

1 Chapitre VI : Calcul hydraulique et dimensionnement

Sommaire du chapitre VI

Chapitre VI : Calcul hydraulique et dimensionnement

I.	Dimensionnement du réseau :	2
II.	Conditions de fonctionnement du réseau :	3
II.1.	Conditions en réseau séparatif :	3
II.2.	Conditions en réseau unitaire :	3
III.	Calcul des sections des ouvrages en utilisant abaques :	5

Chapitre VI : Calcul hydraulique et dimensionnement

I. Dimensionnement du réseau :

Dans le cas d'un projet, le débit est connu ; la pente et la section sont à déterminer en fonction des contraintes rencontrées (site, fonctionnement et entretien). Néanmoins, nous devons respecter la fourchette des vitesses acceptables (admissibles) et des diamètres en fonction du choix du réseau utilisé.

- Le dimensionnement du réseau est rendu plus simple par l'utilisation d'abaques donnant les variations du débit et de la vitesse en fonction de la variation du niveau d'eau dans la conduite.
- Le dimensionnement du réseau d'assainissement en gravitaire considère l'hypothèse suivante :

L'écoulement est permanent uniforme à surface libre. La pente de la ligne d'énergie est assimilée à celle du radier du collecteur, les pertes de charge engendrées dans la conduite d'une longueur donnée représentent exactement l'énergie potentielle donnée par la différence des cotes entre les extrémités amont et aval.

Cette hypothèse permet l'utilisation de la formule (1) de CHEZY pour le dimensionnement qui s'écrit :

$$V = C \cdot \sqrt{R_h \cdot I}$$

Avec :

V : La vitesse de l'écoulement dans la conduite (m/s)

R_h : Le rayon hydraulique (m) donné par :

$$R_h = S/P$$

S : La section mouillée de l'écoulement (m²)

P : Le périmètre mouillé de l'écoulement (m)

C : Le coefficient de résistance selon CHEZY. Plusieurs formules empiriques permettent de calculer ce coefficient, notamment celle de MANNING-STRICKLER et celle de BAZIN données respectivement :

$$C = K_s \cdot R_h^{1/6}$$

$$C = \frac{87 \cdot \sqrt{R_h}}{\gamma + R_h}$$

3 Chapitre VI : Calcul hydraulique et dimensionnement

Le tableau suivant donne la valeur des paramètres de rugosité utilisés classiquement en assainissement.

TYPE D'EFFLUENT	TURBULENCE	VALEUR DE (γ)	VALEUR DE (K_S)
E.U	Lisse	0.16	83
E.U	Rugueux	0.25	73
E.P	Lisse	0.30	67
E.P	Rugueux	0.46	57

II. Conditions de fonctionnement du réseau :

II.1. Conditions en réseau séparatif :

- Réseau des eaux pluviales

$$D_{\min} = 300 \text{ mm}$$

$$I_{\min} = 0.5 \%$$

$$V_{\min} = 1 \text{ m/s au débit de plein section } Q_{PS}$$

$$V_{\min} = 0.6 \text{ m/s à } (Q_{PS}/10)$$

$$V_{\min} = 0.3 \text{ m/s à } (Q_{PS}/100)$$

- Réseau des eaux usées

$$D_{\min} = 200 \text{ mm}$$

$$I_{\min} = (0.2 - 0.3) \%$$

$$V_{\min} = 0.5 \text{ m/s pour } h/D = 0.2$$

$$V_{\min} = 0.3 \text{ m/s pour le débit moyen } Q_m$$

$$V_{\max} = 4 \text{ m/s}$$

II.2. Conditions en réseau unitaire :

$$D_{\min} = 300 \text{ mm}$$

$$I_{\min} = 0.5 \%$$

$$V_{\min} = 1 \text{ m/s au débit de plein section } Q_{PS}$$

$$V_{\min} = 0.6 \text{ m/s à } (Q_{PS}/10)$$

$$V_{\min} = 0.3 \text{ m/s à } (Q_{PS}/100)$$

4 Chapitre VI : Calcul hydraulique et dimensionnement

Ces formules, instructions peuvent être utilisées sous Excel comme le montre l'exemple suivant où :

[1]: identifiant bassin versant

[2] : identifiant de la canalisation à dimensionner

[3] et [4] : identifiant les nœuds amont et aval de la canalisation à dimensionner

[5] et [6] : cote du terrain naturel des nœuds amont et aval

[7] : longueur de la canalisation

[8]: débit d'eau à évacuer

[9]: pente radier

[10]: diamètre nominale c.à.d. diamètre intérieur

[11] et [12] : débit et vitesse en pleine section

[13] rapport des débits c.à.d. $rQ = Q/Q_{ps}$

[14] rapport des hauteurs c.à.d. $rH = H/D_N$

[15] rapport des vitesses c.à.d. $rv = V/V_{ps}$

[16] hauteur d'eau dans la canalisation qui correspond au débit Q

[17] Vitesse d'écoulement d'eau

[18] Vitesse d'auto-curage

Bassin	Tronçon	Nœuds		Cotes TN (m)		Collecteur Long 2D (m)	débit (m ³ /s)	pente du radier	diamètre (mm)	pleine section		rQ	rh	rv	H (mm)	V (m/s)	v (1/10 Qps) m/s
		Amont	Aval	Amont	Aval					Qps (l/s)	Vps (m/s)						
BV 35	R1 - R2	R1	R2	100.14	100.29	18.00	0.064	0.40%	400	120	0.95	0.53	0.51	1.01	204	0.96	0.54
	R2 - R3	R2	R3	100.29	100.32	18.00	0.064	0.40%	400	120	0.95	0.53	0.51	1.01	204	0.96	0.54
	R3 - R4	R3	R4	100.32	100.34	18.00	0.064	0.40%	400	120	0.95	0.53	0.51	1.01	204	0.96	0.54
	R4 - R5	R4	R5	100.34	100.43	25.32	0.064	0.40%	400	120	0.95	0.53	0.51	1.01	204	0.96	0.54
BV06	R5 - R6	R5	R6	100.43	100.37	12.13	0.121	0.40%	500	217	1.11	0.56	0.52	1.02	262	1.13	0.63
	R6 - R7	R6	R7	100.37	100.32	18.89	0.121	0.40%	500	217	1.11	0.56	0.52	1.02	262	1.13	0.63
	R7 - R8	R7	R8	100.32	100.27	17.11	0.121	0.40%	500	217	1.11	0.56	0.52	1.02	262	1.13	0.63
	R8 - R9	R8	R9	100.27	100.17	18.00	0.121	0.40%	500	217	1.11	0.56	0.52	1.02	262	1.13	0.63
BV37	R9 - R10	R9	R10	100.17	100.20	23.15	0.224	0.40%	600	354	1.25	0.63	0.57	1.05	343	1.32	0.71
BV39	R10 - R11	R10	R11	100.20	100.08	23.97	0.224	0.40%	600	354	1.25	0.63	0.57	1.05	343	1.32	0.71
	R11 - R12	R11	R12	100.08	99.92	18.02	0.224	0.40%	600	354	1.25	0.63	0.57	1.05	343	1.32	0.71
BV05	R12 - R13	R12	R13	99.92	99.95	3.91	0.339	0.40%	800	761	1.51	0.45	0.45	0.96	363	1.45	0.86
	R13 - R14	R13	R14	99.95	99.79	17.56	0.339	1.00%	800	1204	2.39	0.28	0.35	0.84	276	2.00	1.36
	R14 - R15	R14	R15	99.79	99.63	18.00	0.339	0.40%	800	761	1.51	0.45	0.45	0.96	363	1.45	0.86
	R15 - R16	R15	R16	99.63	99.29	24.00	0.339	0.40%	800	761	1.51	0.45	0.45	0.96	363	1.45	0.86
BV04	R16 - R17	R16	R17	99.29	99.02	15.01	0.393	0.50%	800	851	1.69	0.46	0.46	0.97	372	1.64	0.96
BV38	R17 - R18	R17	R18	99.02	98.63	24.24	0.427	0.50%	800	851	1.69	0.50	0.49	0.99	392	1.68	0.96
BV44	R18 - R19	R18	R19	98.63	98.30	25.76	0.587	0.40%	1000	1380	1.76	0.43	0.44	0.95	441	1.66	1.00
	R19 - R20	R19	R20	98.30	98.19	24.00	0.587	0.40%	1000	1380	1.76	0.43	0.44	0.95	441	1.66	1.00
	R20 - R21	R20	R21	98.19	97.98	24.00	0.587	0.40%	1000	1380	1.76	0.43	0.44	0.95	441	1.66	1.00

5 Chapitre VI : Calcul hydraulique et dimensionnement

III. Calcul des sections des ouvrages en utilisant abaques :

Les abaques sont des graphiques illustrant la relation entre différentes données. Leur consultation permet de simplifier de nombreux calculs mathématiques.

Le rôle des abaques est toutefois identique à celui des tables : il consiste à mettre plusieurs données en relation les unes avec les autres.

La précision des abaques est liée à la fois à :

- leur qualité graphique,
- la graduation des échelles qu'ils contiennent
- l'interprétation qu'en fait la personne qui les consulte.

Si les abaques se révèlent moins exacts que les tables, ils permettent en revanche d'obtenir une meilleure vue d'ensemble d'un processus.

Exemple : dimensionnement d'un collecteur en système unitaire

Débit calculé $Q=0.4 \text{ m}^3/\text{s}$

Si on choisit une pente de radier $I=2\%$

En utilisant l'abaque Ab 4.a on lit : $DN= 600 \text{ mm}$; $Q_{ps}\approx 0.58 \text{ m}^3/\text{s}$; $V_{ps}=2 \text{ m/s}$.

Avec ces données on peut déterminer $rQ=0.4/.58\approx 0.7$

Utilisant l'abaque Ab 5(a) : pour $rQ=0.7$ lui correspond un taux de remplissage $rH=0.6$ et un $rV\approx 1.08$

Avec ces données on peut déduire que :

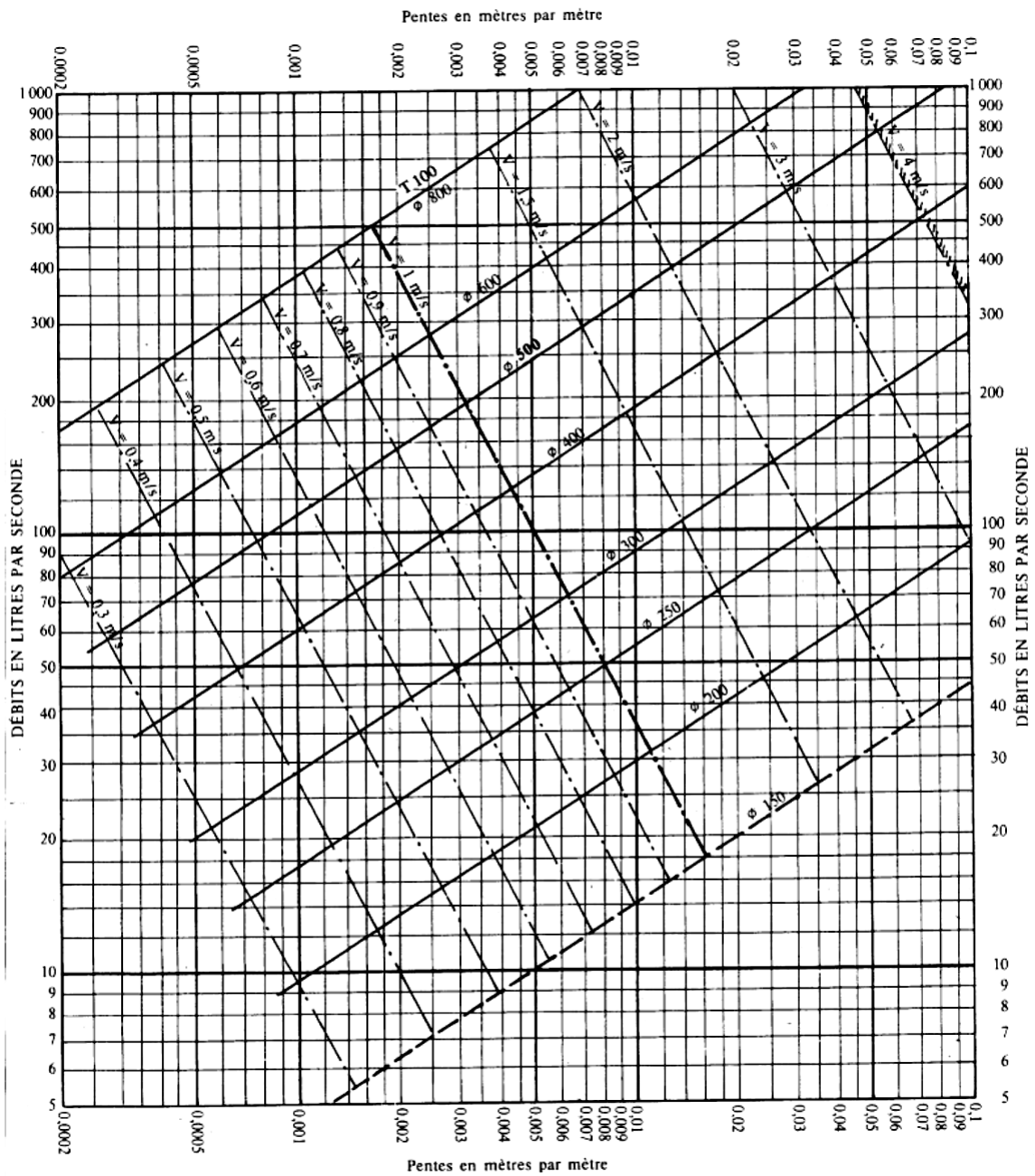
La vitesse d'écoulement $V=rV*V_{ps}=1.08*2=2.16 \text{ m/s}$

La hauteur de remplissage $h=rH*DN=0.6*600=360 \text{ mm}$.

ABAQUE Ab. 3

Ab. 3

RÉSEAUX D'EAUX USÉES EN SYSTÈME SÉPARATIF

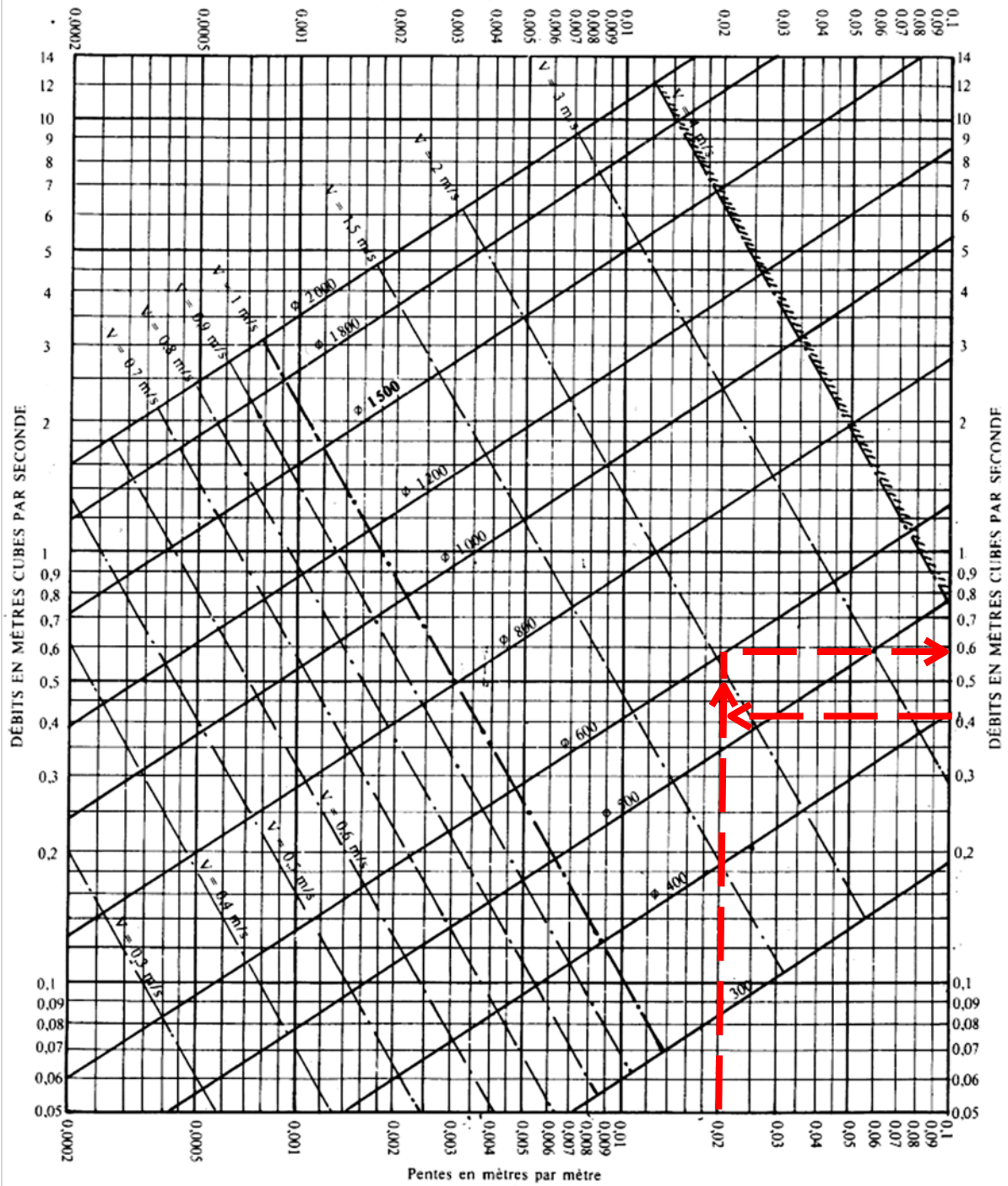


Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,25. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,16$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

ABaque Ab. 4 a

Ab. 4a

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF
(Canalisations circulaires)



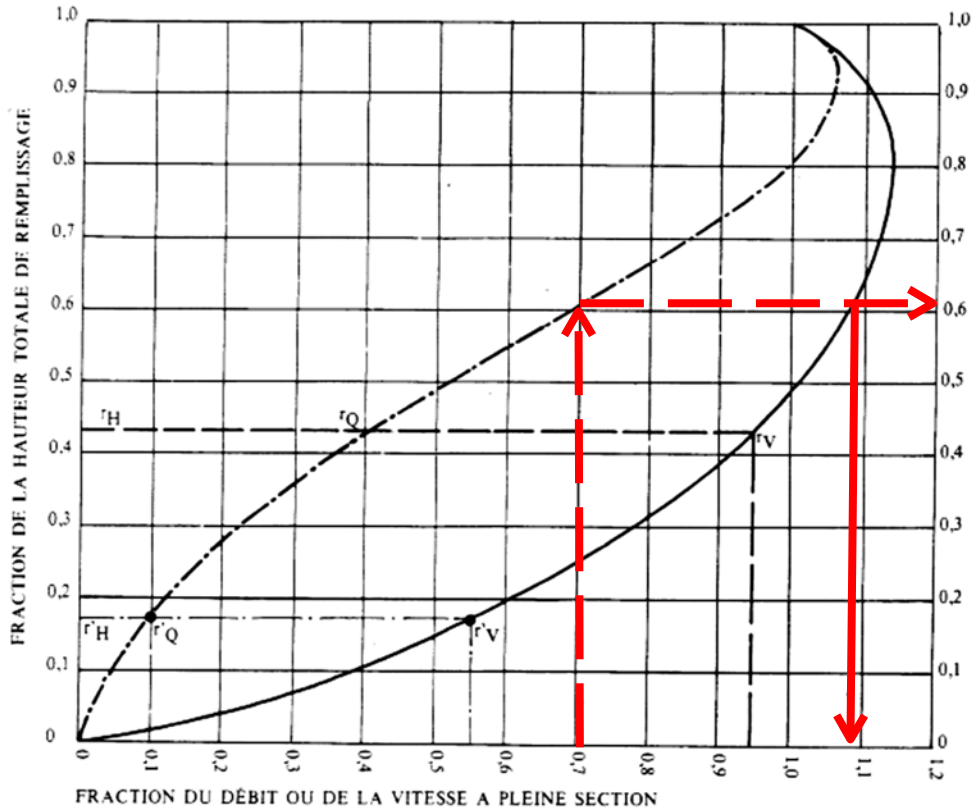
Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

ABAQUE Ab. 5

Ab. 5 (a)

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

Pour $Q_{PS}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Ces dernières conditions d'écoulement à caractère assez théorique ne peuvent être obtenues que dans des conditions très particulières d'expérimentation.