

N° ordre	C O R P S	S Y N O N Y M E S	F O R M U L E	N° d'ordre	Point d'ébullition normal (°C)	Chaleur de formation à vol. Cc (kcal/mol)	Pourcentage dans le mélange équilibré avec l'air	Limites d'inflammabilité dans l'air		Température limite inférieure d'inflammation (°C)	Température limite supérieure d'inflammation (°C)
								inférieure	supérieure		
41	ETHERS ET ACETALS ACYCLIQUES	Ether éthylque	$C_2H_5 - O - C_2H_5$	41	34,6	57,6	3,37	1,9	37	- 44	160
42		Ether propylique (normal)	$C_3H_7 - O - C_3H_7$	42	89,6	66,3	2,27	1,4	—	- 7	—
43		Ether isopropylique	$(CH_3)_2CH - O - CH(CH_3)_2$	43	68,3	72,5	2,27	1,4	8	- 22	400
44		Ether vinylique	$CH_2 = CH - O - CH = CH_2$	44	28,3	0,4	4,02	1,7	27	—	360
45		Diméthoxyméthane	$CH_3 - O - CH_2 - O - CH_3$	45	42,3	86	4,97	2,9	—	- 30	230
46		Diéthoxy-1,1 éthane	$C_2H_5O - CH - OC_2H_5$ CH_3	46	103,6	105	2,40	1,5	10,5	4	230
47	ALDEHYDES, CETONES	—	$CH_3 - CHO$	47	20,4	38,8	7,73	4,0	60	- 43	175
48		Propenal ; Acroléine	$CH_2 = CH - CHO$	48	52,7	16	5,65	2,8	31	- 27	240
49		Aldéhyde crotonique	$CH_3 - CH = CH - CHO$	49	104,1	23,4	4,02	2,1	16	10	—
50		Acétone	$CH_3 - CO - CH_3$	50	56,3	50,3	4,97	2,6	13	- 22	460
51		Butanone	$CH_3 - CO - C_2H_5$	51	79,6	55	3,67	1,9	10	- 10	—
52		Pentanone-3	$C_2H_5 - CO - C_2H_5$	52	102	59,2	2,90	1,6	—	5	450
53		Méthyl-4 pentanone 2	$CH_3 - CO - CH_2 - CH(CH_3)_2$	53	117	64 (a)	2,40	1,35	8	14	—
54		Cyclohexanone	$C_6H_{10}O$	54	155,6	51,5	2,05	1,1	—	35	430 (a)
55	ACIDES ; ANHYDRIDES D'ACIDES	—	$H - CO_2H$	55	100,6	90	29,53	18	58	50	600
56		Acide acétique	$CH_3 - CO_2H$	56	117,9	102,6	9,48	5,4 (b)	17 (a)	42	465
57		Anhydride acétique	$CH_3 - CO - O - CO - CH_3$	57	140	138	4,97	2,7	10	47	390
58	ESTERS	—	$H - CO - OCH_3$	58	31,5	80	9,48	5	23	- 39	460
59		Formiate de méthyle	$H - CO - O - C_2H_5$	59	54,1	90 (a)	5,65	2,8	16	- 22	455
60		Formiate d'éthyle	$H - CO - O - C_3H_7$	60	80,8	95 (a)	4,02	2,3 (a)	12 (a)	- 6	—
61		Formiate de propyle (n)	$H - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	61	106,5	99,5 (a)	3,12	1,7	8,2	10	320
62		Formiate de butyle	$H - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	62	102,1	100,8 (a)	3,12	1,8	9	2	—
63		Formiate d'isobutyle	$H - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH(CH_3)_2$	63	56,3	100 (a)	5,65	3,2	16	- 16	500 (c)
64		Acétate de méthyle	$CH_3 - CO - O - CH_3$	64	77,1	103	4,02	2,2	11	- 6	410 (c)
65		Acétate d'éthyle	$CH_3 - CO - O - C_2H_5$	65	101,5	108	3,12	1,8	8	9,5	—
66		Acétate de propyle	$CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$	66	88,2	114	3,12	1,8	—	- 3	—
67		Acétate d'isopropyle	$CH_3 - CO - O - CH(CH_3)_2$	67	126,1	112,5 (a)	2,55	1,4	8	23	425
68		Acétate de butyle	$CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	68	118	114 (a)	2,55	1,5	—	15	—
69		Acétate de pentyle	$CH_3 - CO - O - (CH_2)_4 - CH_3$	69	149,2	117 (a)	2,16	1,1	7	35	360
70		Propionate de méthyle	$CH_3 - CH_2 - CO - O - CH_3$	70	79,8	104 (a)	4,02	2,4	13	- 2	—
71		Propionate d'éthyle	$CH_3 - CH_2 - CO - O - C_2H_5$	71	99,1	108	3,12	1,8	11	7,5	440
72		Propionate de propyle (n)	$CH_3 - CH_2 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$	72	122,4	112,5 (a)	2,55	1,4	—	20	—
73		Acrylate d'éthyle	$CH_2 = CH - CO - O - C_2H_5$	73	99,8	79	3,37	1,9 (a)	—	—	—
74		Méthacrylate de méthyle	$CH_2 = C(CH_3) - CO - O - CH_3$	74	100,3	85	3,37	2 (a)	12,5 (a)	9	—
75		Nitrate de propyle	$NO_2 - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$	75	110,5	39,2	6,05	1,9	—	17	175
76		Nitrate d'isopropyle	$NO_2 - O - CH(CH_3)_2$	76	102	43	6,05	1,9	—	9	—
77	DERIVES NITRES ACYCLIQUES	—	$CH_3 - NO_2$	77	101,2	12	21,83	7,3	33	33	420 (f)
78		Nitrométhane	$C_2H_5 - NO_2$	78	114,1	22,7	8,52	3,4	30	29	410 (f)
79		Nitro-1 propane	$CH_3 - CH_2 - CH_2NO_2$	79	131,2	26,5	5,29	2,2	34	34	400 (f)
80		Nitro-2 propane	$CH_3 - CHNO_2 - CH_3$	80	120,2	32	5,29	2,5	28	27	420 (f)

N° d'ordre	C O R P S	S Y N O N Y M E S	F O R M U L E
81	AMINES, AMIDES ET NITRILES		
82	Diéthylamine	—	$(C_2H_5)_2NH$
83	Triéthylamine	—	$(C_2H_5)_3N$
84	Aniline	—	$C_6H_5-NH_2$
85	Diméthylformamide	—	$H-CO-N(CH_3)_2$
86	Butyronitrile	Cyanure de propyle	$CH_3-CH_2-CH_2-CN$
87	Acrylonitrile	Cyanure de vinyle	$CH_2=CH-CN$
88	Méthacrylonitrile	Cyanure d'isoprène	$CH_2=C(CH_3)-CN$
89	COMPOSES HETEROCYCLIQUES (oxygénés et azotés)		
90	Méthoxyirane	Oxyde de propylène	$\begin{array}{c} O \\ \diagup \quad \diagdown \\ CH_2-CH-CH_3 \end{array}$
91	Ethoxyirane	Oxyde de butylène : Epoxi-1,2 butane	$\begin{array}{c} O \\ \diagup \quad \diagdown \\ CH_2-CH-CH_2-CH_3 \end{array}$
92	Oxolane	Tétrahydrofurane	C_4H_8O
93	Dioxane	Diéthylèneoxyde	$C_4H_8O_2$
94	Furyl-2 méthanol	Alcool furylique	$(C_4H_5O)-CH_2OH$
95	Furaldéhyde 2	(Furfural)	$(C_4H_5O)-CHO$
96	Triméthyl-2,4,6 trioxane-1,3,5	Paraldéhyde	$(CH_3-CH-O-CH_3)_3$
97	Pyrrôle	—	C_4H_4NH
98	Pyridine	—	C_5H_5N
99	Quinoléine	—	C_9H_7N
100	Diaza-1,4 bicyclo (2,2,2)	Triéthylènediamine	$N(CH_2-CH_2)_3N$
101	COMPOSES CHLORÉS		
102	Chloro-1 propane	Chlorure de propyle (normal)	$CH_3-CH_2-CH_2Cl$
103	Chloro-2 propane	Chlorure d'isopropyle	$CH_3-CHCl-CH_3$
104	Dichloro-1,2 propane	Chlorure de propylène	$CH_2=CHCl-CH_2Cl$
105	Chloro-1 butane	Chlorure de butyle (normal)	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2Cl$
106	Chloro-1 pentane	Chlorure d'amyne (normal)	$CH_3-(CH_2)_3-CH_2Cl$
107	Dichloro-1,1 éthylène	Chlorure de vinylidène	$CCl_2=CH_2$
108	Chloro-3 propène-1	Chlorure d'allyle	$CH_2=CH-CH_2Cl$
109	Chlorobenzène	—	C_6H_5Cl
110	Orthodichlorobenzène	—	$C_6H_4Cl_2$
111	COMPOSES SOUFRES		
112	Sulfure de carbone	Disulfure de carbone	CS_2
113	Sulfure de méthyle	—	$(CH_3)_2S$
114	Ethanethiol	Mercaptan éthylène	CH_3-CH_2SH
115	Thiolane	Tétrahydrothiophène	C_4H_8S

N° d'ordre	Point d'ébullition normal (°C)	Chaleur de formation à vol. Ct (kcal/mol)	Pourcentage dans le mélange équilibré avec l'air	Limites d'inflammabilité dans l'air		Température limite inférieure d'inflammabilité (°C)	Température d'inflammation (°C)
				inférieure	supérieure		
81	55,5	14,5	3,01	1,8	10	-28	—
82	89,5	19	2,10	1,2	8	-12	—
83	184,4	-20,8	2,63	1,3	8,3	62	615
84	153	44	4,70	2,2	15	51	430
85	117,9	-9,2	3,51	1,9	—	16	—
86	77,3	-44,3	5,29	2,9	17	-6	—
87	90,3	-35,4 (a)	3,84	2 (a)	—	-1 (a)	—
88	34	20,3	4,97	2,8	37	-38	—
89	63,2	26	3,67	2 (a)	—	-8,5 (a)	—
90	66	42	3,67	2	12	-21	300 (f)
91	101,3	75	4,02	2	22	7	265
92	170	53	3,67	1,8	16	74	390
93	161,8	33	4,02	2,1	—	54	310 (f)
94	124	150,5	2,72	1,5	—	28	—
95	129,7	-27	3,84	2,2 (a)	—	36	—
96	115,3	-33,5	3,24	1,8	12,5	17	580 (f)
97	237,1	-54	1,90	1,0	—	95	530 (f)
98	174	-15,7	2,27	1,2	—	65	—
99	46,6	29,8	4,45	2,4	11,4	-32	—
100	35,7	32,6	4,45	2,5	11 (a)	-42	—
101	95	38,6	4,97	3,1	14,5 (a)	7	—
102	78,5	34,6	3,37	1,8	10	-14	265
103	108,2	39	2,72	1,6	8,6	6	260
104	31,6	-1,1	9,48	6 (a)	13 (a)	—	—
105	45	0,5	4,97	2,9	14	-30	485
106	131,7	-13,9	2,90	1,4	7	22	640
107	180,5	-8,6	3,24	2 (a)	10 (a)	67	620
108	46,2	-28	6,53	1,3	50	-40	90
109	37,3	7,8	4,45	2,2 (a)	20 (a)	-40	210 (f)
110	35	9,8	4,45	2,8	18	-38	300 (f)
111	120,9	6,5	2,90	1,7 (a)	—	18 (a)	—

(a) Valeur calculée ou estimée

(b) Valeur à 100 °C ou à une température supérieure à la température-limite d'inflammation concernée

(c) En présence du cyclohexane (P.F.: 0,5°C) solide.

(d) Les valeurs indiquées concernent le mélange usuel des deux isomères : *CIS* (P.Eb 195,8°C) et *TRANS* (P.Eb: 187,3°C).

(e) Valeur relative au liquide en surfusion (le P.F. de l'alcool butylique tertiaire est 25,8 °C).

(f) Valeur pouvant présenter une incertitude de 20 à 40 °C

G A Z	FORMULE	F _p (kcal/mol)	F _v (kcal/mol)	Pourcentage dans le mélange à l'air oxyéquilibré (%)	Limites d'inflammabilité dans l'air		Température d'auto- inflammation (°C)
					Li (%)	Ls (%)	
CORPS INORGANIQUE (gazeux)							
Hydrogène	H ₂	0	0	29,53	4,0	75	450
Deutérium	D ₂	—	—	29,53	5,0	78	—
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S	4,78	4,78	12,25	4,0	44	270
Sélénure d'hydrogène	H ₂ Se	- 8	- 8	12,25	(4)	(50)	—
Ammoniac	NH ₃	10,9	10,3	21,83	15	28	850
Phosphine	PH ₃	- 1,3	- 1,6	9,48	(2,5)	(45)	—
Arsine	AsH ₃	-15,9	-16,2	12,25	4,5	(50)	—
Cyanogène	C ₂ N ₂	-73,8	-73,8	9,48	6	32	800
Monoxyde de carbone	CO	26,42	26,71	29,53	12,5	74	650
Sulfure de carbone	COS	32,5	32,5	12,25	12	30	250
Silane	SiH ₄	- 7,3	- 7,9	9,48	1	100	—
Dichlorosilane	SiH ₂ Cl ₂	—	—	20,95	4	98	100
Disilane	Si ₂ H ₆	-17	-18,2	5,65	—	—	—
Diborane	B ₂ H ₆	- 7,6	- 8,8	6,52	0,8	98	50
Germane	GeH ₄	-21,7	-22,3	9,48	(1,8)	(55)	—
HYDROCARBURES							
Méthane	CH ₄	17,75	17,17	9,48	5	15	550
Ethane	C ₂ H ₆	19,95	18,8	5,65	3	12,6	520
Propane	C ₃ H ₈	24,9	23,2	4,02	2,1	9,5	480
Butane	C ₄ H ₁₀	29,9	27,6	3,12	1,8	8,4	420
Isobutane (méthyl-2 propane)	CH ₃ - CH - CH ₃ CH ₃	31,9	29,6	3,12	1,8	8,4	460
Néopentane (diméthyl-2,2 propane)	C(CH ₃) ₄	40,12	37,20	2,55	1,4	7,5	450
Cyclopropane	C ₃ H ₆	-12,8	-13,96	4,45	2,4	10,4	500
Ethylène	CH ₂ = CH ₂	-12,55	-13,14	6,53	2,7	36	480
Propylène (propène)	CH ₃ - CH = CH ₂	- 4,9	- 6,1	4,45	2,4	11	460
Butène 1	CH ₃ - CH ₂ - CH = CH ₂	0,05	- 1,7	3,37	1,6	10	380
Butène 2 (moyenne de cis et trans)	CH ₃ - CH = CH - CH ₃	2,2	0,5	3,37	1,7	9,7	320
Méthyl-2 propène (isobutylène)	CH ₃ - C(CH ₃) = CH ₂	4	2,2	3,37	1,8	9,6	460
Propadiène (allène)	CH ₂ = C = CH ₂	-45,9	-46,5	4,98	2,1	—	—
Butadiène-1,3	CH ₂ = CH - CH = CH ₂	-26,1	-27,2	3,67	2	12	420
Acétylène	HC ≡ CH	-54,2	-54,2	7,73	2,2	85	310
Propyne (méthylacétylène)	HC ≡ C - CH ₃	-44,3	-44,9	4,98	1,7	11	—
Butyne-1 (éthylacétylène)	HC ≡ C - CH ₂ - CH ₃	-39,5	-40,6	3,67	1,2	—	—
HYDROCARBURES HALOGENES							
Fluorure de méthyle	CH ₃ F	56	55,5	12,25	—	—	—
Chlorure de méthyle	CH ₃ Cl	20,6	20	12,25	7,5	18	630
Bromure de méthyle	CH ₃ Br	8,9	8,3	12,25	10	15	530
Fluorure d'éthyle	C ₂ H ₅ F	61	60	6,52	—	—	—
Chlorure d'éthyle	C ₂ H ₅ Cl	26,5	25,3	6,52	3,8	16	520
Fluorure de vinyle	CH ₂ = CHF	(31,6)	(31)	7,73	3,5	28	460
Fluorure de vinylidène	CH ₂ = CF ₂	80	79,5	9,48	4,9	25	—
Chlorure de vinyle	CH ₂ = CHCl	- 8,1	- 8,7	7,73	3,6	30	470
Bromure de vinyle	CH ₂ = CHBr	-18,7	-19	7,73	—	—	—
Difluoro-1,1 éthane (R.152 a)	CH ₃ - CHF ₂	(120)	(119)	7,73	5	20	—
Chlorodifluoroéthane (R.142 b)	CH ₃ - CClF ₂	(125)	(124)	9,48	6,5	18	—
COMPOSES C, H, O, (gazeux)							
Formaldéhyde	H - CHO	27,5	27	20,95	—	—	—
Oxyde de méthyle	CH ₃ - O - CH ₃	43,4	41,9	6,53	3,4	27,3	350
Oxyde de méthyle et éthyle	CH ₃ - O - C ₂ H ₅	52,1	50,1	4,45	2	10	190
Oxyde de méthyle et vinyle	CH ₃ - O - C ₂ H ₃	(24,7)	(23,3)	4,98	2,6	39	—
Oxyde d'éthylène (oxirane)	CH ₂ - CH ₂ \ / O	12,5	11,6	7,73	3,6	100	420
AUTRES COMPOSES ORGANIQUES							
Méthylamine	CH ₃ .NH ₂	5,5	4,3	8,52	4,6	21	430
Diméthylamine	(CH ₃) ₂ NH	7	5,3	5,29	2,8	14,5	400
Triméthylamine	(CH ₃) ₃ N	8	5,7	3,84	2	12	—
Ethylamine	C ₂ H ₅ - NH ₂	12	10,2	5,29	3	14	380
Méthanethiol (mercaptan)	CH ₃ - SH	5,4	4,8	6,52	4	22	—

**DONNÉES RELATIVES A L'INFLAMMABILITE DANS L'AIR
ET A LA COMBUSTION DES VAPEURS ORGANIQUES**

N° d'ordre	C O R P S	S Y N O N Y M E S	F O R M U L E	Point d'ébullition normal (°C)	Chaleur de formation à vol. Ct (kcal/mol)	Pourcentage dans le mélange équilibré avec l'air	Limites d'inflammabilité dans l'air		Température-limite inférieure d'inflammabilité (°C)	Température d'auto-inflammation (°C)
							inférieure	supérieure		
1	Pentane	Pentane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$	36,1	32,1	2,55	1,4	7,8	- 49	260
2	Méthyl-butane	Isopentane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$	27,9	33,8	2,55	1,4	—	- 56	—
3	Hexane	Heptane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$	68,7	36,3	2,16	1,2	7,4	- 26	225
4	Méthyl-2 pentane	Isosixane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$	60,3	38,1	2,16	1,2	—	- 33	—
5	Heptane	Heptane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	98,4	40,6	1,87	1,05	6,7	- 6	215
6	Octane	Octane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$	125,7	45	1,65	0,9	6,3 (a)	13	220
7	Triméthyl-2, 2, 4 pentane	(dit "Isooctane")	$(\text{CH}_3)_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$	99,2	48,7	1,65	0,95	6,3 (a)	- 2,5	415
8	Nonane	Nonane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$	150,8	49,3	1,47	0,85	5,9 (a)	31	220
9	Décane	Décane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH}_3$	174,1	53,6	1,33	0,75	5,6	46	210
10	Dodécane	Dodécane normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{10} - \text{CH}_3$	216,3	62,3	1,12	0,6	—	76,5	205
11	Pentène-1	Propyléthylène ; amylène normal	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	30	2,7	2,72	1,4	8,7	- 54	275
12	Méthyl-2 butadiène-1,3	Isoprène	$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$	34,1	- 19,9	2,90	1,4	—	- 51	220
13	Cyclopentane	Hexahydrobenzène	C_5H_{10}	49,3	16,1	2,72	1,5 (a)	—	- 39	—
14	Cyclohexane	Hexahydrobenzène	C_6H_{12}	80,7	26,6	2,27	1,3	7,8	3 (c)	245
15	Méthylcyclohexane	Hexahydrotoluène	$\text{C}_6\text{H}_{11} - \text{CH}_3$	100,9	33,5	1,96	1,1	6,7	- 6	250
16	Ethylcyclohexane	—	$\text{C}_6\text{H}_{11} - \text{C}_2\text{H}_5$	131,8	36,8	1,72	1,15	6,6	19	260
17	Benzène	—	C_6H_6	80,1	- 21	2,72	1,3	7,8	- 12	560
18	Toluène	—	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_3$	110,6	- 13,7	2,27	1,25	7,1	5,5	580
19	Orthoxylène	—	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	144,4	- 7	1,96	1,1	6,4	28	460
20	Métaxylène	—	—	139,1	- 6,4	1,96	1,2	6,3	24	530
21	Paraxylène	—	—	138,4	- 6,6	1,96	1,2	6,5	25,5	530
22	Ethylbenzène	—	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}_2\text{H}_5$	136,2	- 9,4	1,56	1,0	6,7	21,5	430
23	n-Propylbenzène	Cumène	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	159,2	- 4,8	1,72	0,9	—	37	—
24	Isopropylbenzène	Cymène	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$	152,4	- 3,8	1,72	0,9	6,5	31	425
25	Paraméthyl-isopropyl-benzène	Styrène	$\text{CH}_2 = \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$	177	3,4	1,53	0,85	6,5	49	435
26	Vinylbenzène	Tétrahydrobenzène	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH} = \text{CH}_2$	145,1	- 37,2	3,37	1,1	—	28	470
27	Cyclohexène	—	C_6H_{10}	83	1	2,40	1,3	—	- 16	—
28	Naphtalène	—	C_{10}H_8	217,9	- 37,9	1,72	0,9	5,9 (b)	79	520
29	Tétrahydro-1,2,3,4 naphtalène	Décaline	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}$ (d)	207,5	- 10	1,59	0,86	5 (b)	70	385
30	Décahydronaphtalène	—	—	191,7	36	1,42	0,75	4,9	56	250
31	Méthanol	Alcool méthylque	CH_3OH	64,7	46,2	12,25	6,7	36	9	385
32	Ethanol	Alcool éthylique	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$	78,3	55	6,53	3,3	19	11	365
33	Propanol 1	Alcool propylique (normal)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	97,2	59	4,45	2,3	14	22	440
34	Propanol 2	Alcool isopropylique	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$	82,3	63	4,45	2,2	13	10	400 (a)
35	Butanol 1	Alcool butylique (normal)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	117,6	63,3	3,37	1,8	12	33	360
36	Butanol 2	Alcool butylique secondaire	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$	99,5	67,5	3,37	1,7	10	20	400
37	Méthyl 2 propanol 1	Alcool isobutylique	$(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$	107,7	65,3	3,37	1,8	11	27	390 (b)
38	Méthyl 2 propanol 2	Alcool tertiaire	$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	82,4	72	3,37	1,9	9	10 (a)	480
39	Pentanol-1	Alcool amylque normal	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_2\text{OH}$	137,8	68,5	2,72	1,4	10	42	350
40	Propène-ol 3	Alcool allylique	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$	97,1	28,1	4,97	2,5	18	21	—

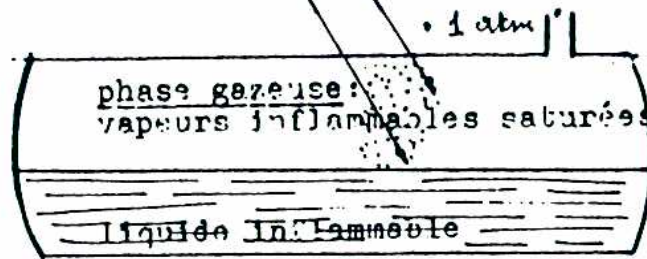
Tableau 16.bis

TEMPERATURE-LIMITE SUPERIEURE D'INFLAMMABILITE,
 T_s , DE DIVERS LIQUIDES, SOUS UNE PRESSION TOTALE
 EGALE A 1013 MILLIBARS (1 ATM).

C O R P S	T_s (°C)
Pentane	- 22
Diméthyl-2,2 butane	- 14
Formiate de méthyle	- 7
Essence d'auto ordinaire	env. - 7
Ethanethiol (mercaptan éthylique)	- 6,5
Diéthylamine	1,5
Hexane	4
Acétone	7
Oxyde d'éthyle (éther ordinaire)	8
Formiate d'éthyle	9
Oxyde de propylène (époxy-1,2 propane)	9,5
Tétrahydrofuranne	12
Cyclohexane	12,5
Acétate de méthyle	13
Benzène	15
Acryaldéhyde (acroléïne)	22
Acétate d'éthyle	23
Triéthylamine	23,5
Triméthyl-2,2,4 pentane (dit : isooctane)	23,5
Sulfure de carbone	26
Méthylcyclohexane	27
Acrylonitrile	33
Toluène	38
Alcool isopropylique	38
Alcool méthylrique	40
Alcool éthylique	41
Acétal	41
Méthacrylate de méthyle	43
Octane (normal)	49
Alcool butylique secondaire	50
Alcool propylique	53
Chlorobenzène	55,5
Pyridine	56
Acétate de butyle normal	57
Dioxanne	58
Ethylbenzène	58
Paraxylène	59
Métaxylène	60
Orthoxylène	64

Températures - limites d'inflammabilité des vapeurs de liquides inflammables

p : pression de vapeur saturante
P = pression totale

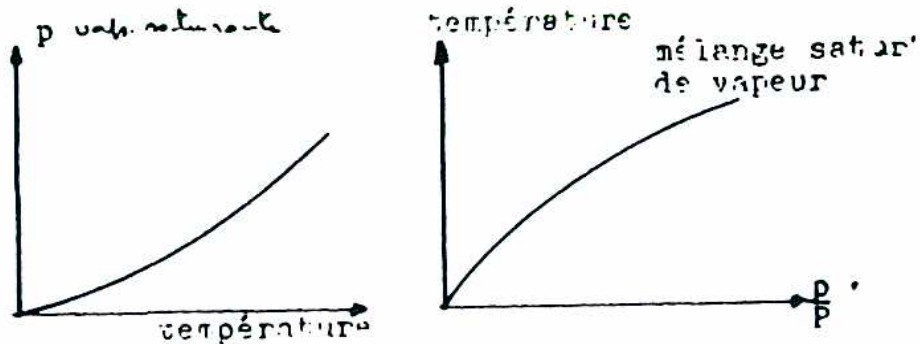


On sait que : le % molaire de la vapeur saturante

$$= \frac{p}{P} = \% \text{ en vol des vapeurs}$$

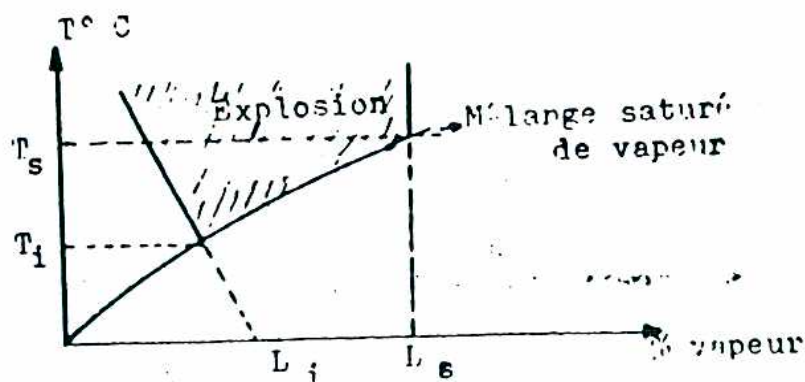
On sait que : la pression de vapeur saturante augmente avec la température

On a donc les 2 diagrammes équivalents :



On sait aussi comment varie l'intervalle d'inflammabilité avec la température

Température



T_i = Température limite inférieure d'inflammabilité

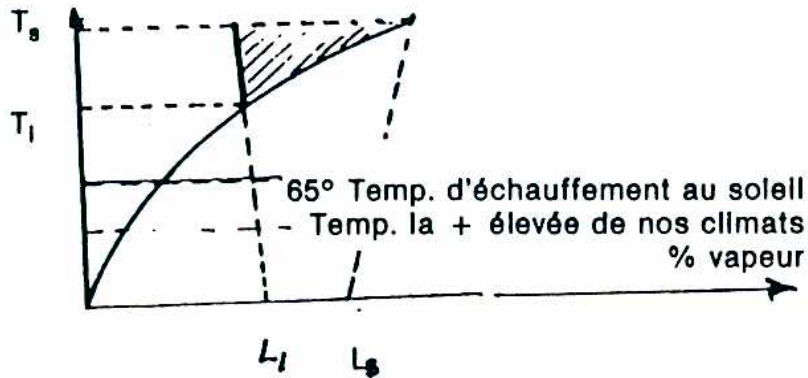
T_s = Température limite supérieure d'inflammabilité

en mélange saturé c.à.d équilibre des 2 phases
 pour de très faibles températures, le % mol < L_i pas d'inflammabilité.
 pour de très fortes températures, le % mol > L_s pas d'inflammabilité.

3 CAS POSSIBLES

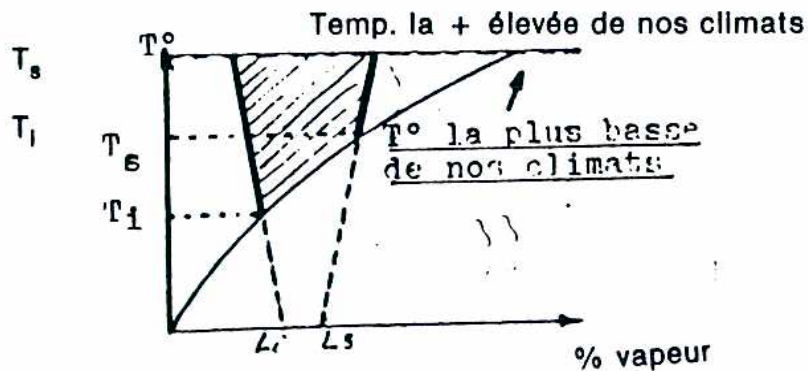
1er cas

Température



Il n'y a pas de danger (tant au remplissage
(qu'à l'équilibre
(et qu'à la vidange

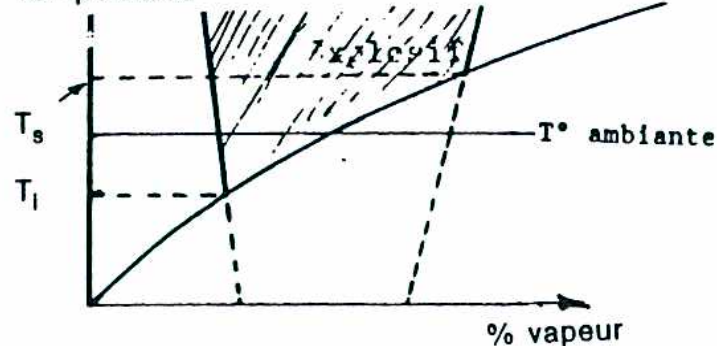
2me cas



Au remplissage du réservoir (pleine d'air) on peut passer dans l'intervalle d'inflammable.
A l'équilibre, il n'y a pas de danger.
A la vidange, une rentrée d'air fait passer dans l'intervalle d'inflammabilité. (pour éviter tout risque, on remplace l'air par un gaz inerte)

3me cas

Température



Il y a danger (au remplissage
(à l'équilibre
et (à la vidange

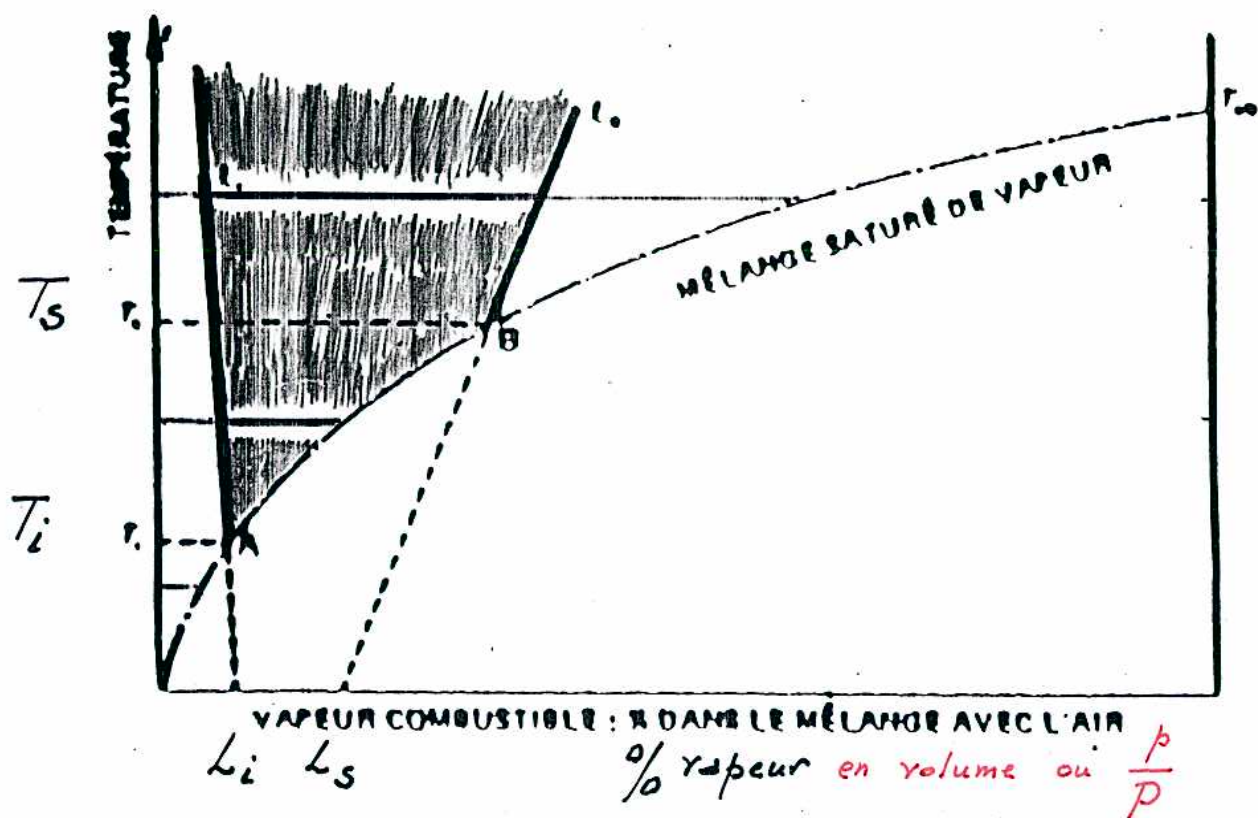


Figure 33. Température limites d'inflammabilité d'un liquide inflammable, sous la pression atmosphérique.

remplissage →
 ← soutirage

Point d'éclair des liquides inflammables

= la température la plus basse qui donne l'inflammation des vapeurs émises (en présence d'une flamme)

Normalisation du test

C.E.E.



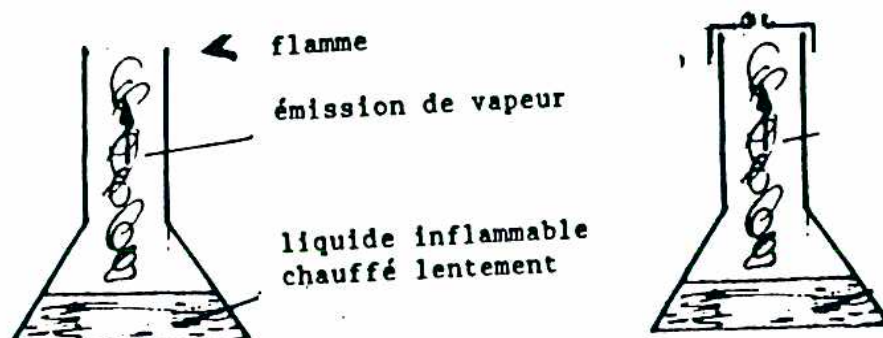
Appareil ABEL → 55 °C

U.S.A



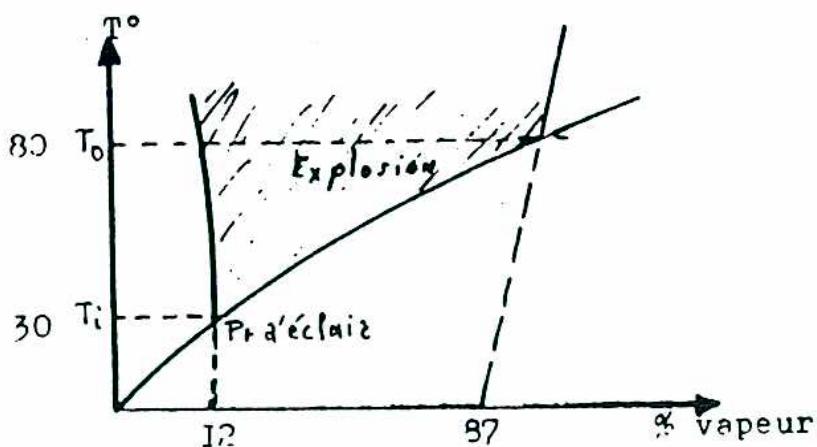
Appareil T.A.G.

Appareil Pensky Martens → 95 °C



Le point d'éclair en creuset fermé est également supérieur à T_i (à cause de la diffusion des vapeurs de l'air au sortir du creuset).

Le danger des liquides inflammables doit se fonder sur :

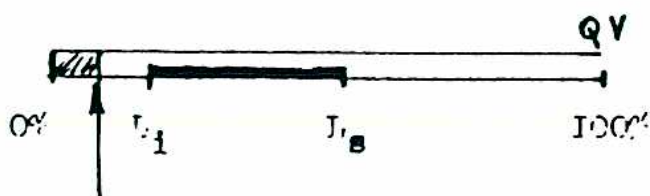


(1 le point d'aclair
et (2 l'intervalle d'inflammabilité (conditions de
pression et de température d'utilisation)

Comment réaliser des mélanges gazeux non explosifs ?

1. Mélange pauvre

on maintient la teneur en gaz $< L_1$
(sauf au point d'émission = fuite)
(on aspire les gaz infl. à l'émission)

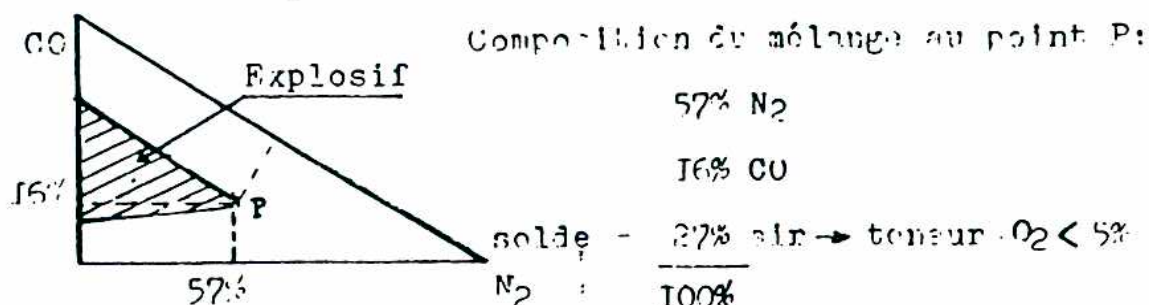


teneur limite
réglementaire

2. Mélange riche

on maintient la teneur en gaz $> L_s$

3. Emploi de gaz Inerte de l'azote par exemple (appelé azote en excès)



on mesure la teneur en O₂ régulièrement pour la maintenir en dessous de 5 % en tenant compte d'un coéf. de sec. et de la précision des appareils de mesure)

4. Mise sous gaz Inerte des liquides inflammable dans les réservoirs

Le liquide est mis sous couverture d'azote et lors du soutirage on maintient l'atmosphère Inerte.

Ex : - Réservoirs de carburant des avions
- la teneur en O₂ est maintenue en dessous de 10 % par ex.
- on injecte N₂ sous une pression réglée par l'altitude.

électrique (montage de moteurs)	23 %
fumée	18 %
friction (coussinets ou pièces cassées)	10%
matériaux surchauffés (températures anormalement élevées)	8 %
surfaces très chaudes (chaleur de chaudières, lampes, etc)	7 %
flammes de brûleurs (usage incorrect de torches, etc)	7 %
étincelles de combustion (étincelles et braises)	5 %
allumage spontané (immondices, etc)	4 %
découpage et soudage (étincelles, arcs, chaleurs, etc)	4 %
exposition (feux s'étendant dans de nouvelles zones)	3 %
incendie volontaire (feux allumés par malveillance)	3 %
étincelles mécaniques (broyeurs, concasseurs, etc)	2 %
substances fondues (déversements chauds)	2 %
action chimique (processus non contrôlés)	1 %
étincelles statiques (dégagement d'énergie accumulée)	1 %
éclairs (où les tiges de paratonnerre ne sont pas utilisés)	1 %
divers	1 %

LES POINTS CHAUDS ET ETINCELLES

2me principe de sécurité pour prévenir une explosion

« supprimer les sources d'inflammation »

Peut-on les supprimer toutes ? non

Peut-on les imaginer toutes ? non

La suppression des sources d'inflammation ne peut donc être qu'une mesure **complémentaire**

Conclusion :

Mesure de 1^{er} ordre : rester en teneur $< L_i$
 rester en teneur $> L_s$
 ou Inertion *montrer les bases*

Mesure de 2^{me} ordre : **tendre vers la suppression**
 des sources d'inflammation

C'est par la combinaison des 2 mesures qu'on parvient à réduire les risques d'explosion.

Quelles sont les sources possibles d'inflammation ?

- Echauffement généralisé (ex : auto combustion, compression adiabatique)
- Echauffement localisé
 - par une particule solide chaude
 - par une particule solide lumineuse (= étincelle volante)
- Echauffement par étincelle électrique
 - par rupture d'un circuit électrique
 - par décharge d'électricité statique.

Il existe :

• **des points chauds d'origine banale**

(une flamme, des gaz brûlés, un fil de lampe incandescent, un solide qui se consume (cigarette)).

• **des points chauds produits mécaniquement**

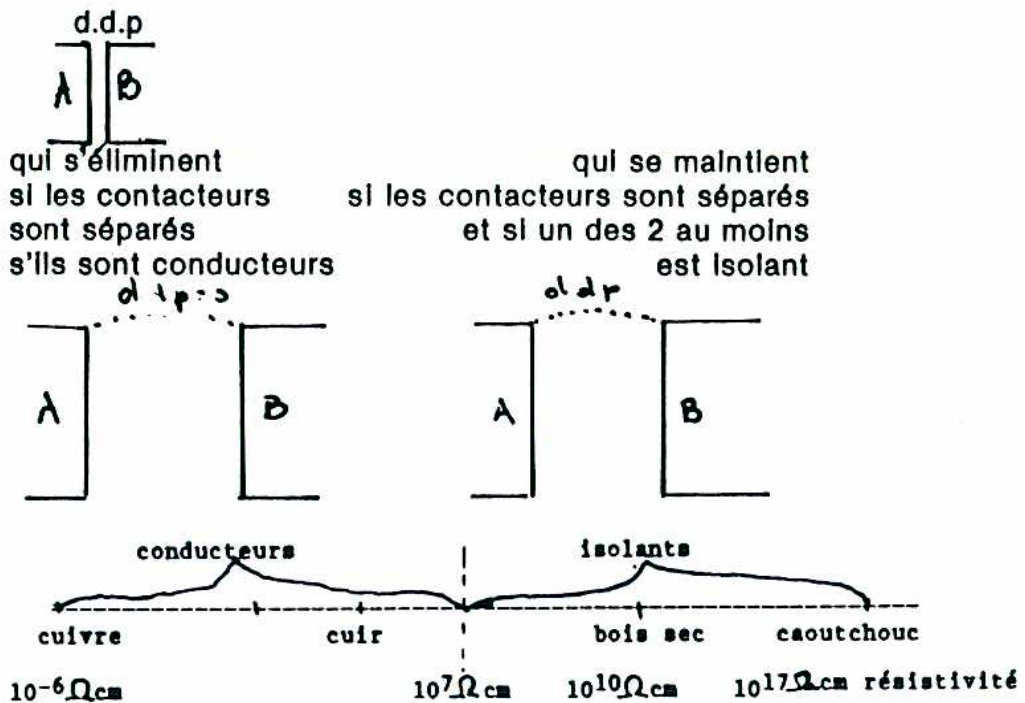
- une rupture mécanique (l'énergie de traction se transforme en chaleur)
- une vibration (l'énergie cinétique d'amortissement se transforme en chaleur)
- un choc ou une friction (l'énergie cinétique se transforme en chaleur) + oxydation de la particule enlevée (qui la température) danger des alliages légers à base d'Al (Aluminot + hermie) danger des peintures antirouilles à base de minium (Pb_3O_4) + Al avantage des alliages non étincellants. c.a.d. produisant moins d'étincelles et s'oxydant difficilement)

- des points chauds produits électriquement

- court-circuit, arc de coupure de courant électrique
- décharge d'électricité statique.

Dangers de l'électricité statique

Si deux corps différents sont en contact il naît à l'interface une différence de potentiel



Où est la limite entre conducteur et isolant électrostatique

Danger : chaque fois qu'il naît un potentiel V capable de donner une décharge ($\frac{1}{2} CV$) susceptible d'enflammer un mélange air-gaz.

Réserve : mettre les corps à la terre pour éliminer les charges.

Ex : Electrification d'un homme marchant sur un sol non conducteur (asphalte sèche)
Il peut par **temps sec**, rien que par le frottement de ses vêtements, avoir une tension de 4kV

Si $C_{\text{homme}} = 200 \text{ pF}$. ($\text{pF} = 10^{-12} \text{ F}$)

décharge descriptive =

$$\frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} 200 \cdot 10^{-12} \cdot 4^2 \cdot 10^6$$

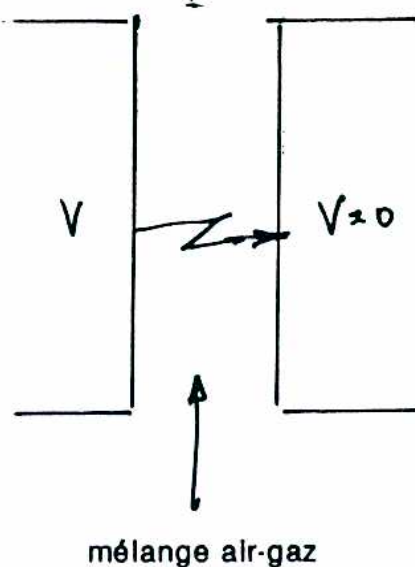
$$16 \cdot 10^{-4} \text{ J} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 1,6 \text{ mJ}$$

Electrisation des corps solides

Nous venons de voir que 2 corps en contact, puis séparés, se chargent si un des deux ou tous les deux sont isolants;

Le frottement est un contact.

Si donc un corps chargé s'approche suffisamment d'un autre corps à un potentiel différent il peut se décharger et enflammer un mélange air-gaz.



Quand y-a-t-il frottement ?

Il y a frottement :

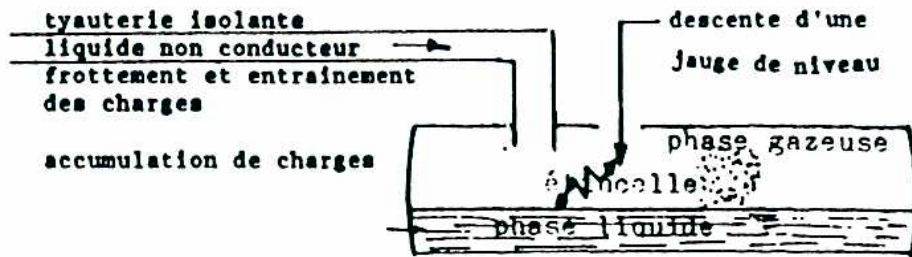
- dans un mélangeur (mélange de 2 produits pulvérisants)
- dans un broyeur
- en recueillant un solide en grains sur un convoyeur à bande en mouvement (surtout du S)
- en séparant une pièce de son moule
- en déformant un élastomère
- etc.

Ex : le polyéthylène se charge facilement (matière plastique)

Remèdes

1. Rendre les matières conductrices (ou sens électrostatique) (en leur appliquant en surface un agent antistatique un ether de polyéthylène glycol qui évacue les charges)
2. Mise à la terre systématique des appareils.

Electrisation des liquides en mouvement



Frottement : ce sont les **Impuretés** du liquide qui facilitent la **production** des charges.

Cependant les **Impuretés** augmentent la conductibilité du liquide, ce qui **détruit** les charges produites.

Donc l'électrification dépend du taux de production des charges et du taux de destruction des charges.

Conductivités γ_{eau} 10^{-6} 10^{-8} 10^{-11} 10^{-16} 10^{-16} 10^{-18} S/cm

- conductivité élevée	électrification importante la production l'emporte sur la destruction des charges	conductivité et électrification très faibles (S = Siemens)
- électrification faible car la destruction l'emporte sur la production des charges		

Les liquides dangereux peuvent devenir non dangereux par addition. (additifs antistatiques - qq p.p.m)

Remèdes

1. mettre les réservoirs à la terre ($R_{\text{terre}} < 100 \Omega$)
2. attendre le temps de relaxation avant d'introduire une jauge
3. réaliser le remplissage en source (pour la protection de charges)
4. limiter les vitesses d'écoulement.

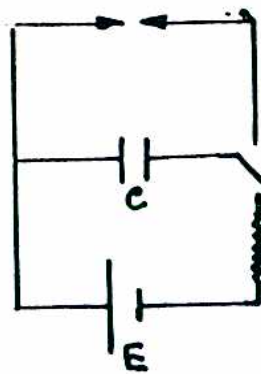
Quelle est l'énergie minimum d'inflammation d'un mélange air-gaz

Pour déterminer cette énergie, il faut la fournir

- en un point (c.a.d. dans un vol. minimum) et
- pendant le temps le plus court possible

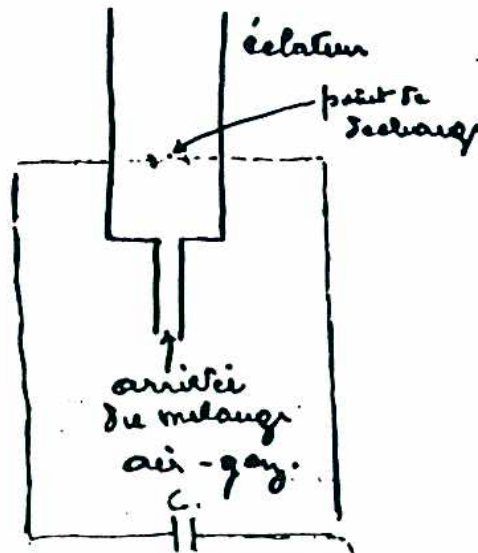
Comment réaliser cela ?

- en déchargeant un condensateur entre 2 pointes (placé)
- dans un circuit électrique sans R ni L. (car la durée d'une étincelle varie de 1 à 1000 en fonction de l'importance de R et L)



Si R et L du circuit de décharge $\rightarrow$
la durée de l'étincelle entre pointes $< 1 \mu s$

On associe donc le condensateur à un éclateur



gaz	%	Energie min. d'inflam.
H ₂	25,1	0,018 (mJ)
CH ₄	8,1	0,290
propane	5	0,250

atmosphère explosible



Le matériel électrique produit en marche normale des échauffements et/ou des étincelles ou arcs.

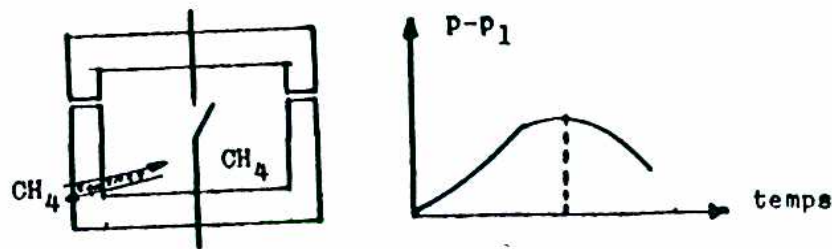
Les matériels électriques peuvent produire des étincelles ou arc en marche accidentelle.

Modes de protection

1. Matériel antidéflagrant « d » E. Ex d II a T₃

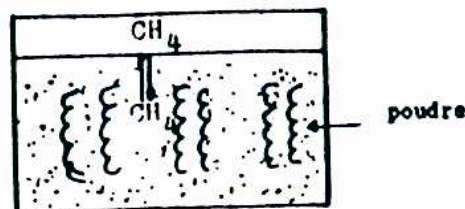
Le matériel électrique est placé dans une enveloppe

- qui doit résister à une explosion interne (il est approuvé à $1,5 p_{max}$)
- qui doit être étanche à la flamme de l'explosion (elle communique avec l'atmosphère ambiante par des interstices longs (e) et étroits (l))



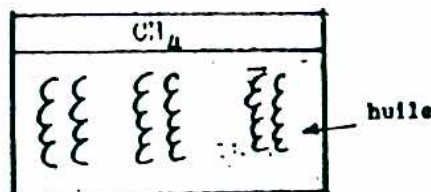
2. Matériel à protection par isolant pulverulent « q » E Ex q.l.

Le matériel électrique est séparé du mélange air-gaz par une hauteur adéquate de grains de sables pulverulent.



3. Matériel à immersion dans l'huile « O »

Le matériel électrique est noyé dans l'huile sur « L » suffisamment et n'est pas en contact avec le mélange air-gaz.



4. Matériel électrique de sécurité intrinsèque (matériel de télé...)

C'est du matériel à base tension, véhiculant un courant faible, et de faible inductance en cas de défaut ou d'arc l'étincelle produite libère une $E < 280 \mu J$.

5. Matériel électrique à surpression interne « p »

Le matériel électrique est logé dans une enveloppe toujours surpression au moyen d'un gaz inerte par rapport à l'environnement.

6. Matériel de sécurité électrique « e »

Matériel qui ne produit pas d'étincelle en marche normale ; il est conçu pour réduire à 0 les étincelles accidentelles.

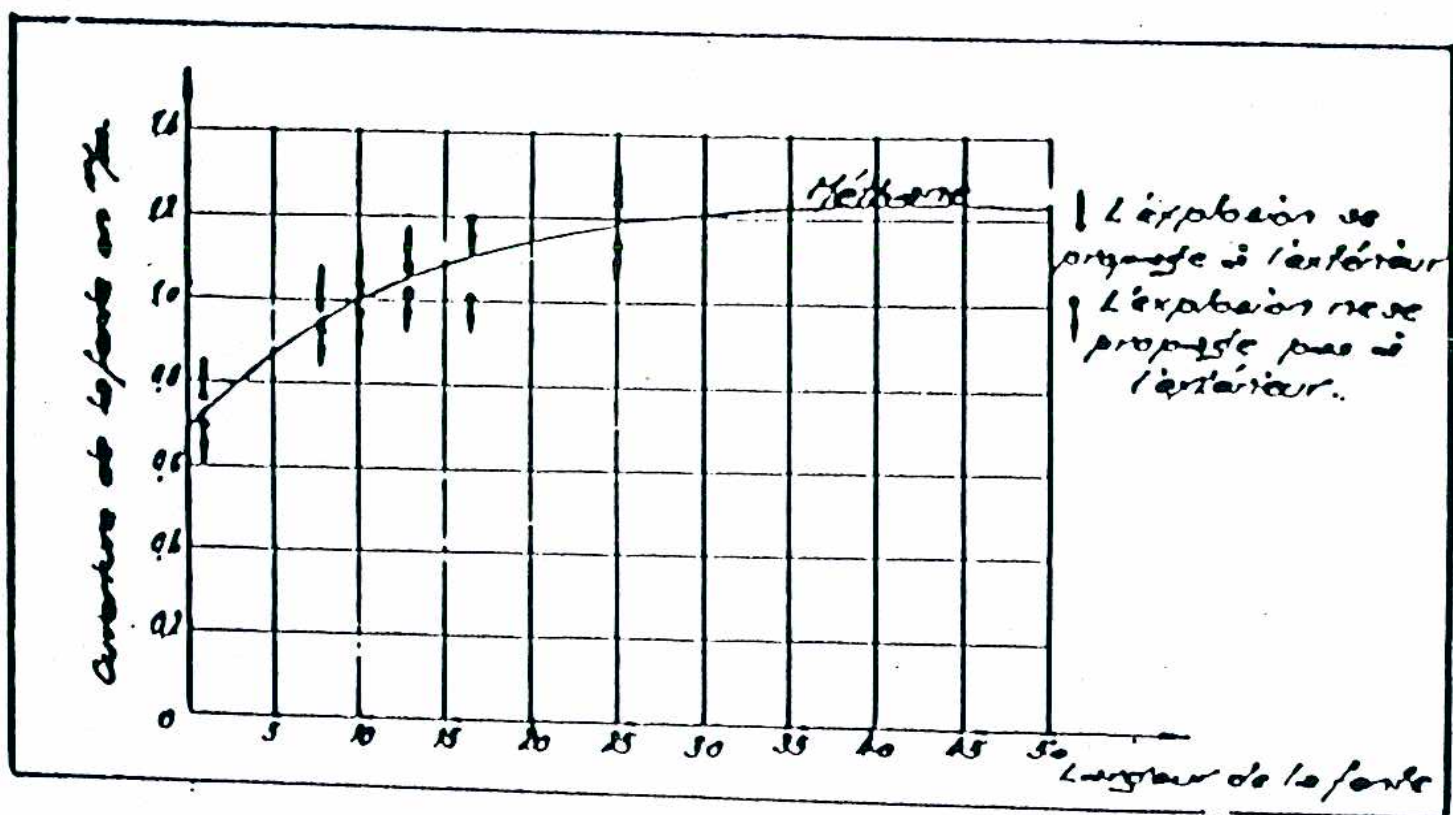


Figure 39. Diagramme des joints antidéflagrants.

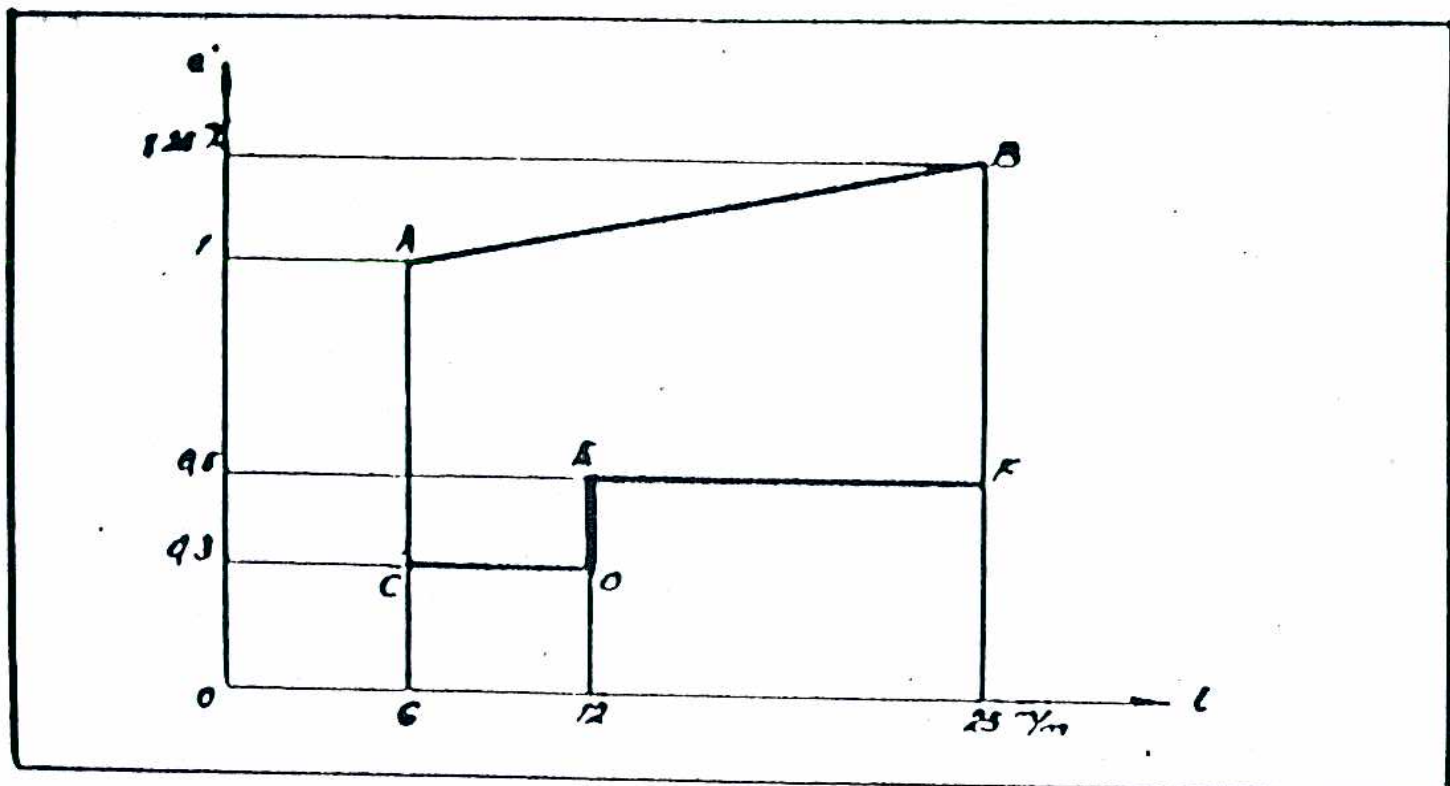


Figure 40. Joints de sécurité statistiques et constructifs d'après Cherchar.

mélange explosif air-gaz
atmosphère explosible

- Zones dangereuses

0	1	2	3
permanence	susceptible fonctionnement normal	peu probable	risque négligeable
ia	i d p q	i d p q e _{sec. segmentée} o _{imm. huile}	v

- Température marquée

MODE DE SECURITE DU MATERIEL ELECTRIQUE
UTILISABLE EN ATMOSPHERES EXPLOSIBLES.

1. Atmosphères explosibles.

1.1. Mesures générales de prévention.

1.2. Zones dangereuses

2. Matériel électrique.

2.1. Matériel pour atmosphère gazeuse.

2.2. Matériel pour atmosphère poussiéreuse.

3. Indications et recommandations pratiques.

1. Atmosphères explosibles

1.1. Mesures générales de prévention.

Des mesures sont prises pour réduire au strict minimum le volume des zones dangereuses et pour limiter le plus possible l'emploi de matériel électrique dans ces zones (R.G.I.E. art. 102 et 105).

1.2. Zones dangereuses.

A. Atmosphère de gaz explosifs

Chaque lieu présentant des risques d'explosion est, d'après les règles de l'art classé dans une zone de 0, 1 ou 2 suivant le risque présenté par l'existence éventuelle d'une atmosphère explosive en ce lieu. D'après la probabilité, dans le temps et en un point, de la présence d'atmosphères explosives, les lieux dangereux sont répartis en zones, comme mentionné ci-après :

Zone 0 : lieu dans lequel une atmosphère explosive gazeuse est présente en permanence ou dans lequel on prévoit sa présence, soit pendant de longues périodes, soit pendant de courtes périodes qui se produisent fréquemment;

Zone 1 : lieu dans lequel on peut prévoir qu'une atmosphère explosive gazeuse se formera périodiquement ou occasionnellement en fonctionnement normal;

Zone 2 : lieu dans lequel on ne prévoit pas la formation d'une atmosphère explosive gazeuse en fonctionnement normal et si elle se formait, ce ne serait que rarement et pendant de courtes périodes.

(R.G.I.E. art. 105)

B. Atmosphère de poussières explosives *voir décret royal du 26 mars 2003*

Tout lieu où existe un danger d'explosion dû à la poussière est classé selon les règles de l'art en zones Z et Y, selon la probabilité de présence d'un mélange explosif de poussières et d'air dans ce lieu. Selon le degré de probabilité, ces lieux sont classés en zones comme suit :

Zone Z : lieu où existent des poussières en suspension ou en couche et où l'on peut prévoir qu'une atmosphère poussiéreuse explosive se formera durant le fonctionnement normal des installations;

Zone Y : lieu dans lequel on ne prévoit pas une atmosphère poussiéreuse explosive durant le fonctionnement normal des installations.

(R.G.I.E. art. 110)

*Classification des
emplacements
d'urgence :
Moniteur belge
p. 24074*