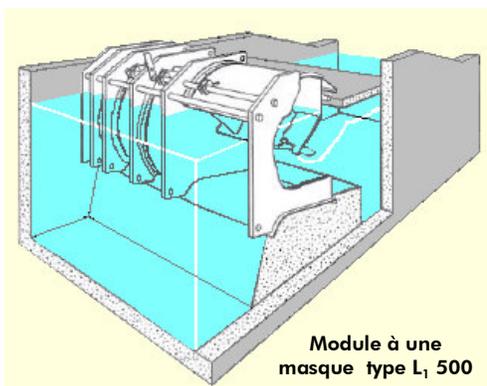
correspondant les caractéristiques hydrauliques de ce cinquième type sont également données à titre indicatif, entre parenthèses.

Construction

Les Modules à Masques® sont construits en tôles et profilés d'acier assemblés par soudure. Ces modules font appel à la chaudronnerie de précision, avec des tolérances de fabrication contrôlées.

Les vannettes des modules X et XX sont plates et glissent dans des rainures fraisées dans les flasques de séparation.

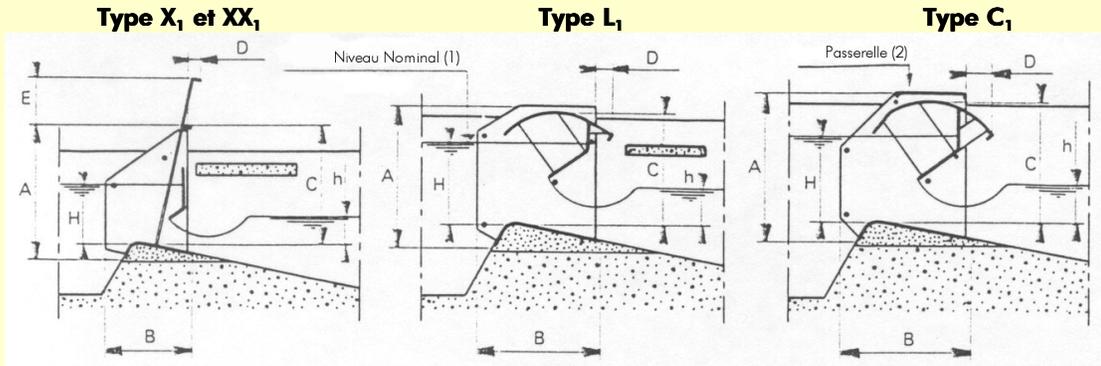
Pour diminuer les efforts de manoeuvre, les vannettes des modules L et C sont réalisées en forme de secteur et se manoeuvrent par rotation autour de leur axe.



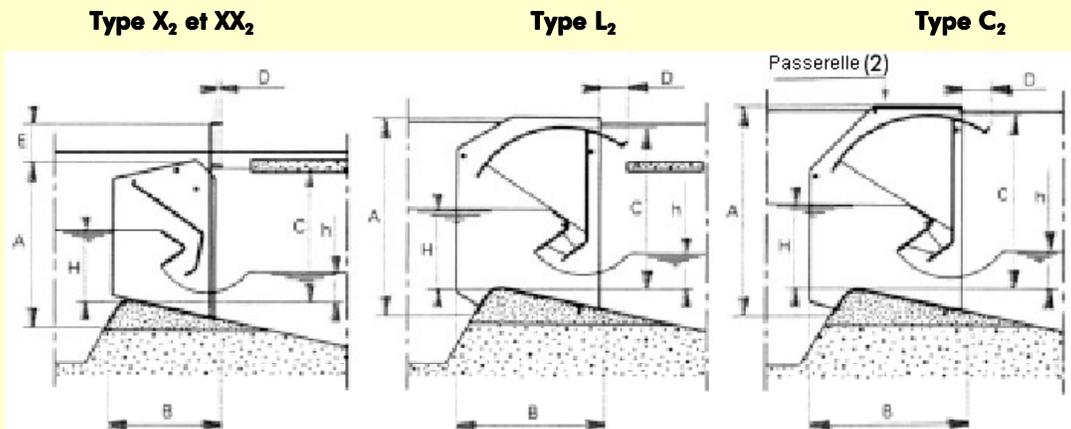
Module à une masque type L₁ 500

Modules à Masques® – Dimensions

Modules à un masque



Modules à deux masques



Cotes en cm

Type	A	B	C	D	E	Largeur par 100 l/s	H nominal	h (3)	Hauteur de retenue maximum (module fermé)
X ₁	40	26	35	2	14	100	17	8 (10,5)	32
XX ₁	65	387	58	4	22	50	27	12 (16,5)	51
L ₁	88	77	72	16	-	20	50	22 (31)	68
C ₁	144	122	116	25	-	10	79	35 (49)	109
X ₂	47	27	36	2	8	100	17,5	8 (11)	35
XX ₂	66	43	54	2	15	50	28	12 (17)	51
L ₂	133	97	110	20	-	20	51	22 (31)	95
C ₂	205	152	180	28	-	10	81	35 (50)	147

(1) - Voir note (1) tableau Génie Civil

(2) - Voir note (1) tableau Génie Civil

(3) - Les chiffres entre parenthèses peuvent être adoptés si le niveau amont ne descend jamais en dessous du plan d'eau nominal.

Fractionnements Standardisés

Un module est désigné par une ou deux lettres qui identifient son type, suivie d'un numéro correspondant au débit nominal en l/s.

Exemple : X₁ 90

Dans les tableaux suivants, sont indiqués les fonctionnements normalisés de tous les types de Modules à Masques®.

Modules X₁ et X₂

Q Nominal l/s	Nombre de vannettes de				l cm
	5 l/s	10 l/s	15 l/s	20 l/s	
30	1	1	1	-	32
60	1	1	1	1	63
90	1	1	1	2	94
120	1	1	1	3	125
150	1	1	1	4	156

Modules XX₁ et XX₂

Q Nominal l/s	Nombre de vannettes de					l cm
	10 l/s	20 l/s	30 l/s	60 l/s	90 l/s	
30	1	1	-	-	-	16
60	1	1	1	-	-	2
90	1	1	2	-	-	48
120	1	1	1	1	-	3
150	1	1	2	1	-	79
180	1	1	1	2	-	4
210	1	1	1	1	1	109
240	1	1	1	3	-	25
300	1	1	1	1	2	155
360	1	1	1	2	2	86
420	1	1	1	3	2	217
480	1	1	1	1	4	47

Modules C₁ et C₂

Q Nominal l/s	Nombre de vannettes de					l cm
	100 l/s	200 l/s	400 l/s	600 l/s	1000 l/s	
1000	2	1	1	-	-	105
1100	1	1	2	-	-	14
1200	2	1	2	-	-	125
1300	1	1	1	1	-	34
1400	2	1	1	1	-	145
1500	1	2	1	1	-	55
1600	2	2	1	1	-	166
1700	1	1	2	1	-	75
1800	2	1	2	1	-	186
1900	1	1	1	2	-	95
2000	2	1	1	2	-	206
2100	1	2	-	1	1	15
2200	2	1	2	-	1	226
2300	1	1	1	1	1	35
2400	2	1	1	1	1	246
2500	1	2	1	1	1	56
2600	2	2	1	1	1	268
2700	1	1	2	1	1	76
2800	2	1	2	1	1	288
2900	1	1	1	2	1	96
3000	2	1	1	2	1	308

Les éléments monoblocs ont une largeur inférieure à 3100mm. Le débit maximal d'un élément monobloc est de 3000l/s. Entre deux ensembles monoblocs, prévoir des piliers de béton d'au moins 300mm d'épaisseur.

Au-dessus de 3000 l/s, combiner avec l'un des éléments précédents un ou plusieurs compléments choisis dans le tableau ci-dessous:

Q Nominal l/s	Nombre de vannettes de 1000 l/s	l cm
1000	1	100
2000	2	202
3000	3	303

Modules L₁ et L₂

Les éléments monoblocs ont une largeur inférieure à 3100mm. Le débit maximal d'un élément monobloc est de 1500 l/s. Entre deux ensembles monoblocs, prévoir des piliers de béton d'au moins 200mm d'épaisseur.

Q Nominal l/s	Nombre de vannettes de				l cm
	50 l/s	100 l/s	200 l/s	400 l/s	
500	2	2	1	-	104
550	1	1	2	-	113
600	2	1	2	-	124
650	1	2	2	-	134
700	2	2	2	-	145
750	1	1	1	1	153
800	2	1	1	1	164
850	1	2	1	1	174
900	2	2	1	1	185
950	1	1	2	1	194
1000	2	1	2	1	205
1050	1	2	2	1	215
1100	2	2	2	1	226
1150	1	1	1	2	234
1200	2	1	1	2	245
1250	1	2	1	2	255
1300	2	2	1	2	266
1350	1	1	2	2	275
1400	2	1	2	2	286
1450	1	2	2	2	296
1500	2	2	2	2	307

Au-dessus de 1500 l/s combiner avec l'un des éléments précédents un ou plusieurs compléments choisis dans la liste ci-dessous.

Q Nominal l/s	Nombre de vannettes de 400 l/s	l cm
400	1	80
800	2	161
1200	3	242

Choix de l'appareil

Le choix de l'appareil doit porter sur le débit dont il est capable, et sur la section type (X, XX, L ou C), qui conditionne l'encombrement en largeur, la valeur du fonctionnement, la perte de charge admissible et le marnage de niveau amont toléré selon le nombre de masques dans les modules

(modules d'un ou deux masques)

Les tableaux de la page d'avant indiquent que:

- Les modules X se font pour des débits compris entre 30 et 150 l/s réglables par fraction de 5 l/s.
- Les modules XX se font pour des débits compris entre 30

et 480 l/s réglables par fraction de 10 l/s.

- Les modules L et C se font pour des débits compris respectivement entre 500 et 1500 l/s avec fractionnement de 50 l/s et entre 1000 et 3000 l/s, avec fractionnement de 100 l/s. Les éléments de complément permettent d'amener les débits aux valeurs désirées.

Pertes de charge et tolérances de niveaux – Cotes en cm

Type	Débit par largeur unitaire	H_{\min}	H_{\min}	H_{nom}	H_{\max}	H_{\max}	dH	dH	J_{\min} pour H_{nom}	J_{\min} pour H_{\min}	P_{\min}	
		Q - 10%	Q - 5%	Q	Q + 5%	Q + 10%	Q ± 10%	Q ± 5%				
1 máscara	X ₁	10 l/s/dm	13	13,5	17	18,5	20	7	5	6,5	5	16
	XX ₁	20 "	20	21,5	27	29,5	31	11	8	10,5	8	25
	L ₁	50 "	37	39,5	50	54,5	58	21	15	19	15	47
	C ₁	00 "	59	62,5	79	86	92	33	23,5	30	24	75
	(CC ₁)	200 "	94	100	126	137	146	52	37	48	38	118
	Q ₁ l/s/dm	Q	2,75*	2,91*	3,68*	4,00*	4,27*	1,52*	1,09	1,41*	1,10*	3,45*
2 máscaras	X ₂	10 l/s/dm	13	13,5	17,5	28	31	18	14,5	6,5	5	17
	XX ₂	20 "	20	21	28	44	48	28	23	11	8	26
	L ₂	50 "	37	39	51	82	89	52	43	20	15	49
	C ₂	00 "	59	62	81	130	142	83	68	31	24	77
	(CC ₂)	200 "	94	99	129	206	225	131	107	50	38	122
	Q ₂ l/s/dm	Q	2,75*	2,88*	3,77*	6,02*	6,58*	3,83*	3,14*	1,45*	1,10*	3,57*

(*) A multiplier par $Q^{2/3}$ pour obtenir des cotes correspondantes d'un module homothétique débitant par unité de largeur du seuil Q l/s/dm.

(**) P est la profondeur, au-dessous du seuil, du fond du canal côté amont ($P = a - H_{\text{nom}}$, suivant le tableau Génie Civil).

Remarque importante:

Le rapport $\frac{\text{marnage toléré}}{\text{perte de charge}}$ qui est

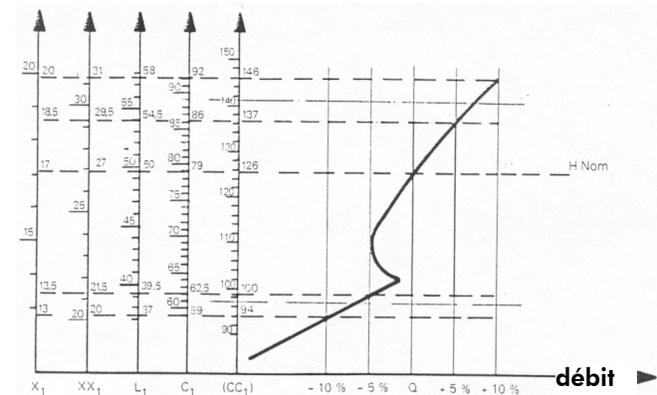
respectivement de :

- 0,99 pour le module à 1 masque à $Q \pm 5\%$
- 1,38 pour le module à 1 masque à $Q \pm 10\%$
- 2,85 pour le module à 2 masques à $Q \pm 5\%$
- 3,48 pour le module à 2 masques à $Q \pm 10\%$

met en relief l'avantage de ces appareils comparés à des prises équipées soit de Vannes de fond pour lesquelles, dans les mêmes conditions, le rapport considéré prend respectivement les valeurs 0,22 et 0,49, soit de seuils profilés pour lesquels ces valeurs sont 0,17 et 0,35.

Courbe de fonctionnement des modules à 1 masque

Hauteur au-dessus du seuil en cm



Définition du niveau de calage

Les courbes de fonctionnement représentent la variation du débit en fonction du niveau amont tant pour les

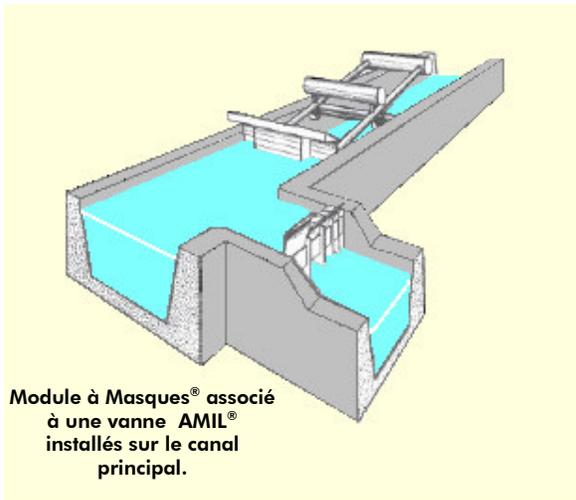
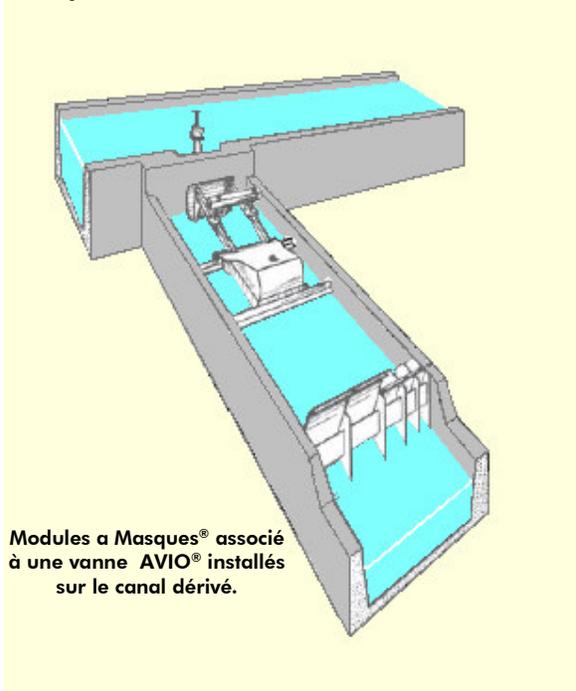
modules à 1 masque que pour les modules à 2 masques.

Elles permettent de caler l'appareil en altitude au mieux de ses possibilités, c'est-à-dire de fixer la cote

absoloute de son niveau nominal en fonction des variations de niveau au droit de la prise à équiper.

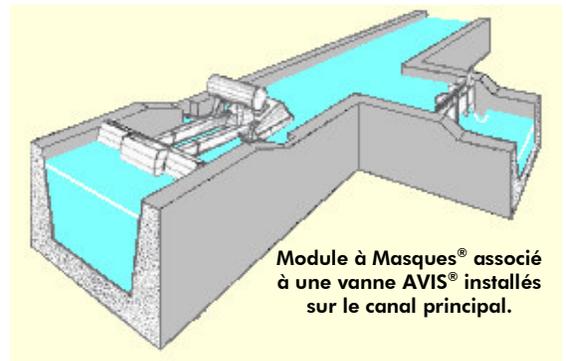
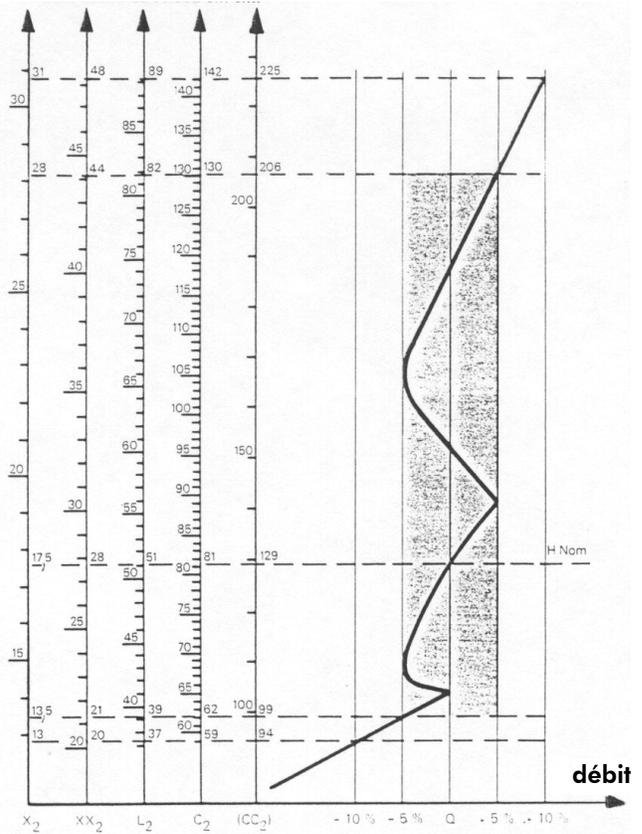
Le génie civil est conforme aux données du tableau de la page suivante.

Exemples d'utilisation

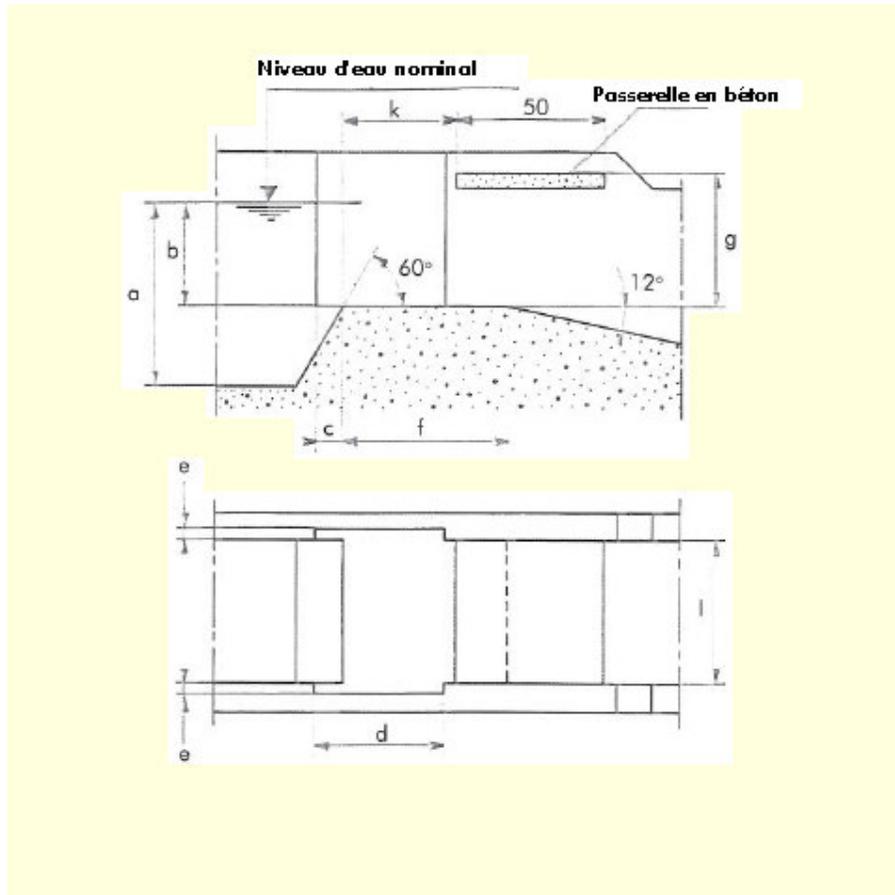


Courbe de fonctionnement des modules à 2 masques

Hauteur au-dessus du seuil en cm



Module à Masques® – Génie Civil



Module type	a min.	b	c	d	e	f	g	k	l
X ₁	33	25	9	34	5	45	35	25	Voir tableau des Fractionnements Normalisés
XX ₁	52	37	10	46	5	57	47	36	
L ₁	97	68	16	94	10	103	68	85	
C ₁	154	105	25	140	15	146	-	-	
X ₂	35	26	3	36	5	48	49	40	
XX ₂	54	40	4	54	5	68	70	60	
L ₂	100	75	20	115	10	135	105	100	
C ₂	158	120	25	170	15	210	-	-	

- (1) Le plan d'eau nominal est calé par rapport au niveau réel de l'eau dans le canal d'amenée en le centrant au mieux dans l'intervalle de variation du niveau amont, conformément aux indications données dans le tableau des tolérances de niveaux.
- (2) Une passerelle, en béton, doit être prévue lorsque la largeur "l" dépasse 1 mètre. Les modules du type C sont livrés avec une passerelle métallique fixée sur l'appareil.