
Norme internationale



7189

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Engins de manutention continue — Transporteurs à tablier articulé — Règles pour le calcul

Continuous mechanical handling equipment — Apron conveyors — Design rules

Première édition — 1983-12-15

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7189:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f5730ad-89ac-47eb-bb8d-04d41f55073c/iso-7189-1983)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f5730ad-89ac-47eb-bb8d-04d41f55073c/iso-7189-1983>

CDU 621.867.152.5

Réf. n° : ISO 7189-1983 (F)

Descripteurs : matériel de manutention de matériaux, manutention continue, transporteur à palettes, symbole, formule.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 7189 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 101, *Engins de manutention continue*, et a été soumise aux comités membres en février 1981.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée:

[ISO 7189:1983](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f5730ad-89ac-47eb-bb8d-04d41f55073c/iso-7189-1983>

Autriche	Finlande	Royaume-Uni
Belgique	France	Suède
Brésil	Norvège	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. de	Pays-Bas	URSS
Corée, Rép. dém. p. de	Pologne	
Égypte, Rép. arabe d'	Roumanie	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques:

Allemagne, R.F.

Engins de manutention continue – Transporteurs à tablier articulé – Règles pour le calcul

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

1 Objet

La présente Norme internationale établit une méthode de calcul des transporteurs à tablier articulé.

b) Transporteurs à palettes plates ou courbes 2.14.081

c) Transporteurs à palettes avec joues 2.14.082

d) Transporteurs à palettes avec joues et cloison arrière 2.14.083

2 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux transporteurs à tablier articulé utilisés pour le transport de matériaux en vrac ou de charges isolées.¹⁾

e) Transporteurs à palettes métalliques ou en bois 2.21.04
+ 2.21.041
+ 2.21.042

f) Carrousels à palettes ou à plateaux porteurs 2.21.07

Elle concerne les appareils suivants :

N° réf. (ISO 2148)

3 Référence

a) Transporteurs à palettes métalliques 2.14.08

ISO 2148, *Engins de manutention continue – Nomenclature.*

1) Les règles de calcul restent valables si l'on utilise des chaînes «marines» au lieu de chaînes à maillons plats.

4 Symboles et unités

Symbole	Désignation	Unité
a	distance (pas) entre caissons	m
a_{St}	distance moyenne des charges isolées	m
A	section de remplissage	m ²
A_{th}	section théorique de remplissage	m ²
b	largeur de déversement	m
b_1	espace ouvert de goulotte	m
B	largeur du transporteur	m
c	coefficient de frottement du rail de guidage	—
e	bras de levier du frottement roulant	mm
f	coefficient fictif de frottement	—
F_{dyn}	force de traction dynamique des chaînes	N
F_H	résistance principale	N
F_K	force maximale de traction des chaînes	N
F_{K1}	force maximale de traction des chaînes en service nominal	N
F_{K2}	force maximale de traction des chaînes au démarrage	N
F_N	résistance secondaire	N
F_R	résistance due au frottement	N
F_S	résistance spéciale	N
F_{St}	résistance due à l'inclinaison	N
F_U	force périphérique aux roues d'entraînement	N
F_V	force de tension initiale par brin	N
g	accélération de la pesanteur	m/s ²
h	hauteur de remplissage	m
h_1	hauteur de la section de transport	m
h_2	hauteur de la cloison transversale du caisson	m
h_B	hauteur des cloisons latérales de l'auge ou du caisson	m
H	hauteur de transport (ascendante positive, descendante négative)	m
k	facteur de réduction pour tenir compte de l'inclinaison du transporteur	—
l	longueur de transport entre les guidages	m
L	entr'axe du transporteur	m

Symbole	Désignation	Unité
L_1	longueur de chargement du transporteur	m
m_{St}	masse moyenne des charges isolées	kg
N	nombre de dents de la roue à chaîne	—
P_A	puissance d'entraînement à la (aux) roue(s) à chaîne	W
P_{Mot}	puissance du moteur	W
q_m	débit-masse	kg/s
q_{St}	débit charges isolées	unités/s
q_V	débit-volume	m ³ /s
r	rayon de l'axe des rouleaux porteurs, mobiles ou fixes	mm
R	rayon extérieur des rouleaux porteurs, mobiles ou fixes	mm
t	pas de la chaîne	m
v	vitesse de transport (vitesse de la chaîne)	m/s
V	volume de remplissage d'un caisson individuel	m ³
V_{th}	volume théorique de remplissage d'un caisson	m ³
β	angle maximal de talus du matériau en vrac	—
β_{dyn}	angle dynamique de talus du matériau en vrac	—
δ	angle d'inclinaison du transporteur	—
η_{ges}	rendement entre moteur et roue	—
μ_W	valeur du frottement entre matériau transporté et cloison de goulotte	—
μ_Z	coefficient de frottement des paliers	—
ρ	masse volumique de déversement du matériau transporté	kg/m ³
ρ_{TG}	masse linéique du matériau transporté (charge par section)	kg/m
ρ_{TK}	masse linéique du tablier, avec chaînes, rouleaux mobiles et rouleaux d'entraînement	kg/m
ρ_{Ro}	masse linéique des rouleaux fixes supérieurs	kg/m
ρ_{Ru}	masse linéique des rouleaux fixes inférieurs	kg/m
φ	facteur de remplissage	—
ω	vitesse angulaire de la roue à chaîne	rad/s

5 Débit du matériau transporté

5.1 Débit-volume en transport continu de matériaux en vrac (pour transporteurs à tablier articulé à palettes plates, transporteurs à tablier articulé à palettes courbes avec joues)

Le débit-volume q_V est le produit de la vitesse de transport v par la section de remplissage A

$$q_V = vA \quad \dots (1)$$

5.2 Débit-volume en transport pulsatoire de matériaux en vrac (transporteurs à tablier articulé à palettes courbes avec joues et cloison arrière)

Le débit-volume q_V est le produit du volume de remplissage, V , de chaque caisson individuel par le quotient de la vitesse de transport, v , par la distance a séparant les caissons :

$$q_V = V \frac{v}{a} \quad \dots (2)$$

5.3 Débit du matériau transporté en transport de charges isolées

Le débit de charges isolées, q_{St} , est égal au quotient de la vitesse v de transport par la distance moyenne, a_{St} , séparant les charges isolées :

$$q_{St} = \frac{v}{a_{St}}$$

5.4 Débit-masse

Le débit-masse q_m est le produit du débit-volume, q_V , par la masse volumique de déversement, ρ , ou du débit des charges isolées par le poids des charges isolées :

$$q_m = q_V \rho \quad \text{pour le transport de matériaux en vrac} \quad \dots (4)$$

$$q_m = q_{St} m_{St} \quad \text{pour le transport de charges isolées} \quad \dots (5)$$

5.5 Section de remplissage et volume de remplissage pour le transport de matériaux en vrac

Pour le transport horizontal, les sections de remplissage théoriquement admissible A_{th} ou les volumes de remplissage V_{th} pour les différentes formes de construction, résultent des dimensions géométriques des organes porteurs et des propriétés de talus du produit en vrac.

En exploitation pratique, ces valeurs ne sont cependant pas atteintes en permanence car on ne charge pas un transporteur complètement et régulièrement de façon permanente. L'influence du chargement incomplet ou irrégulier est prise en considération par le facteur de remplissage, φ .

En cas de transport ascendant ou descendant, le remplissage possible du transporteur est réduit par l'inclinaison. Il est tenu compte de cette influence d'inclinaison par le facteur de réduction, k , dépendant de l'angle d'inclinaison, δ .

5.5.1 Section de remplissage du transporteur à tablier articulé à palettes plates

La section théorique de remplissage se présente comme un triangle isocèle (voir figure 1) dont la base b (largeur de déversement) est un peu plus petite que la largeur B du tablier et dont les angles de base sont égaux à l'angle dynamique du talus, β_{dyn} , du matériau en vrac.

Le transport de matériaux en vrac sur les transporteurs à tablier articulé à palettes plates suivant la figure 1 est limité à des cas rares.

$$\text{Avec } b = 0,9B - 0,05 \quad \dots (6)$$

on obtient

$$A_{th} = \frac{b^2}{4} \tan \beta_{dyn} \quad \dots (7)$$

$$\text{et } A = k \varphi \frac{b^2}{4} \tan \beta_{dyn} \quad \dots (8)$$

A_{th} et A étant exprimés en mètres carrés.

L'angle de talus dynamique peut, dans le cas normal, être introduit pour une valeur égale à la moitié de l'angle de talus β .

Les transporteurs à tablier articulé à palettes plates qui transportent le matériau en vrac le long des cloisons latérales de goulottes (par exemple transporteurs à tablier articulé à palettes plates comme installations de soutirage de silos) peuvent atteindre des sections de transport considérablement plus importantes, selon l'espace ouvert de goulotte b_1 , et la hauteur h_1 de la section de transport (voir figure 3)

$$A \approx k A_{th} = k b_1 h_1 \quad \dots (9)$$

5.5.2 Section de remplissage du transporteur à tablier articulé à palettes courbes avec joues

La section théorique de remplissage se compose d'un rectangle de largeur B et de hauteur de remplissage h , ainsi que d'un triangle de base B et d'angles de base β_{dyn} (voir figure 2).

$$\text{Avec } h = h_B - 0,05 \quad \dots (10)$$

on obtient :

$$A_{th} = B h + \frac{B^2}{4} \tan \beta_{dyn} \quad \dots (11)$$

$$\text{et } A = \varphi \left[h B + k \frac{B^2}{4} \tan \beta_{dyn} \right] \quad \dots (12)$$

A_{th} et A étant exprimés en mètres carrés.

5.5.3 Section de remplissage ou volume de remplissage pour le transporteur à tablier articulé à palettes courbes avec joues et cloison arrière

Si l'angle d'inclinaison δ est plus petit que l'angle maximum de talus β , on peut tenir compte de la section de remplissage telle

qu'elle résulte du transporteur à tablier articulé à palettes courbes avec joues (pour $\delta = \beta$, $k = 0$).

Si l'angle d'inclinaison δ est plus grand que l'angle maximum de talus β , il faut tenir compte du volume de remplissage du caisson (voir figure 4) qui résulte de :

$$V_{th} = B \left[a h_2 - \frac{a^2 \tan(\delta - \beta)}{2} \right] \quad \dots (13)$$

et

$$V = \varphi B \left[a h_2 - \frac{a^2 \tan(\delta - \beta)}{2} \right] \quad \dots (14)$$

5.5.4 Facteur de remplissage et facteur de réduction

Le facteur de remplissage φ dépend des propriétés du matériau en vrac considéré et particulièrement des conditions d'alimentation du transporteur à tablier articulé.

Il se situe en général dans la zone de 0,5 à 1 et doit, dans les cas particuliers, être estimé.

Des valeurs du facteur de réduction k sont données au tableau 1.

5.6 Vitesse de transport

La vitesse de transport, v , est identique à la vitesse de la chaîne. Il est recommandé de ne pas la choisir trop élevée afin de maintenir dans les limites supportables la sollicitation dynamique et les taux d'usure et le développement de bruit qui y sont liés.

Pour des pas de chaînes jusqu'à 200 mm et dans le cas d'un nombre de dents supérieur à 10 (voir chapitre 8, F_{dyn}), on admettra comme limite supérieure de v :

$$v \approx 0,6 \text{ à } 0,8 \text{ m/s}$$

dans le cas de chaînes à maillons plats, et

$$v \approx 1,2 \text{ à } 1,5 \text{ m/s}$$

dans le cas de chaînes marines.

Pour les transporteurs à tablier articulé normaux, les vitesses de travail sont en général inférieures.

Pour le transport de charges isolées, les vitesses usuelles ne dépassent pas 0,4 m/s.

6 Résistances dues au mouvement

La force périphérique F_U à transmettre par les roues motrices sur la(les) chaîne(s) est en équilibre avec les résistances dues au frottement et à l'inclinaison, F_R et F_{St}

$$F_U = F_R + F_{St} \quad \dots (15)$$

6.1 Résistance due à l'inclinaison

La résistance due à l'inclinaison, F_{St} , résulte de la hauteur du transport, H , et de la charge par section, ϱ_{IG} , du matériau transporté, compte tenu de l'accélération de la pesanteur g :

$$F_{St} = H \varrho_{IG} g \quad \dots (16)$$

Dans le cas de transport descendant, H et F_{St} deviennent négatifs, c'est-à-dire que F_{St} agit en sens contraire de F_R . Dans des cas extrêmes, F_U peut alors devenir également négatif, c'est-à-dire que le transporteur ne doit pas être actionné, mais freiné.

La charge par section, ϱ_{IG} , du matériau transporté se calcule à partir du débit massique, q_m , et de la vitesse de transport, v :

$$\varrho_{IG} = \frac{q_m}{v} \quad \dots (17)$$

de façon que s'applique également :

$$F_{St} = \frac{H q_m g}{v} \quad \dots (18)$$

6.2 Résistances dues au frottement

L'ensemble de la résistance due au frottement F_R se compose de différentes résistances partielles dues au frottement

$$F_R = F_H + F_N + F_S \quad \dots (19)$$

6.2.1 Résistance principale, F_H

La résistance principale F_H résulte des mouvements de marche des brins supérieur et inférieur, sur le parcours de transport et de retour. Elle est calculée comme produit de l'ensemble de la force normale efficace et d'un coefficient fictif de frottement, f , y afférent :

$$F_H = f g \left[L (\varrho_{IRo} + \varrho_{IRu} + 2 \varrho_{IK} \cos \delta) + L_1 \varrho_{IG} \cos \delta \right] \quad \dots (20)$$

La longueur L_1 du tronçon de transport chargé peut être généralement introduite pour une valeur égale à l'entraxe L du transporteur.

Pour $\delta < 15^\circ$ on peut poser : $\cos \delta = 1$

Le coefficient fictif de frottement, f , peut être estimé d'après le tableau 2 ou calculé approximativement par l'intermédiaire du frottement roulant et du frottement dans les paliers, qui se produisent dans les rouleaux supports ou dans les galets :

$$f = c \left(\frac{e + \mu_z r}{R} \right) \quad \dots (21)$$

Le bras de levier, e , du frottement roulant est, pour le présent appariement des matériaux acier/acier et pour une surface propre, environ de $e = 0,5$ mm.

Des valeurs du coefficient de frottement dans les paliers, μ_z , sont données dans le tableau 3.

Le coefficient c tient compte des frottements dus au rail de guidage (sur l'épaulement des galets ou sur les bourrelets). Il est toujours plus grand que 1 et se situe généralement entre 1,1 et 1,2.

6.2.2 Résistance secondaire (ou auxiliaire), F_N

La résistance F_N est provoquée par le frottement dans les articulations de chaînes, ainsi qu'entre les chaînes et les roues à chaîne pendant le passage des chaînes sur les roues à chaîne, dans les paliers des roues à chaîne et, le cas échéant, par le frottement sur les installations de déviation de chaîne. Elle est, en général, relativement faible dans le cas des transporteurs à tablier articulé avec rouleaux mobiles, et peut être prise en considération sous forme d'une majoration :

$$F_N \approx 0,05 F_H \text{ à } 0,1 F_H \quad \dots (22)$$

Dans le cas des transporteurs à tablier articulé avec rouleaux fixés à l'ossature, le frottement dans les articulations des chaînes devient grand et la résistance F_N peut, suivant la construction et l'espacement des rouleaux, devenir importante et atteindre le même ordre de grandeur que la résistance principale, F_H .

6.2.3 Résistance spéciale F_S

La résistance spéciale, F_S , se produit lorsque le matériau transporté est appelé à se mouvoir le long des cloisons latérales de goulottes fixes ou de dispositifs de guidage des produits.

Elle peut être calculée pour le transport des matériaux en vrac par la formule

$$F_S = \mu_W \frac{q_V^2 \rho g l}{v^2 b_1^2} \quad \dots (23)$$

Cette formule est basée sur les deux hypothèses suivantes :

- la section du matériau transporté est rectangulaire (voir figure 3),
- le frottement interne du matériau en mouvement est négligeable.

Le coefficient de frottement, μ_W , entre le matériau transporté et la cloison de goulotte dépend de la nature des deux matériaux. Il est habituellement de l'ordre de $\mu_W \approx 0,5$ à $0,7$.

7 Puissance motrice nécessaire

La puissance motrice, P_A , sur la(les) roue(s) à chaîne est donnée par la formule

$$P_A = F_U v \quad \dots (24)$$

La puissance du moteur est définie par la formule

$$P_{\text{Mot}} = \frac{P_A}{\eta_{\text{ges}}} \quad \dots (25)$$

Le rendement η_{ges} entre le moteur et la(les) roue(s) à chaîne dépend de la conformation de l'ensemble de la commande.

8 Force de tension de la chaîne

La force de tension de la chaîne se compose de la force périphérique, F_U , de la force descensionnelle due au poids propre de la chaîne, de la force de tension initiale, F_V , par brin, nécessaire dans certains cas pour des raisons d'exploitation et d'une force superposée de tension dynamique de chaîne, F_{dyn} , résultant de l'effet de polygone du mouvement de chaîne.

Au fonctionnement nominal en charge s'applique la formule

$$F_{K1} = F_U + \rho_{IK} g H + F_V \pm F_{\text{dyn}} \quad \dots (26)$$

La force de tension initiale F_V sert à maintenir la chaîne tendue et doit être choisie de sorte que la chaîne ne forme pas «chaîne molle» en quittant la roue à chaîne d'entraînement, ce qui pourrait conduire à des dérangements.

La force dynamique de tension de la chaîne résulte de la masse en mouvement et de l'accélération maximale manifeste de la chaîne, soit :

$$F_{\text{dyn}} = \frac{\omega^2 t}{2} (2 L \rho_{IK} + L_1 \rho_{IG}) \quad \dots (27)$$

Afin que la force dynamique de tension de chaîne demeure réduite, il y a lieu de s'efforcer de choisir un petit pas de chaîne, t , et une petite vitesse angulaire

$$\omega = \frac{2 \pi v}{t N} \text{ des roues à chaîne} \quad \dots (28)$$

où

t est le pas de la chaîne;

N est le nombre de dents de la roue à chaîne.

Pour l'état de démarrage, la force de tension de chaîne, F_{K2} , résulte du couple de démarrage du moteur et de la somme de toutes les masses à accélérer. F_{K2} est plus grand que F_{K1} , mais ne se produit que pendant de courtes périodes.

Selon la conformation de la commande, il y a lieu de tenir compte, lors du choix de la chaîne, de la force de démarrage, F_{K2} . Son calcul précis est superflu dans quelques cas.

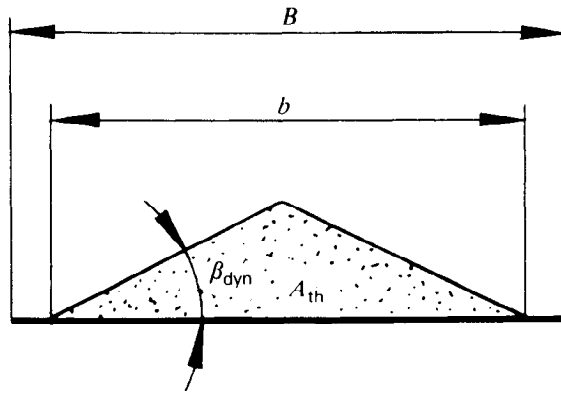


Figure 1

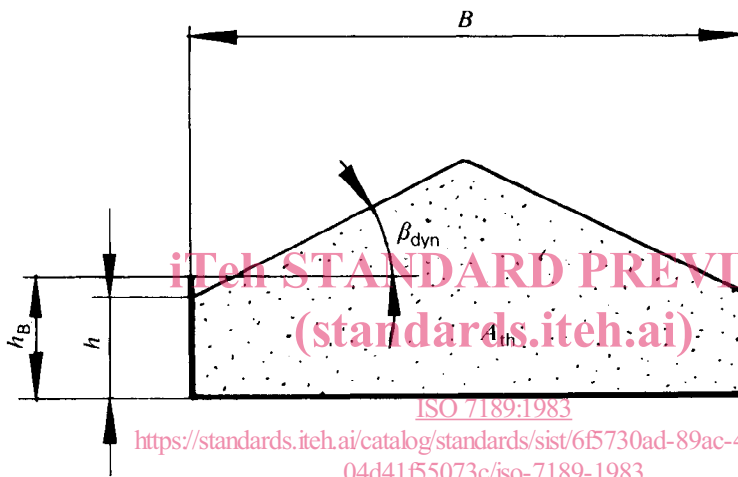


Figure 2

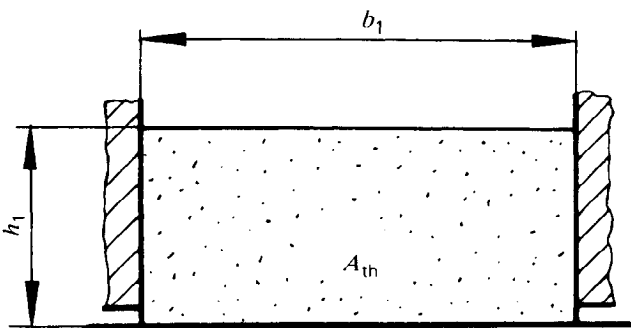


Figure 3

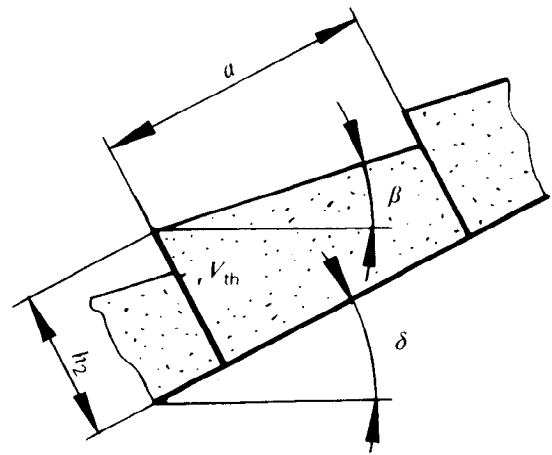


Figure 4

Tableau 1

Angle d'inclinaison, θ°	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Facteur de réduction, k	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81	0,76	0,71

Tableau 2

Conditions de fonctionnement	Coefficient fictif de frottement, f	
	Rouleaux porteurs ou galets à palier lisse	à roulement
favorable	0,06 ... 0,08	0,02
normal	0,08 ... 0,10	0,03
défavorable	0,10 ... 0,13	0,045

Tableau 3

Logement des paliers/ graissage	Coefficient de frottement des paliers, μ_z
paliers lisses avec graissage régulier	0,10 — 0,20
paliers lisses avec graissage irrégulier	0,15 — 0,25
roulements (y compris étanchéité) selon les conditions d'utilisation	0,01 — 0,045

<https://standards.iteh.ai/standards/sist/6f5730ad-89ac-47eb-bb8d-04d41f55073c/iso-7189-1983>