

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 95 (1969)  
**Heft:** 7: Foire de Bâle, 12-22 avril 1969

**Artikel:** Portiques à poteaux d'inertie variable articulés en pied: méthode de calcul et tableau  
**Autor:** Racollet, C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70226>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

## ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes  
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)  
de la Section genevoise de la SIA  
de l'Association des anciens élèves de l'EPFL (Ecole polytechnique  
fédérale de Lausanne)  
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPFZ (Ecole poly-  
technique fédérale de Zurich)

## COMITÉ DE PATRONAGE

Président: E. Martin, arch. à Genève  
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne  
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

## Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.  
Genève: G. Bovet, ing.; M. Mozer, arch.; J.-C. Ott, ing.  
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; M. Chevalier, ing.  
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.  
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;  
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: D. Bonnard, ing.  
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; M. Cosan-  
dey, ing.; J. Favre, arch.; A. Métraux, ing.; A. Rivoire,  
arch.; J.-P. Stucky, ing.

Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

## RÉDACTION

F. Vermeille, rédacteur en chef; E. Schnitzler, ingénieur, et  
M. Bevilacqua, architecte, rédacteurs  
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »  
Tirés à part, renseignements  
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

## ABONNEMENTS

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 46.—	Etranger	Fr. 50.—
Sociétaires . . . . .	»	» 38.—	»	» 46.—
Prix du numéro . . . . .	»	» 2.30	»	» 2.50

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »  
N° 10 - 5775, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au  
numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie  
La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

## ANNONCES

Tarif des annonces:	
1/1 page . . . . .	Fr. 495.—
1/2 » . . . . .	» 260.—
1/4 » . . . . .	» 132.—
1/8 » . . . . .	» 68.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.

Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26, 1000 Lausanne et succursales



## SOMMAIRE

Portiques à poteaux d'inertie variable articulés en pied, méthode de calcul et tableau, par C. Racoillet, directeur technique du bureau SETIB.  
Les bureaux d'ingénieurs suisses et l'activité à l'étranger, principalement dans les pays en voie de développement, par Jean-Pierre Chavaz,  
ingénieur EPF-SIA. — Bibliographie. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Documentation générale. — Documentation du  
bâtiment. — Informations diverses.

## PORTIQUES À POTEAUX D'INERTIE VARIABLE ARTICULÉS EN PIED MÉTHODE DE CALCUL ET TABLEAU

par C. RACOILLET, directeur technique du bureau SETIB

### Introduction

Nous nous proposons d'exposer une méthode d'un  
emploi simple et rapide pour le calcul des portiques à  
poteaux d'inertie variable articulés en pied.

Remarquons que cette hypothèse de l'articulation en  
pied est en pratique peu restrictive, car les formes archi-  
tecturales courantes de poteaux à inertie variable impli-  
quent des sections réduites à la base, peu susceptibles  
d'absorber des moments d'encastrement importants.

Une seconde hypothèse restrictive consiste à supposer  
une variation linéaire de la hauteur de la section trans-  
versale des poteaux, la largeur de cette section restant  
constante, ce qui est généralement le cas pour des rai-  
sons de simplicité constructive des coffrages.

Ces portiques se rencontrent fréquemment dans les  
bâtiments industriels de grande portée, dans les salles  
de gymnastique, dans les locaux vastes sans points  
d'appui intermédiaires. Ils sont généralement soumis à  
des efforts importants qui rendent nécessaires des cal-  
culs précis. La méthode ci-dessous exposée permet de  
faire ces calculs très rapidement.

### Principe de la méthode

La méthode consiste à calculer une inertie moyenne  
équivalente pour se ramener au cas d'un portique à  
poteaux d'inertie constante qui est justiciable des for-  
mules de Kleinlogel.

Cette inertie moyenne est d'un calcul immédiat grâce  
à des tableaux établis une fois pour toutes.

Précisons que la méthode a été mise au point pour  
des cas de charges symétriques appliquées à la traverse.

Elle n'est donc pas parfaitement rigoureuse du point  
de vue théorique pour des charges transversales sur les  
poteaux (effet du vent, par exemple) ou pour des charges  
dissymétriques sur la traverse.

Soit le portique défini par la figure 1, de portée  $l$  et  
de hauteur  $h$  mesurées par rapport aux fibres moyennes.

Les poteaux, d'épaisseur constante  $b$ , ont une hau-  
teur de section variable de  $a$  à leur base à  $a + d$  à leur  
sommets.

Nous calculons l'inertie moyenne équivalente  $J$  en  
écrivant que, sous l'effet d'un couple quelconque  $MB$   
appliqué au nœud  $B$  du poteau, la rotation en ce point

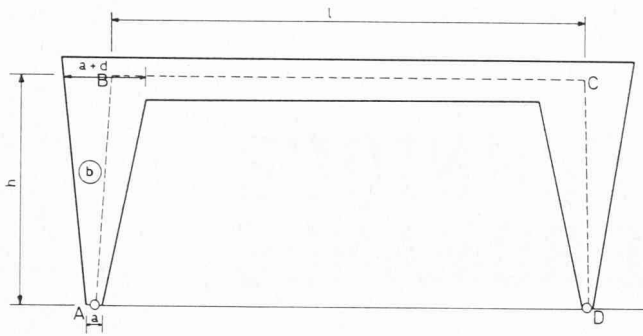


Fig. 1.

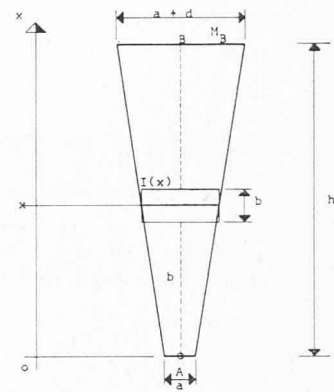


Fig. 2.

est la même pour le poteau d'inertie variable  $I(x)$  que pour le poteau d'inertie constante  $J$ . (figure 2)

A partir des équations de Bresse, on peut écrire :

— pour le poteau à inertie variable :

$$w_B = \frac{1}{h} \int_0^h \frac{M(x)x}{EI(x)} dx.$$

Du fait de l'articulation en  $A$ ,  $M(x) = \frac{MB}{h} x$

$$\text{d'où } w_B = \frac{MB}{Eh^2} \int_0^h \frac{x^2}{I(x)} dx;$$

— pour le poteau à inertie constante  $J$  :

$$w_B = \frac{MB}{EJh^2} \int_0^h x^2 dx$$

$$w_B = \frac{MBh}{3EJ}$$

$$\text{d'où } J = \frac{h^3}{3 \int_0^h \frac{x^2}{I(x)} dx}.$$

En faisant intervenir le paramètre  $\rho = \frac{d}{a}$ ,  $I(x)$  s'écrit

$$I(x) = \frac{ba^3}{12} \left(1 + \rho \frac{x}{h}\right)^3$$

$$\int_0^h \frac{x^2 dx}{I(x)} = \frac{1}{ba^3} \int_0^h \frac{x^2}{\left(1 + \rho \frac{x}{h}\right)^3} dx.$$

Procédons au changement de variable défini par :

$$1 + \rho \frac{x}{h} = X$$

$$\text{soit } x = (X - 1) \frac{h}{\rho}$$

$$dx = \frac{h}{\rho} dX$$

$$\begin{aligned} \int_0^h \frac{x^2}{\left(1 + \frac{x}{h}\right)^3} dx &= \frac{h^3}{\rho^3} \int_1^{1+\rho} \frac{(X-1)^2}{X^3} dX \\ &= \frac{h^3}{\rho^3} \int_1^{1+\rho} \left(\frac{1}{X} - \frac{2}{X^2} + \frac{1}{X^3}\right) dX \\ &= \frac{h^3}{\rho^3} \left[ LX + \frac{2}{X} - \frac{1}{2X^2} \right]_1^{1+\rho} \\ &= \frac{h^3}{\rho^3} \left[ LX + \frac{4X-1}{2X^2} \right]_1^{1+\rho} \\ &= \frac{h^3}{\rho^3} \left[ L(1+\rho) + \frac{4(1+\rho)-1}{2(1+\rho)^2} - 1,5 \right] \\ &= \frac{h^3}{\rho^3} \left[ L(1+\rho) - 1,5 + \frac{3+4\rho}{2(1+\rho)^2} \right] \end{aligned}$$

$$\text{d'où : } J = \frac{ba^3}{12} \frac{h^3}{\frac{3h^3}{\rho^3} \left[ L(1+\rho) - 1,5 + \frac{3+4\rho}{2(1+\rho)^2} \right]}$$

$$J = \frac{ba^3}{12} \frac{\rho^3}{3 \left[ L(1+\rho) - 1,5 + \frac{3+4\rho}{2(1+\rho)^2} \right]}$$

$$J = \frac{ba^3}{12} \Phi(\rho)$$

$\frac{ba^3}{12}$  représente l'inertie de la section de base du poteau, au droit de l'articulation ;

$\Phi(\rho)$  est la fonction

$$\Phi(\rho) = \frac{\rho^3}{3 \left[ L(1+\rho) - 1,5 + \frac{3+4\rho}{2(1+\rho)^2} \right]}$$

$\rho$  désignant le paramètre  $\frac{d}{a}$

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la fonction  $\Phi(\rho)$  pour des valeurs de  $\rho$  allant jusqu'à  $\rho = 10$ .

La figure 3 montre la courbe représentative des variations de la fonction  $\Phi(\rho)$ . Elle permet le contrôle immédiat des valeurs déterminées par interpolation entre des résultats du tableau.

Conduite pratique des calculs :

- 1) Calcul du paramètre  $\frac{d}{a} = \rho_1$ .
- 2) Recherche de la valeur  $\varphi_1(\rho_1)$  dans le tableau.
- 3) Calcul de l'inertie moyenne équivalente du poteau

$$J_1 = \frac{ba^3}{12} \varphi_1(\rho_1)$$

- 4) Calcul des valeurs fixes de Kleinlogel
 

$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$	$J_1$ désignant l'inertie de la traverse
$N = 2k + 3$	
- 5) Calcul des moments, réactions et poussées suivant les formules de Kleinlogel et d'après les cas de charge.

Exemple numérique

Portiques selon figure 4, supportant une toiture (dalle B.A. 12 cm). — Entre axes portiques 4,10 m.

- 1)  $\rho_1 = \frac{d}{a} = \frac{90 - 30}{30} = 2$ .
- 2)  $\varphi_1(\rho_1) = \varphi(2) = 12,72$ .
- 3)  $J_1 = \frac{25 \times 30^3}{12} \times 12,72 \quad J_1 = 715\,300 \text{ cm}^4$ .
- 4) Largeur utile de la dalle  $b = b_0 + 20d$   
(norme 162 — article 11)  
 $b = 2,65 \text{ m} \quad (\text{Figure 4 b.})$   
 $J_2 = 2\,945\,000 \text{ cm}^4$   
 $k = 1,72$   
 $N = 6,44$
- 5) Cas de charge répartie :  
4,10 m<sup>2</sup>/m<sup>1</sup> de dalle :  
poids propre (épr. 12) . . . . . 300 kg/m<sup>2</sup>  
étanchéité-protection . . . . . 100 kg/m<sup>2</sup>  
neige . . . . . 100 kg/m<sup>2</sup>  
500 kg/m<sup>2</sup>  
  
4,10 × 500 . . . . . 2050 kg/m<sup>1</sup>  
poids traverse (25 × 73) . . . . . 450 kg/m<sup>1</sup>  
agrès appareils (salle de gymnastique) . . . . . 100 kg/m<sup>1</sup>  
 $q = \underline{\underline{2600 \text{ kg/m}^1}}$

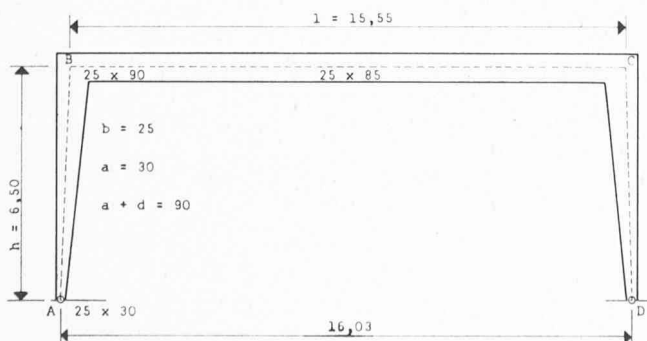


Fig. 4.

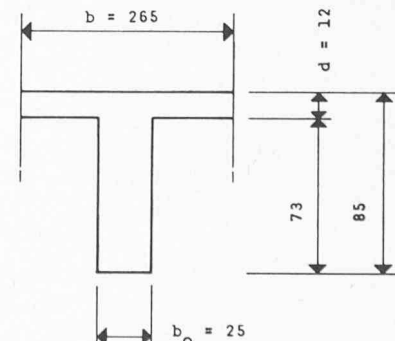


Fig. 4 b.

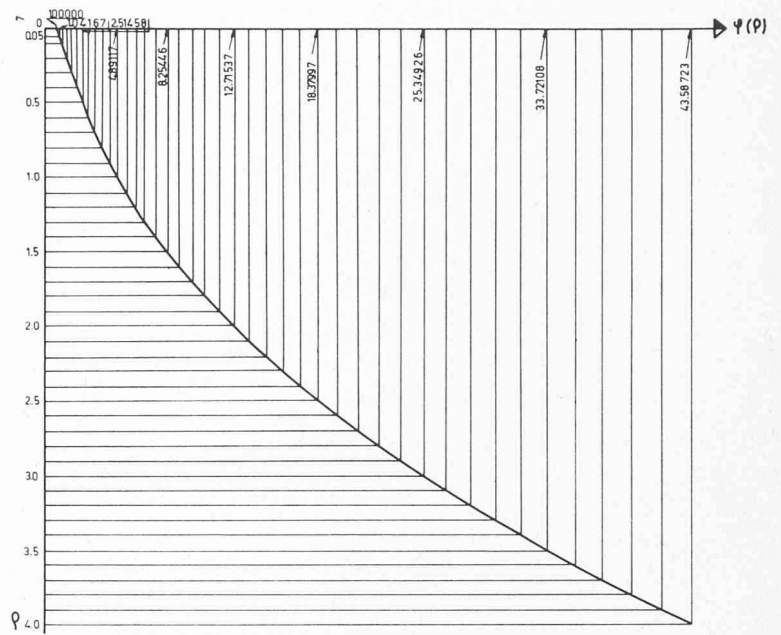


Fig. 3 a. — Courbe représentative des variations de la fonction  $\varphi(\rho)$   $0 < \rho < 4$ .

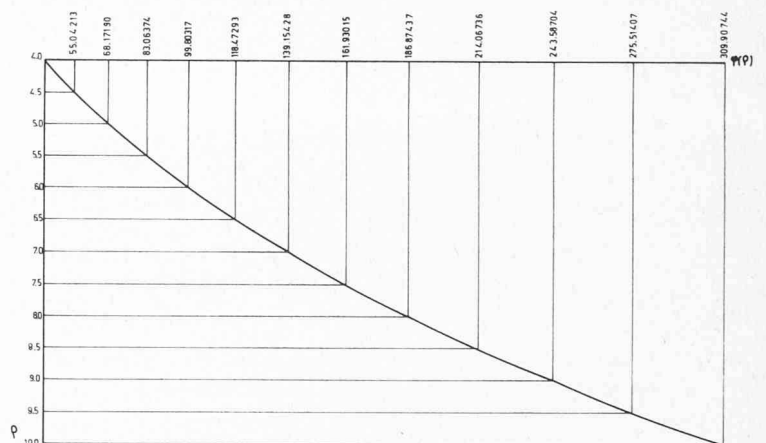


Fig. 3 b. — Courbe représentative des variations de la fonction  $\varphi(\rho)$   $4 < \rho < 10$ .

Moment d'encastrement traverse-poteaux :

$$M_B = M_C = -\frac{ql^2}{4N}$$

$$M_B = M_C = -24\,500 \text{ kgm}$$

Poussée maximum en pied des poteaux :

$$H_A = H_D = -\frac{M_B}{h}$$

$$H_A = H_D = 3800 \text{ kg}$$

Moment positif maximum dans la travée :

$$M = \frac{ql^2}{8} + M_B$$

$$M = 53\,500 \text{ kgm}$$

Courbe des moments : voir figure 5.

Esquisse d'une généralisation

Reprenons la formule générale

$$J = \frac{h^3}{3} \int_0^h \frac{x^2}{I(x)} dx.$$

L'inertie moyenne équivalente  $J$  pourra se calculer pour différents cas de lois de variation d'inertie des poteaux en fonction d'un paramètre  $\sigma$  convenablement choisi de cas en cas et à condition que l'expression

$$\int_0^h \frac{x^2}{I(x)} dx \text{ soit intégrable.}$$

$J$  pourra alors s'exprimer sous la forme

$$J = \frac{ba^3}{12} \Phi(\sigma),$$

$\frac{ba^3}{12}$  désignant l'inertie de la section de base du poteau au droit de l'articulation et  $\Phi(\sigma)$  une fonction du paramètre choisi.

Les valeurs de la fonction  $\Phi(\sigma)$  pourront figurer dans un tableau ou sur une courbe représentative.

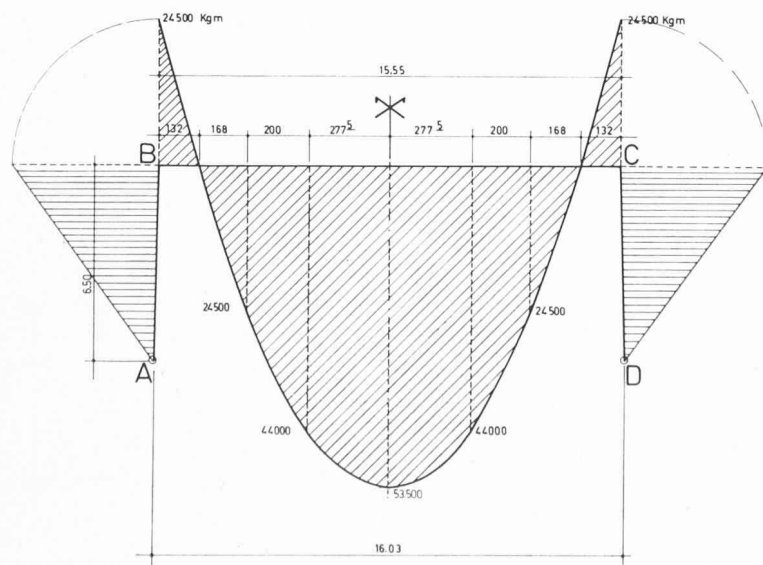


Fig. 5.

Exemple

Poteaux avec une hauteur de section constante et une largeur variant linéairement (figures 6).

$$I(x) = b(x) \frac{a^3}{12}$$

En posant  $\sigma = \frac{e}{b}$   $b(x) = b\left(1 + \sigma \frac{x}{h}\right)$

$$J = \frac{ba^3}{12} \frac{h^3}{3} \int_0^h \frac{x^2}{1 + \sigma \frac{x}{h}} dx.$$

Procédons au changement de variable défini par :

$$1 + \sigma \frac{x}{h} = X$$

soit  $x = (X - 1) \frac{h}{\sigma}$

$$dx = \frac{h}{\sigma} dX$$

$$\int_0^h \frac{x^2}{1 + \sigma \frac{x}{h}} dx = \frac{h^3}{\sigma^3} \int_1^{1+\sigma} \frac{(X-1)^2}{X} dX$$

$$= \frac{h^3}{\sigma^3} \int_1^{1+\sigma} \left(X - 2 + \frac{1}{X}\right) dX$$

$$= \frac{h^3}{\sigma^3} \left[ LX + \frac{X^2 - 4X}{2} \right]_1^{1+\sigma}$$

$$= \frac{h^3}{\sigma^3} \left[ L(1 + \sigma) + \frac{\sigma^2}{2} - \sigma \right]$$

d'où  $J = \frac{ba^3}{12} \frac{\sigma^3}{3 \left[ L(1 + \sigma) + \frac{\sigma^2}{2} - \sigma \right]}$

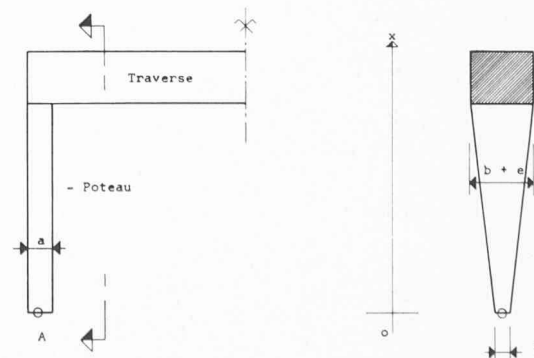


Fig. 6.

Tableau des valeurs de la fonction  $\Phi(\rho)$

$\rho$	$\Phi(\rho)$	$\rho$	$\Phi(\rho)$	$\rho$	$\Phi(\rho)$	$\rho$	$\Phi(\rho)$
0,00	1,00000	3,1	26,90856	6,1	103,38088	9,1	249,77908
0,05	1,04167	3,2	28,52393	6,2	107,03530	9,2	256,06735
0,1	1,23457	3,3	30,19814	6,3	110,76868	9,3	262,45008
0,2	1,51515	3,4	31,92955	6,4	114,58044	9,4	268,93318
0,3	1,81452	3,5	33,72108	6,5	118,47293	9,5	275,51407
0,4	2,14621	3,6	35,57182	6,6	122,44710	9,6	282,19084
0,5	2,51458	3,7	37,48243	6,7	126,49910	9,7	288,96963
0,6	2,91616	3,8	39,45525	6,8	130,63612	9,8	295,84952
0,7	3,35485	3,9	41,49023	6,9	134,85425	9,9	302,82855
0,8	3,82918	4,0	43,58723	7,0	139,15428	10,0	309,90744
0,9	4,34084						
1,0	4,89117						
1,1	5,48210	4,1	45,74878	7,1	143,54048		
1,2	6,11205	4,2	47,97482	7,2	148,00857		
1,3	6,73988	4,3	50,26426	7,3	152,56287		
1,4	7,49788	4,4	52,62072	7,4	157,20249		
1,5	8,25446	4,5	55,04213	7,5	161,93015		
1,6	9,05514	4,6	57,53127	7,6	166,74112		
1,7	9,90125	4,7	60,08797	7,7	171,64185		
1,8	10,79280	4,8	62,71414	7,8	176,62941		
1,9	11,73020	4,9	65,40743	7,9	181,70658		
2,0	12,71537	5,0	68,17190	8,0	186,87427		
2,1	13,74872	5,1	71,00737	8,1	192,13132		
2,2	14,83091	5,2	73,91357	8,2	197,47855		
2,3	15,96279	5,3	76,89134	8,3	202,91677		
2,4	17,14605	5,4	79,94152	8,4	208,44684		
2,5	18,37997	5,5	83,06374	8,5	214,06736		
2,6	19,66589	5,6	86,26261	8,6	219,78362		
2,7	21,00528	5,7	89,53399	8,7	225,59430		
2,8	22,39840	5,8	92,88128	8,8	231,49556		
2,9	23,84626	5,9	96,46282	8,9	237,49524		
3,0	25,34926	6,0	99,80317	9,0	243,58704		

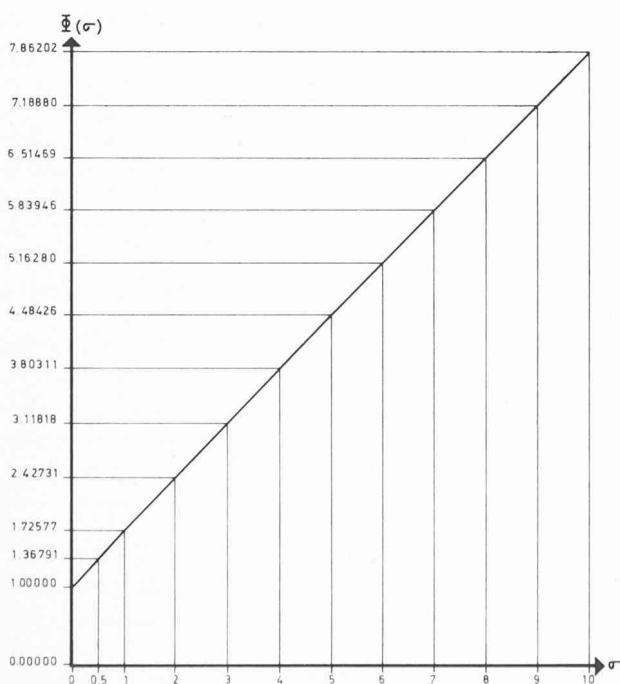


Fig. 7. — Courbe représentative des variations de la fonction  $\Phi(\sigma)$ .

TABLEAU DES VALEURS DE LA FONCTION  $\Phi(\sigma)$

$\sigma$	$\Phi(\sigma)$
0,0	1,00000
0,1	1,07527
0,2	1,14943
0,5	1,36791
1	1,72577
2	2,42731
3	3,11818
4	3,80311
5	4,48426
6	5,16280
7	5,83946
8	6,51469
9	7,18880
10	7,86202

$$J = \frac{ba^3}{12} \Phi(\sigma)$$

$$\text{avec } \Phi(\sigma) = \frac{\sigma^3}{3 \left[ L(1 + \sigma) + \frac{\sigma^2}{2} - \sigma \right]}$$

Le tableau ci-dessus donne quelques valeurs de la fonction  $\Phi(\sigma)$ .

La figure 7 représente la courbe représentative des variations de cette fonction.