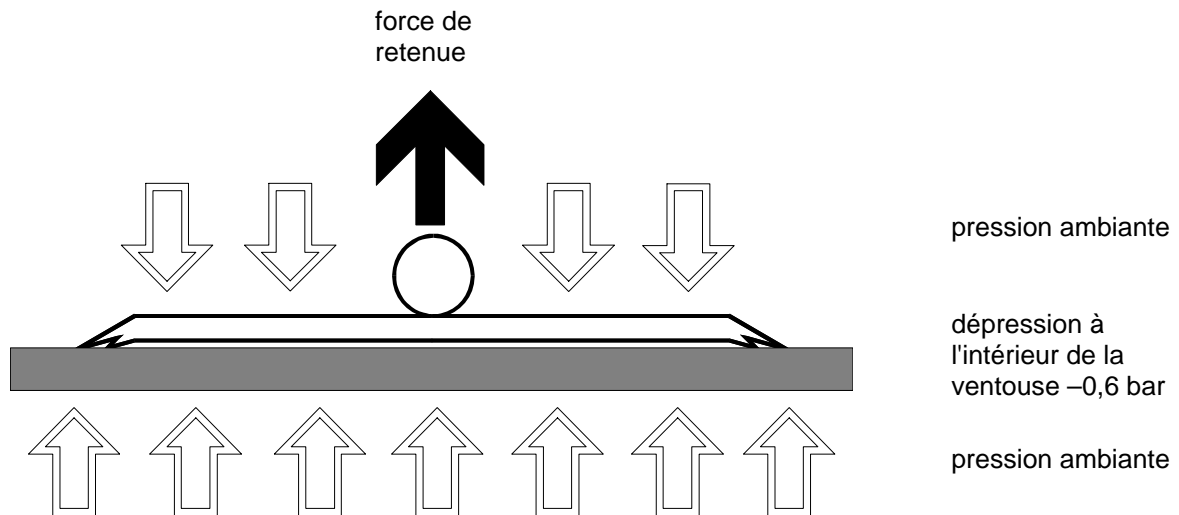


De quelle manière la ventouse parvient-elle à tenir un objet ?

La capacité de levage des ventouses est uniquement engendrée par la différence de pression entre la pression de l'air ambiant et la dépression à l'intérieur de la ventouse. S'il n'y a pas de différence de pression, la ventouse n'a pas de force de retenue.



Plus la différence est importante, plus la capacité de charge de la ventouse est élevée.

Influence de la pression ambiante

En même temps, cela signifie que si la pression ambiante baisse, la capacité de charge de la ventouse diminue également. Ceci est important en cas d'utilisation de l'appareil en hauteur ; la force de retenue diminue alors. Ceci s'explique par le fait que la pression ambiante diminue en fonction de la hauteur et par conséquent la force exercée sur une surface aussi.

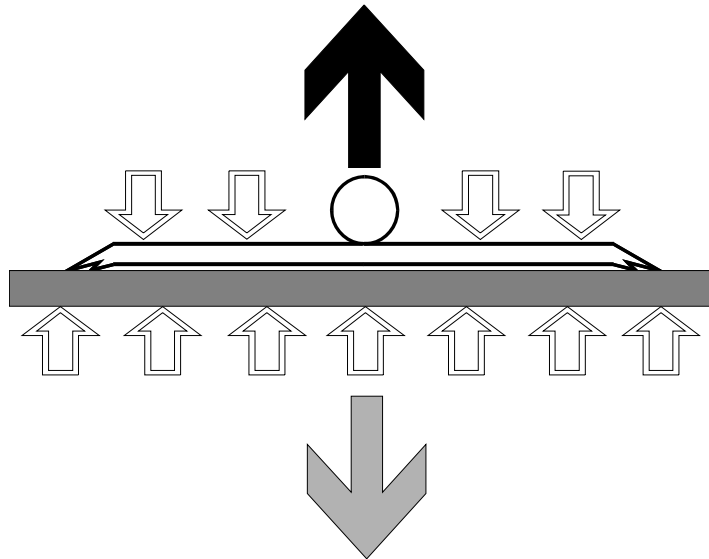
À hauteur de la mer, la pression atmosphérique est de 1013 mbars. Tous les 100 m de décalage entraînent une réduction d'environ 12,5 mbars. En un mot : si une ventouse lève une charge de 100 kg à hauteur de la mer, la charge ce sera plus que de 90 kg à une hauteur de 1000 m.

Influence de la pression atmosphérique par rapport à la hauteur (atmosphère normalisée)	
Hauteur en mètres	Pression en mbar
0	1013,25
100	1001,3
200	989,5
400	966,1
600	943,2
800	920,8
1000	898,8
1200	877,2
1400	856,0
1600	835,3
1800	814,9
2000	795,0

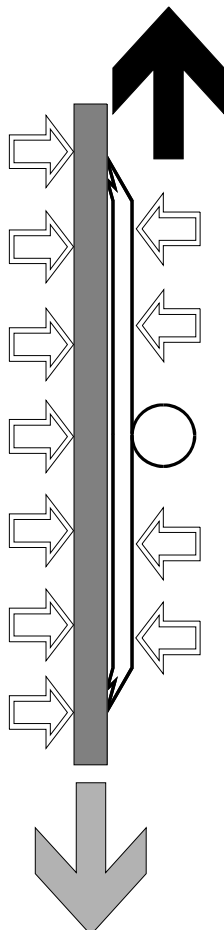
Influence de la surface de la ventouse

La force de retenue de la ventouse ne dépend pas uniquement de la différence de pression entre la pression ambiante et la dépression à l'intérieur de la ventouse, mais également de la surface de la ventouse. La force de pression de la pression ambiante s'exerce sur la surface, par conséquent: Plus la surface utile est grande, plus la force de pression totale est élevée.

Influence du sens de la sollicitation



Dans le sens horizontal, la ventouse ne peut, en cas de sursollicitation, que se rompre et non pas glisser (tomber en glissant). Dans ce sens de sollicitation, il est possible de solliciter la ventouse au maximum puisqu'elle ne risque pas de glisser. D'un point de vue purement théorique, la force de retenue est obtenue par le produit surface x dépression. Si cette valeur est dépassée, la ventouse se rompt et l'on parle alors de force d'arrachement.



Dans le sens vertical, la ventouse peut, en cas de sursollicitation, glisser le long de la surface avant qu'elle ne se détache de la surface. Dans ce cas, la valeur de frottement entre la ventouse et le panneau est prise en compte. De manière générale, la force de retenue est nettement plus faible dans le sens vertical que dans le sens horizontal. Si cette force de retenue est dépassée, la ventouse glisse lentement et l'on parle alors de force de glissement.

Autres facteurs importants

- Propriété de surface du matériau
- Encrassement du matériau et des ventouses
- Perméabilité du matériau à l'air
- Température ambiante
- Température du matériau
- Résistance du matériau à la flexion

Coefficient de sécurité

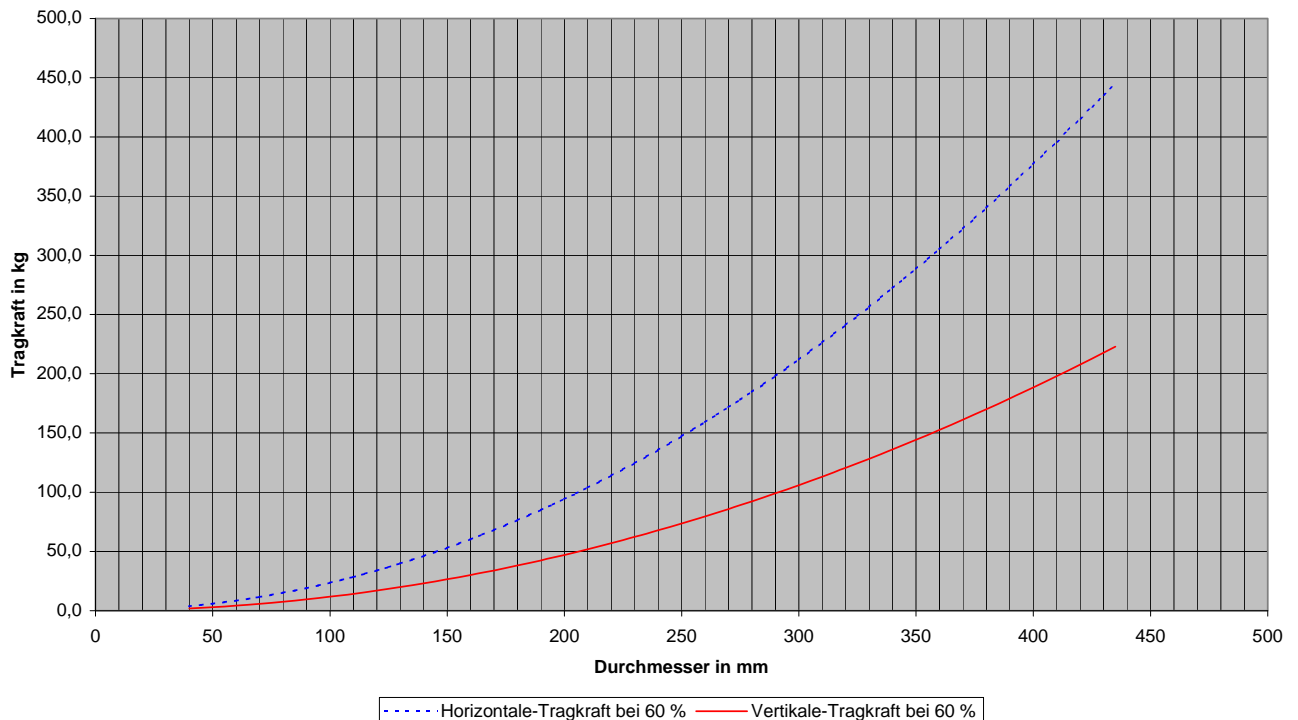
Le coefficient de sécurité 2 est exigé par la norme européenne DIN EN 13155 pour la force de glissement et la force d'arrachement. Pour la force de glissement, tenir compte du coefficient de frottement μ .

Quelle est la valeur de la capacité de levage de la ventouse?

Le graphique ci-après représente la capacité de levage par rapport au diamètre et tient compte des points suivants.

- La capacité de levage en procédant aux calculs avec un coefficient de sécurité 2 pour la force d'arrachement horizontale et aussi pour la force de glissement verticale.
- On part d'un coefficient de frottement μ de 0,5. Ceci est une valeur courante pour les surfaces lisses telles que le verre et les métaux. Pour les autres, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser une autre valeur.
- Utilisation à une hauteur de 100 mètres.
- Vide atteint à l'intérieur de la ventouse: $-0,6$ bar.

Abhängigkeit der Tragkraft



Méthode de calcul:

$$\frac{\text{capacité horizontale de levage}}{\text{-----}} = \frac{\text{surface utile} \times \text{dépression effective}}{\text{Coefficient de sécurité}}$$

$$\frac{\text{capacité verticale de levage}}{\text{-----}} = \frac{\text{surface utile} \times \text{dépression effective} \times \text{coefficient de frottement}}{\text{Coefficient de sécurité}}$$

Capacité de charge des ventouses

Les valeurs de la capacité de levage théorique figurent également dans le tableau ci-dessous.

La capacité de levage théorique est indiquée pour différentes valeurs du vide en fonction du diamètre ou de la surface utile de la ventouse. Les autres facteurs ne sont pas pris en compte lors du calcul de la capacité de levage.

Diamètre en mm	Surface en cm ²	Capacité de levage en kg					
		horizontale			verticale		
		0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
40	13	3,8	4,4	5,0	1,9	2,2	2,5
45	16	4,8	5,6	6,4	2,4	2,8	3,2
50	20	5,9	6,9	7,9	2,9	3,4	3,9
55	24	7,1	8,3	9,5	3,6	4,2	4,8
60	28	8,5	9,9	11,3	4,2	4,9	5,7
65	33	10,0	11,6	13,3	5,0	5,8	6,6
70	38	11,5	13,5	15,4	5,8	6,7	7,7
75	44	13,3	15,5	17,7	6,6	7,7	8,8
80	50	15,1	17,6	20,1	7,5	8,8	10,1
85	57	17,0	19,9	22,7	8,5	9,9	11,3
90	64	19,1	22,3	25,4	9,5	11,1	12,7
95	71	21,3	24,8	28,4	10,6	12,4	14,2
100	79	23,6	27,5	31,4	11,8	13,7	15,7
105	87	26,0	30,3	34,6	13,0	15,2	17,3
110	95	28,5	33,3	38,0	14,3	16,6	19,0
115	104	31,2	36,4	41,5	15,6	18,2	20,8
120	113	33,9	39,6	45,2	17,0	19,8	22,6
125	123	36,8	43,0	49,1	18,4	21,5	24,5
130	133	39,8	46,5	53,1	19,9	23,2	26,5
135	143	42,9	50,1	57,3	21,5	25,0	28,6
140	154	46,2	53,9	61,6	23,1	26,9	30,8
145	165	49,5	57,8	66,1	24,8	28,9	33,0
150	177	53,0	61,9	70,7	26,5	30,9	35,3
155	189	56,6	66,0	75,5	28,3	33,0	37,7
160	201	60,3	70,4	80,4	30,2	35,2	40,2
165	214	64,1	74,8	85,5	32,1	37,4	42,8
170	227	68,1	79,4	90,8	34,0	39,7	45,4
175	241	72,2	84,2	96,2	36,1	42,1	48,1
180	254	76,3	89,1	101,8	38,2	44,5	50,9
185	269	80,6	94,1	107,5	40,3	47,0	53,8
190	284	85,1	99,2	113,4	42,5	49,6	56,7

Capacité de charge des ventouses

Diamètre en mm	Surface en cm ²	Capacité de levage en kg					
		horizontale			verticale		
		0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
195	299	89,6	104,5	119,5	44,8	52,3	59,7
200	314	94,2	110,0	125,7	47,1	55,0	62,8
205	330	99,0	115,5	132,0	49,5	57,8	66,0
210	346	103,9	121,2	138,5	52,0	60,6	69,3
215	363	108,9	127,1	145,2	54,5	63,5	72,6
220	380	114,0	133,0	152,1	57,0	66,5	76,0
225	398	119,3	139,2	159,0	59,6	69,6	79,5
230	415	124,6	145,4	166,2	62,3	72,7	83,1
235	434	130,1	151,8	173,5	65,1	75,9	86,7
240	452	135,7	158,3	181,0	67,9	79,2	90,5
245	471	141,4	165,0	188,6	70,7	82,5	94,3
250	491	147,3	171,8	196,3	73,6	85,9	98,2
255	511	153,2	178,7	204,3	76,6	89,4	102,1
260	531	159,3	185,8	212,4	79,6	92,9	106,2
265	552	165,5	193,0	220,6	82,7	96,5	110,3
270	573	171,8	200,4	229,0	85,9	100,2	114,5
275	594	178,2	207,9	237,6	89,1	103,9	118,8
280	616	184,7	215,5	246,3	92,4	107,8	123,2
285	638	191,4	223,3	255,2	95,7	111,6	127,6
290	661	198,2	231,2	264,2	99,1	115,6	132,1
295	683	205,0	239,2	273,4	102,5	119,6	136,7
300	707	212,1	247,4	282,7	106,0	123,7	141,4
305	731	219,2	255,7	292,2	109,6	127,9	146,1
310	755	226,4	264,2	301,9	113,2	132,1	151,0
315	779	233,8	272,8	311,7	116,9	136,4	155,9
320	804	241,3	281,5	321,7	120,6	140,7	160,8
325	830	248,9	290,4	331,8	124,4	145,2	165,9
330	855	256,6	299,4	342,1	128,3	149,7	171,1
335	881	264,4	308,5	352,6	132,2	154,2	176,3
340	908	272,4	317,8	363,2	136,2	158,9	181,6
345	935	280,4	327,2	373,9	140,2	163,6	187,0
350	962	288,6	336,7	384,8	144,3	168,4	192,4
355	990	296,9	346,4	395,9	148,5	173,2	198,0
360	1018	305,4	356,3	407,2	152,7	178,1	203,6
365	1046	313,9	366,2	418,5	157,0	183,1	209,3
370	1075	322,6	376,3	430,1	161,3	188,2	215,0

Capacité de charge des ventouses

Diamètre en mm	Surface en cm ²	Capacité de levage en kg					
		horizontale			verticale		
		0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
375	1104	331,3	386,6	441,8	165,7	193,3	220,9
380	1134	340,2	396,9	453,6	170,1	198,5	226,8
385	1164	349,2	407,5	465,7	174,6	203,7	232,8
390	1195	358,4	418,1	477,8	179,2	209,1	238,9
395	1225	367,6	428,9	490,2	183,8	214,4	245,1
400	1257	377,0	439,8	502,7	188,5	219,9	251,3
405	1288	386,5	450,9	515,3	193,2	225,4	257,6
410	1320	396,1	462,1	528,1	198,0	231,0	264,1
415	1353	405,8	473,4	541,1	202,9	236,7	270,5
420	1385	415,6	484,9	554,2	207,8	242,5	277,1
425	1419	425,6	496,5	567,5	212,8	248,3	283,7
430	1452	435,7	508,3	580,9	217,8	254,1	290,4
435	1486	445,9	520,2	594,5	222,9	260,1	297,2

Capacité de charge des ventouses

Le tableau ci-après indique la capacité de levage des ventouses de l'entreprise Pannkoke Flachglastechnik GmbH.

Au cours de divers essais dans diverses conditions d'exercice de la force, on a calculé les forces de glissement et d'arrachement pour différentes ventouses, divers matériaux et divers angles d'inclinaison. Toutefois, nous ne sommes pas encore parvenus à effectuer les calculs pour l'ensemble des ventouses.

Les valeurs relatives à la capacité de levage diffèrent des valeurs maximales théoriques. Les capacités de levage indiquées sont valables dans les conditions suivantes :

- avec lèvre d'aspiration intacte
- surface propre
- 200 m au-dessus du niveau de la mer
- Température ambiante 20° C
- sécurité double (prise en compte de la norme DIN EN 13155)

Toute détérioration de la lèvre d'aspiration ou de la lèvre d'étanchéité réduit la capacité de levage.

Tout encrassement de la surface réduit la capacité de levage.

type de ventouse	verticale (vide: -0,6 bar)				
	verre flotté	alu	PVC	aggloméré revêtu	acier
388	100,00 kg	67,50 kg	60,00 kg	100,00 kg	100,00 kg
529	12,00 kg				
534					
535					
540	40,00 kg				
542-08					
542-13	15,00 kg	10,00 kg	15,00 kg	16,00 kg	11,00 kg
542-25	26,50 kg	17,00 kg	17,00 kg	10,00 kg	25,00 kg
542-37	115,00 kg	100,00 kg	215,00 kg	115,00 kg	175,00 kg
547					
543					
544-80	27,50 kg	18,00 kg	27,50 kg	29,00 kg	23,50 kg

Capacité de charge des ventouses

type de ventouse	horizontale (vide: -0,6 bar)				
	verre flotté	alu	PVC	aggloméré revêtu	acier
388	135,00 kg	125,00 kg	125,00 kg	130,00 kg	125,00 kg
529					
534					
535	45,00 kg				
540	60,00 kg	60,00 kg	55,00 kg	55,00 kg	55,00 kg
542-08					
542-13	39,00 kg	36,50 kg	35,00 kg	35,00 kg	35,00 kg
542-25	115,00 kg	110,00 kg	110,00 kg	110,00 kg	100,00 kg
542-37	270,00 kg	260,00 kg	255,00 kg	260,00 kg	255,00 kg
547					
543					
544-80	70,00 kg	69,00 kg	64,00 kg	70,00 kg	70,00 kg

Capacité de charge des ventouses

Pour vous donner une idée de l'influence du vide, nous avons recalculé les capacités de charge pour un vide de $-0,7$ bar.

type de ventouse matériau	verticale (vide: $-0,7$ bar)				
	verre flotté	alu	PVC	aggloméré revêtu	acier
388	110,00 kg	74,25 kg	66,00 kg	110,00 kg	110,00 kg
529	13,20 kg				
534					
535					
540	44,00 kg				
542-08					
542-13	16,50 kg	11,00 kg	16,50 kg	17,60 kg	12,10 kg
542-25	29,15 kg	18,70 kg	18,70 kg	11,00 kg	27,50 kg
542-37	126,50 kg	110,00 kg	236,50 kg	126,50 kg	192,50 kg
547					
543					
544-80	30,25 kg	19,80 kg	30,25 kg	31,90 kg	25,85 kg

type de ventouse matériau	horizontale (vide: $-0,7$ bar)				
	verre flotté	alu	PVC	aggloméré revêtu	acier
388	148,50 kg	137,50 kg	137,50 kg	143,00 kg	137,50 kg
529					
534					
535	49,50 kg				
540	66,00 kg	66,00 kg	60,50 kg	60,50 kg	60,50 kg
542-08					
542-13	42,90 kg	40,15 kg	38,50 kg	38,50 kg	38,50 kg
542-25	126,50 kg	121,00 kg	121,00 kg	121,00 kg	110,00 kg
542-37	297,00 kg	286,00 kg	280,50 kg	286,00 kg	280,50 kg
547					
543					
544-80	77,00 kg	75,90 kg	70,40 kg	77,00 kg	77,00 kg