

B ₂ . 15		DIMENSIONS													CALCUL DES ESCALIERS (1)												
		NOMBRE ET HAUTEUR DES MARCHES D'UN ESCALIER (en m)																									
		Repérer la hauteur sur le { EN HAUT : le nombre de marches N. tableau ci-dessous et lire { EN MARGE : la hauteur de la marche H.																									
		Exemple : Hauteur d'étage 3,28 m																									
		Voici quelques solutions acceptables (voir B ₂ . 16)																									
		3,276 → 21 marches de 0,156 m. 3,28 → 20 marches de 0,164 et 1 de 0,160 m. 3,28 → 20 marches de 0,164 m. 3,287 → 19 marches de 0,173 m. 3,28 → 18 marches de 0,173 et 1 de 0,166 m.																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
0,200	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	
0,199	0,398	0,597	0,796	0,995	1,194	1,393	1,592	1,791	1,99	2,199	2,398	2,597	2,796	2,995	3,194	3,393	3,592	3,791	3,99	4,199	4,398	4,597	4,796	4,995	5,194	5,393	
0,198	0,396	0,594	0,792	0,990	1,188	1,386	1,584	1,782	1,98	2,188	2,386	2,584	2,782	2,980	3,178	3,376	3,574	3,772	3,97	4,178	4,376	4,574	4,772	4,970	5,168	5,366	
0,197	0,394	0,591	0,788	0,985	1,182	1,379	1,576	1,773	1,97	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,196	0,392	0,588	0,784	0,980	1,175	1,372	1,568	1,764	1,96	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,195	0,390	0,585	0,780	0,975	1,170	1,365	1,560	1,755	1,95	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,194	0,388	0,582	0,776	0,970	1,164	1,358	1,552	1,745	1,94	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,193	0,386	0,579	0,772	0,965	1,158	1,351	1,544	1,737	1,93	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,192	0,384	0,576	0,768	0,960	1,152	1,344	1,536	1,728	1,92	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,191	0,382	0,573	0,764	0,955	1,146	1,337	1,528	1,719	1,91	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,190	0,380	0,570	0,760	0,950	1,140	1,330	1,520	1,710	1,90	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,189	0,378	0,567	0,756	0,945	1,134	1,323	1,512	1,701	1,89	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,188	0,376	0,564	0,752	0,940	1,128	1,316	1,504	1,692	1,88	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,187	0,374	0,561	0,748	0,935	1,124	1,311	1,498	1,685	1,87	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,186	0,372	0,558	0,744	0,930	1,116	1,302	1,488	1,674	1,86	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,185	0,370	0,555	0,740	0,925	1,112	1,298	1,484	1,669	1,84	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,184	0,368	0,552	0,736	0,920	1,104	1,288	1,472	1,656	1,84	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,183	0,366	0,549	0,732	0,915	1,098	1,281	1,464	1,647	1,83	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,182	0,364	0,546	0,728	0,910	1,092	1,274	1,456	1,638	1,82	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,181	0,362	0,543	0,724	0,905	1,086	1,267	1,448	1,629	1,81	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,180	0,360	0,540	0,720	0,900	1,080	1,260	1,440	1,620	1,80	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,179	0,358	0,537	0,716	0,895	1,074	1,253	1,432	1,611	1,79	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,178	0,356	0,534	0,712	0,890	1,068	1,246	1,424	1,602	1,78	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,177	0,354	0,531	0,708	0,885	1,062	1,239	1,416	1,593	1,77	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,176	0,352	0,528	0,704	0,880	1,056	1,232	1,408	1,584	1,76	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,175	0,350	0,525	0,700	0,875	1,050	1,225	1,400	1,575	1,75	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,174	0,348	0,522	0,696	0,870	1,044	1,218	1,392	1,566	1,73	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,173	0,346	0,519	0,692	0,865	1,038	1,211	1,384	1,557	1,71	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,172	0,344	0,516	0,688	0,860	1,032	1,204	1,376	1,548	1,72	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,171	0,342	0,513	0,684	0,855	1,026	1,197	1,368	1,539	1,71	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,170	0,340	0,510	0,680	0,850	1,020	1,190	1,360	1,530	1,70	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,169	0,338	0,507	0,676	0,845	1,014	1,183	1,352	1,521	1,69	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,168	0,336	0,504	0,672	0,840	1,008	1,176	1,344	1,512	1,68	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,167	0,334	0,501	0,668	0,835	1,002	1,169	1,336	1,503	1,67	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,166	0,332	0,498	0,664	0,830	0,996	1,162	1,328	1,494	1,66	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,165	0,330	0,495	0,660	0,825	0,990	1,155	1,320	1,486	1,65	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,164	0,328	0,492	0,656	0,820	0,984	1,148	1,312	1,478	1,64	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,163	0,326	0,489	0,652	0,815	0,978	1,141	1,304	1,467	1,63	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,162	0,324	0,486	0,648	0,810	0,972	1,134	1,296	1,458	1,62	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,161	0,322	0,483	0,644	0,805	0,966	1,127	1,288	1,449	1,61	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,160	0,320	0,480	0,640	0,800	0,960	1,120	1,280	1,440	1,60	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,159	0,318	0,477	0,636	0,795	0,954	1,113	1,272	1,431	1,59	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955	4,152	4,349	4,546	4,743	4,940	5,137	5,334	
0,158	0,316	0,474	0,632	0,790	0,948	1,106	1,264	1,422	1,58	2,182	2,379	2,576	2,773	2,970	3,167	3,364	3,561	3,758	3,955								

B ₂ . 19		CHARGES PERMANENTES ET CHARGES D'EXPLOITATION DUES AUX FORCES DE PESANTEUR (d'après NF-P 06-004)	
POIDS VOLUMIQUES ET ANGLES DU TALUS NATUREL POUR DIVERS CORPS EN VRAC			
	Poids volumique $\frac{daN}{m^3}$	Angles <i>degrés sexagésimaux</i>	
Sable	1 700-1 900	30-35	
Gravier	1 700	35	
Terre { sèche	1 800	40	
{ humide	2 100	20	
Ballast pour voies de chemin de fer	1 850	35	
Houille, anthracite { sèche	800	35	
{ humide	1 000	30	
Briques { en vrac	800	—	
{ empilées	1 300	—	
Coke	850	35	
Minette	2 000	45	
Mâchefer	800	45	
Cendres	800	35	
	450	45	
Bois en bûches { conifères { sec	650	45	
{ humide	700	45	
{ sec	1 000	45	
{ feuillus { humide	200	25	
Bois en copeaux { en vrac	300	45	
{ compact	800	30	
Blé, orge, seigle	550	30	
Avoine en vrac	700	30	
Pommes de terre	450	35	
Fruits	700	30	
Raves	600	25	
Malt	500	25	
Farine en vrac	600	—	
Farine en sacs	1 600	35	
Sucre { en sacs	950	40	
{ en vrac	1 200	—	
Sel { en vrac	1 000	—	
{ en sacs	100	—	
Foin et paille { en vrac	150	—	
{ bottelé	350	—	
Herbe et trèfle	1 000	—	
Fourrages ou feuilles (tassés et fermentés)	1 200	45	
Fumier en tas	1 800	—	
Fumier empilé	1 100	—	
Papier { empilé	1 600	—	
{ en rouleau	600	—	
Classeurs, armoires, compte tenu des vidés			

Dans les cas spéciaux, on détermine les poids volumiques par des essais. On détermine aussi par des essais le coefficient de frottement des matériaux sur une paroi. Celui-ci dépend de la rugosité de la paroi et du degré hygrométrique des matériaux.

Dans les cas spéciaux, on détermine les poids volumiques par des essais. On détermine aussi par des essais le coefficient de frottement des matériaux sur une paroi. Celui-ci dépend de la rugosité de la paroi et du degré hygrométrique des matériaux.

CHARGES PERMANENTES ET CHARGES D'EXPLOITATION DUES AUX FORCES DE PESANTEUR (d'après NF-P 06-004)			B ₂ . 20
POIDS VOLUMIQUES DE QUELQUES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION			
		daN/m ³	
Acier		7 850	
Fonte		7 250	
Aluminium		2 700	
Métaux cuivreux		8 900	
Plomb		11 400	
Bois de conifères séché à l'air		600	
Bois de feuillus séché à l'air		800	
Bois durs tropicaux		1 000	
Grès		2 500	
Calcaire compact, marbre, granit		2 800	
Calcaire de dureté moyenne		2 200	
Calcaire tendre		1 800	
Béton non armé		2 200	
Béton armé		2 500	
Béton de granulats légers (argile ou schiste expansé)		750-1 550	
Maçonnerie en moellons		2 300	
» en briques pleines		1 900	
» en briques perforées		1 350	
sans enduits { en briques creuses		900	
Maçonnerie en blocs de béton : {			
— blocs pleins en granulats lourds		2 100	
— blocs creux en granulats lourds (parois épaisses)		1 350	
Maçonnerie en pierre de taille		2 700	
POIDS APPROXIMATIFS DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UNE CONSTRUCTION			
MAÇONNERIE de terre cuite Nature de la paroi	Pour une épaisseur réelle (cm)	Poids surfacique (daN/m ²)	
	Enduit non compris		
a) Parois en briques pleines	5,5 10,5 21,5 33	105 200 405 630	
b) Parois en briques creuses	5 10 15 20 25 30	45 90 130 175 215 260	
c) Parois en briques perforées	5,5 10,5 21,5 33	70 140 295 450	
d) Parois en blocs perforés	17,5 22,5 27,5	230 295 360	

CHARGES PERMANENTES ET CHARGES D'EXPLOITATION DUES AUX FORCES DE PESANTEUR (D'après NF-P 06-004)			
B ₂ . 21	Nature de la paroi BLOCS EN BÉTON	Pour une épaisseur réelle (cm)	Poids surfacique (daN/m ²)
		Enduit non compris	
a)	Parois en blocs pleins de béton de granulats lourds	5 10 15 20	105 210 315 420
b)	Parois en blocs creux de béton de granulats lourds (blocs à parois épaisses)	5 10 15 20 25 30	65 135 200 270 325 385
c)	Parois en blocs pleins de béton d'argile expansé ou de schiste expansé (masse volumique du béton : 750-1 550 kg/m ³)	5 10 15 20	45-80 90-160 135-240 180-320
d)	Parois en blocs creux de béton d'argile expansé ou de schiste expansé (blocs à parois épaisses) (masse volumique du béton : 750-1 550 kg/m ³)	10 15 20 25	60-100 90-150 120-200 150-250
e)	Parois en blocs pleins de béton de laitier expansé ou de pouzzolane (masse volumique du béton : 1 450 kg/m ³)	5 10 15 20	75 150 225 300
	PIERRE DE TAILLE		
a)	Parois pleines	20 30	530 810
b)	Revêtements autoportants	8	220
c)	Revêtements attachés	3	80
d)	Revêtements scellés (y compris le mortier)		40
	Carreaux de plâtre		
	Cloisons en carreaux de plâtre à parements lisses		par cm : 10 daN/m ²
	ENDUITS		
	Enduit en plâtre		par cm : 10 daN/m ²
	Enduit au mortier de liants hydrauliques		par cm : 18 daN/m ²

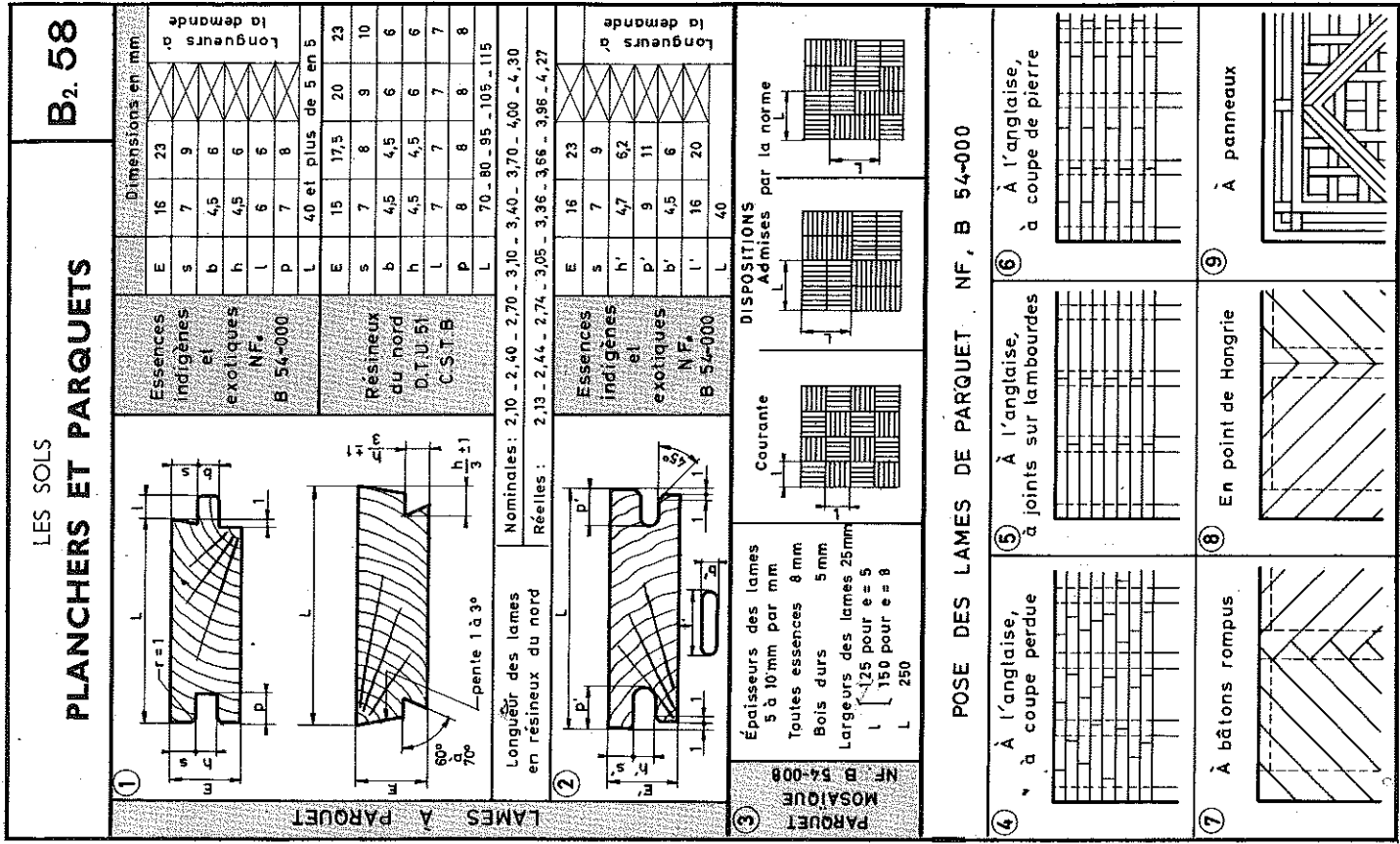
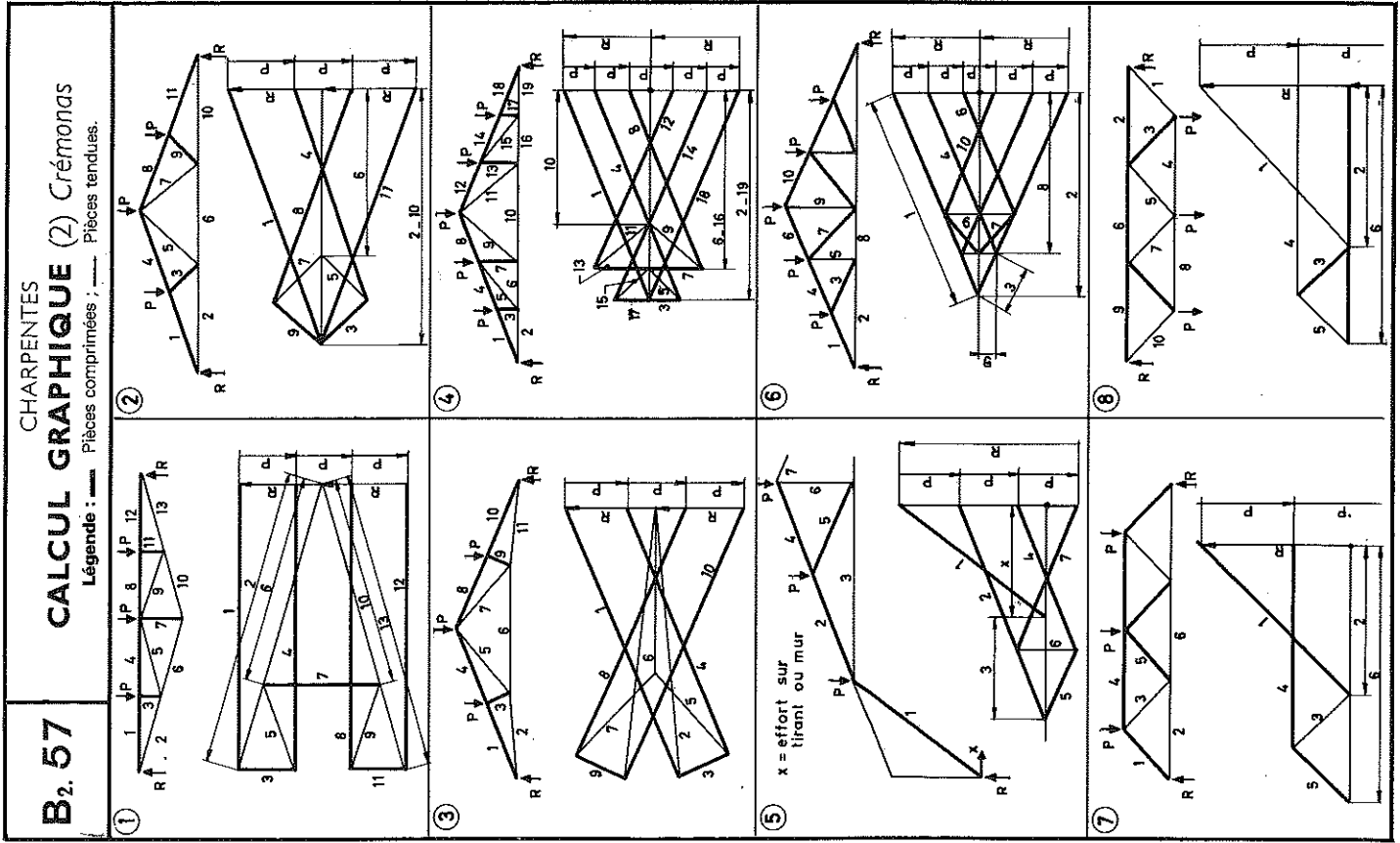
CHARGES PERMANENTES ET CHARGES D'EXPLOITATION DUES AUX FORCES DE PESANTEUR (d'après NF-P 06-004)			B ₂ . 22
PLANCHERS	Pour une hauteur réelle totale (cm)	Poids surfacique (daN/m ²)	
A. Dalles pleines en béton armé	par cm	25	
B. Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées ou nervures coulées sur place, avec entrevous (corps creux) en béton. Entr'axe 60 cm			
— Montages avec table de compression	12 + 4 16 + 4 20 + 4 25 + 5 16 20 24	250-260 275-285 310-330 360-400 220-230 260-280 290-310	
— Montages sans table de compression			
C. Dito avec entrevous en terre cuite			
— Montages avec table de compression	12 + 4 16 + 4 20 + 4 25 + 5 16 20 24	220-230 250-260 280-300 320-360 190-200 220-240 250-270	
— Montages sans table de compression			
D. Dito avec entrevous très légers (exemple Polystyrène) ou sans entrevous			
— Montages avec table de compression	12 + 5 16 + 5 20 + 5 25 + 5	150-170 170-200 180-210 240-280	
E. Planchers préfabriqués à éléments joints de dalles alvéolées, à alvéoles de petites dimensions	12 16 20 24	200-250 240-290 280-330 320-370	
* La variation des poids moyens est due à la variation de la forme de la section.			
REVÊTEMENTS DE PLANCHER			Poids surfacique
A. Chape en mortier de ciment			par cm : 20 daN/m ²
B. Dalle flottante en béton, y compris sous-couche élastique			par cm : 22 daN/m ²
C. Carrelages scellés. Y compris la couche de mortier de pose de 2 cm			
— Grès cérame mince (4,5 mm) format 5 x 5 et 2 x 2			50 daN/m ²
— Grès cérame (9,0 mm) format 10 x 10			60 daN/m ²
— Dallage céramique ou pierre dure de 15 à 30 mm			70-100 daN/m ²
D. Carrelages ou dallages collés			par cm : 20 daN/m ²
E. Parquets de 23 mm y compris lambourdes			25 daN/m ²
F. Sols minces textiles ou plastiques (collés ou tendus) et parquets mosaïques y compris ragréage du support			8 daN/m ²
G. Chape flottante en asphalte 2 à 2,5 cm, y compris couche élastique, revêtement de sol non compris			50 daN/m ²

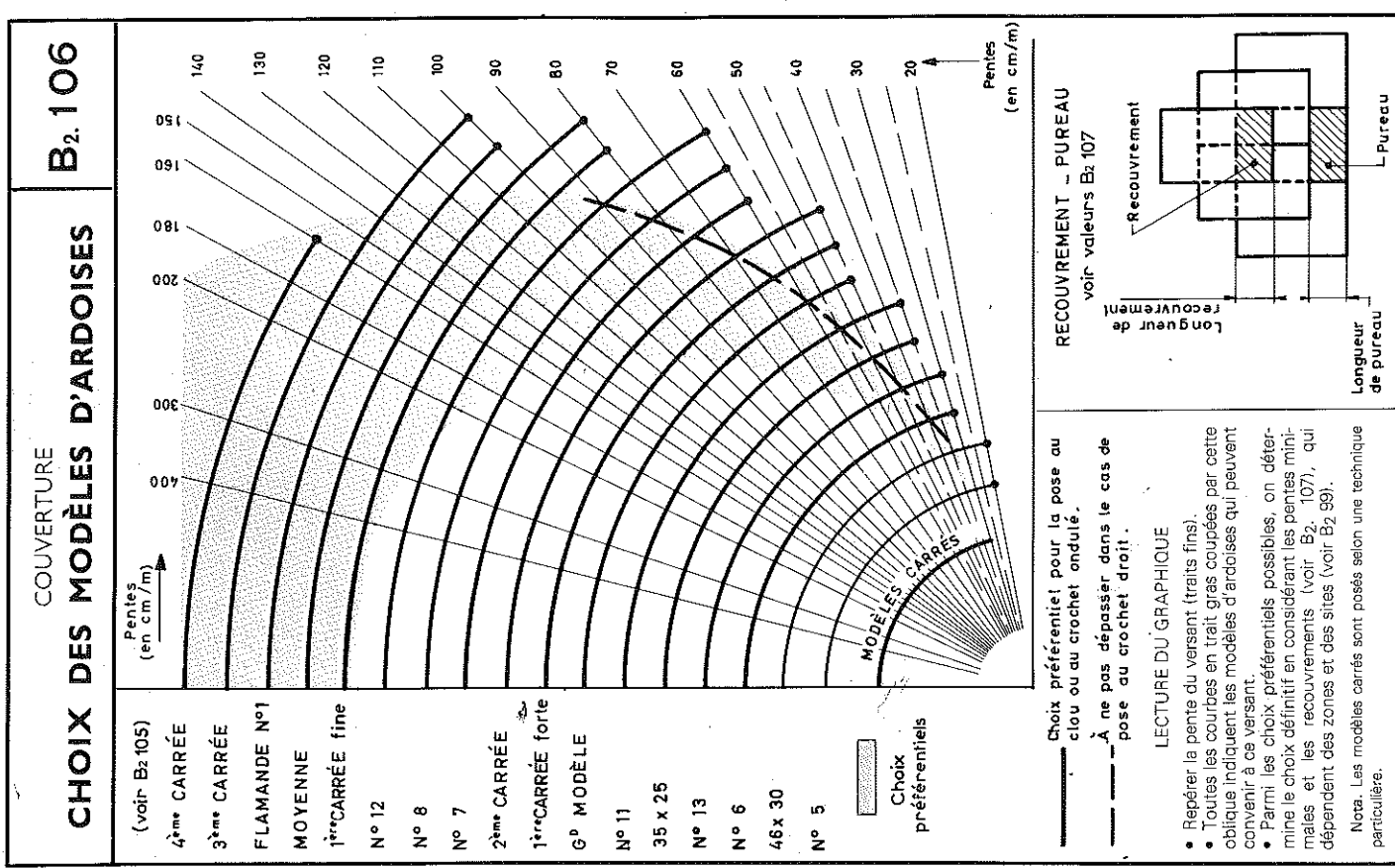
B ₂ . 53		CHARPENTES		PRINCIPAUX TYPES DE FERMES (1)	
FERMES SIMPLES	À entrain droit		À entrain droit 2 pannes intermédiaires	FERMES : TYPE AMÉRICAIN	
	À entrain brisé		À entrain brisé 2 pannes intermédiaires		
	À contrefiche 1 panne intermédiaire		À entrain brisé et aisselier 2 pannes intermédiaires		
APPENTIS SIMPLES	À contrefiche 1 panne intermédiaire		En appentis 2 pannes intermédiaires	FERMES : TYPE ANGLAIS	
	À jambe de force 1 panne intermédiaire		À entrain droit 2 pannes intermédiaires		
	À 1 panne intermédiaire		À entrain brisé 2 pannes intermédiaires		
FERMES À ÉCHARPES	À jambe de force et blochet 1 panne intermédiaire		À entrain brisé et jambe de force 2 pannes intermédiaires	FERMES : TYPE ANGLAIS	
	À 2 pannes intermédiaires		En appentis 2 pannes intermédiaires		

B ₂ . 54		CHARPENTES		PRINCIPAUX TYPES DE FERMES (2)	
FERMES : TYPE BELGE	À entrain droit 2 pannes intermédiaires		À 1 panne intermédiaire	FERMES À FAUX ENTRAÎT	
	À entrain brisé 2 pannes intermédiaires		À jambette dite "à la Polydor" 1 panne intermédiaire		
	À entrain brisé et jambe de force 2 pannes intermédiaires		À jambe de force 1 panne intermédiaire		
TYPE POLONCEAU	En appentis 1 panne intermédiaire		À jambette et contrefiche 2 pannes intermédiaires	FERMES À FAUX ENTRAÎT	
	En appentis 2 pannes intermédiaires		À jambe de force et contrefiche 2 pannes intermédiaires		
	À entrain droit 1 panne intermédiaire		À jambe de force 2 pannes intermédiaires		
TYPE POLONCEAU	À entrain brisé 1 panne intermédiaire		À jambe de force et sous-arbalétriers 2 pannes intermédiaires	FERMES À FAUX ENTRAÎT	
	À entrain brisé 3 pannes intermédiaires		À jambe de force et contrefiche avec ou sans sous-arbalétriers 3 pannes intermédiaires		

B _{2.55}		CHARPENTES		PRINCIPAUX TYPES DE FERMES (3)	
FERMES À L'ENTRAÎT RETROUSSE	À jambe de force et blochet 1 panne intermédiaire		À contrefiche 1 panne intermédiaire		
	À jambe de force, blochet et contrefiche 2 pannes intermédiaires		Du type américain 1 panne intermédiaire		
	À jambe de force, blochet et sous-arbalétrier 2 pannes intermédiaires		Du type Belge 1 panne intermédiaire		
	À jambe de force, blochet et contrefiche et sous-arbalétrier 3 pannes intermédiaires		Du type Anglais 3 pannes intermédiaires		
	À jambette contrefiche et aisselier 1 panne intermédiaire		Du type Polonaise 1 panne intermédiaire		
	À contrefiche et jambe de force 1 panne intermédiaire		À arbalétriers sous tendus 3 pannes intermédiaires		
	À contrefiche et jambe de force 1 panne intermédiaire		À arbalétriers en treillis 3 pannes intermédiaires		
	À poutrelle À panne de membron seulement		ARC en bow-string 5 pannes intermédiaires		
FERMES À LA MANSARD		FERMES EN SHED			

CHARPENTES		B _{2.56}	
CALCUL GRAPHIQUE (1) Crémonas			
Légende : Planches complètes; Planches tendues.			
①		②	
③		④	
⑤		⑥	
⑦		⑧	
⑨		⑩	
⑪		⑫	
⑬		⑭	
⑮		⑯	





COUVERTURE			
MODÈLES D'ARDOISES			
B2.105	ARDOISES		
	PRODUITS FABRIQUÉS		
	Dénomination	Dimensions en millimètres	
		Hauteur largeur	Épaisseur approximative
MODÈLES ORDINAIRES	35 x 25	355 x 250	2,7 à 3,5
	Grand modèle	325 x 220	2,7 à 3,5
	1 ^{re} Carrée 1/2 forte (dite fine)	300 x 220	2,4 à 3,0
	1 ^{re} Carrée forte	300 x 220	2,8 à 4,0
	2 ^{me} Carrée	300 x 200	2,7 à 3,5
	Moyenne	270 x 180	2,7 à 3,5
	Flamande n°1	270 x 160	2,7 à 3,5
	3 ^{me} Carrée n°1	250 x 180	2,7 à 3,5
	4 ^{me} Carrée	220 x 160	2,7 à 3,5
MODÈLES ANGLAIS	N° 5	508 x 250	3,8 à 5,0
	46 x 30	460 x 300	3,8 à 5,0
	N° 6	460 x 250	3,8 à 5,0
	N° 7	405 x 200	3,8 à 5,0
	N° 8	355 x 200	3,8 à 5,0
	N° 11	355 x 250	3,8 à 5,0
	N° 12	300 x 200	3,8 à 5,0
	N° 13	405 x 250	3,8 à 5,0
MODÈLES CARRÉS	36 x 36 à 4 épaulements de 5 cm	355 x 355	3,8 à 5,0
	33 x 33 "	325 x 325	3,8 à 5,0
	30 x 30 "	300 x 300	3,8 à 5,0
	36 x 36 à l'épaulement de 18 cm	355 x 355	3,8 à 5,0
	33 x 33 "	325 x 325	3,8 à 5,0
	30 x 30 "	300 x 300	3,8 à 5,0

MASSA MOYENNE DE 1000 ARDOISES (en kg)			
650	500	420	520
400	340	300	250
1380	1500	1270	810
700	920	590	1100
1370	1040	890	1370
1040			
890			

OBSERVATIONS

- Les ardoises se distinguent par leur format et leur épaisseur.
- Le format, il est déterminé par la nature du toit à couvrir (voir B2, 107).
- L'épaisseur, Elle est déterminée par le climat ou le caractère du bâtiment à couvrir. Ex. : monuments historiques.
- Les modèles d'ardoises ordinaires sont utilisés de préférence dans les régions maritimes ou pluvieuses.
 - Les modèles anglais sont utilisés de préférence dans les régions sujettes à la grêle ou aux fortes chutes de neige.

B₂.115

INSTALLATIONS THERMIQUES
CALCUL DES PERTES THERMIQUES

Les déperditions d'un local sont composées des pertes par les parois, des pertes par les liaisons et des pertes par renouvellement ou ventilation mécanique.

Une paroi peut être composée de divers éléments. Pour chacun d'eux on calculera les déperditions à l'aide de la formule 1.

Les liaisons correspondent aux pertes particulières dues aux ponts thermiques, exemples (fig. 1).

Ces pertes se calculent à l'aide de la formule 2.

Pour les liaisons entre murs, murs et refends et murs et plancher les pertes sont comptées deux fois comme le montrent les figures 3 et 4.

Les coefficients k de transmission linéique sont donnés par le D.T.U. « Règles Th-K-77 » chapitre VI et les équations permettant de calculer celles qui ne sont pas données sont définies par le chapitre 2-3 du même document.

En avant-projet on peut adopter :

$k = 0,20 \text{ (W/m. } ^\circ\text{C)}$

Le coefficient K (W/m² °C) est calculé à l'aide de l'équation :

$$\frac{1}{K} = \sum \frac{e}{\lambda} + \sum R + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$$

e = épaisseur de couche en mètre,
λ : voir B₂.116-117 (W/m. °C),
R : voir Tableau 6 ci-contre,
1/h_i-1/h_e : voir tableau 5 ci-contre.

Les déperditions par renouvellement d'air sont données par la formule :

$$D_r = 0,34 Q \Delta_t \text{ en (W)}$$

$0,34 = 0,28 \times 1,2$

0,28 = chaleur massique de l'air (Wh/kg. °C).

1,2 = Masse vol. de l'air à 20 °C (kg/m³).

Q = Débit d'air renouvelé (m³/h).

Δ_t = Ecart de température entre la température intérieure désirée et la température extérieure de base ; voir B₂.121 et 122.

COEFFICIENT « G »

$$G = \Sigma d/V_h \text{ en (W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Σ d = Somme des déperditions par degré.

V_h = Volume habitable voir règles Th-G 77.

① $D = \frac{D}{KA\Delta_t}$ dans laquelle :

D = Déperdition d'un élément en W

K = Coefficient de transmission surfacique en W/m². °C

A = Aire intérieure de l'élément d'une paroi en m²

Δ_t = Ecart de température entre les ambiances int. et ext. en °C

$$D_l = kL\Delta_t$$

D_l = Déperditions par liaison en W

k = Coefficient de transmission linéique en W/m. °C

L = Longueur des liaisons en m

Δ_t = d° ci-dessus en °C

⑤ RÉSISTANCES THERMIQUES D'ÉCHANGE SUPERFICIEL

Paroi en contact avec :

- l'extérieur - un local fermé
- un passage ouvert - un comble
- un local ouvert - un vide sanitaire

	Intérieur 1/h _i	Extérieur 1/h _e	1/h _i	1/h _e	1/h _i	1/h _e
Parois verticales ou faisaient avec le plan horizontal un angle > 60°.	0,11	0,05	0,17	0,11	0,11	0,22
Parois horizontales ou faisaient avec le plan horizontal un angle < 60°.	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
Flux ascendant	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34
Flux descendant						

⑥ R thermiques des lames d'air *		Épaisseur en mm						
Position	Sens du Flux	5	7,1	9,1	11,1	14	25	56
Horiz.	Ascendant	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14
Horiz.	Descendant	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Verticale		0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20

* Lames d'air continues non ventilées
e ≥ 5 mm parois lisses - e ≥ 15 mm parois rugueuses.

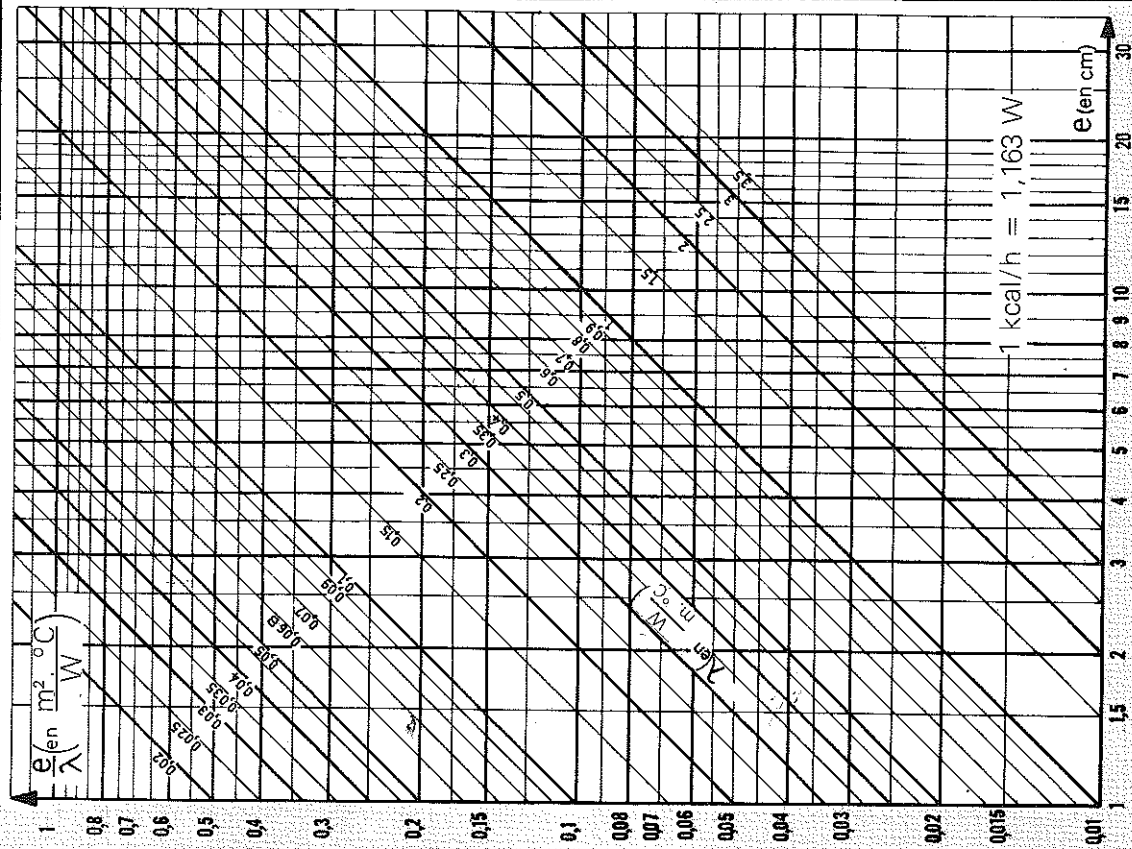
INSTALLATIONS THERMIQUES		CONDUCTIVITÉS THERMIQUES UTILES DES MATÉRIAUX (λ)		B ₂ .116	
D'après D.T.U. Règles Th-K 77		Poids volumique (matériau sec)		λ	
MATERIAUX		daN/m ³		W/m. °C	
PIERRES Granites basaltés, silex Porphyrés, laves Ardoises Calcaires, grès, meulères		2 400 à 3 000 2 100 à 2 600 2 700 2 350 à 2 580 2 160 à 2 340 1 840 à 2 150 1 650 à 1 840 1 470 à 1 640		3,5 2,9 2,1 2,9 2,2 1,7 1,4 1,05 0,95	
TERRES CUITES		1 800 à 2 000		1,15	
BÉTONS plein caveaux de laitier — plein — caveaux de granulats légers de granulats très légers cellulaire autoclavé		2 200 à 2 400 1 700 à 2 100 1 660 à 1 900 2 200 à 2 400 2 100 à 2 300 1 600 à 2 000 1 400 à 1 600 1 200 à 1 400 1 000 à 1 200 950 à 1 150 1 600 à 1 800 1 400 à 1 600 600 à 800 400 à 600 775 à 825 725 à 775 625 à 675 575 à 625 525 à 575 475 à 525 425 à 475 375 à 425		1,75 1,40 1,15 1,40 0,80 0,70 0,52 0,44 0,35 0,46 1,05 0,85 0,31 0,24 0,33 0,29 0,27 0,24 0,22 0,20 0,18 0,17 0,16	
MORTIERS pour enduits et joints		1 800 à 2 100		1,15	
AMIANTE-CIMENT		1 800 à 2 200 1 400 à 1 800		0,95 0,65	
PLÂTRES sans granulats avec granulats légers		1 100 à 1 300 750 à 1 000 700 à 900 500 à 700		0,50 0,35 0,30 0,25	

D'après D.T.U. Règles Th-K 77

MATÉRIAUX

	Poids volumique (matériau sec) daN/m ³	λ		Observations
		W/m. °C	W/m. °C	
BOIS ET DÉRIVÉS	Lourds	800 à 1 000	0,29	chêne, teack
	Feuillus mi-lourds et résineux très lourds	600 à 750	0,23	chêne, hêtre frêne, pitchpin
	Feuillus légers et résineux mi-lourds	450 à 600	0,15	chêne, bouleau érable, pin
	Feuillus très légers et résineux légers	300 à 450	0,12	peuplier, okoumé cèdre, sapin
	spéciaux	60 à 120	0,052	balsa
	Lièges	500	0,10	comprimé
		100 à 150	0,043	expansé
		150 à 250	0,048	aggloméré au brai
		850 à 1 000	0,20	NF B 51-100
		200 à 300	0,061*	Valeur moyenne
Panneaux de fibre		650 à 750	0,17	Panneaux
		550 à 640	0,14	pressés à plat
Panneaux de particules ..		450 à 450	0,12	NF B 54-100
		360 à 440	0,10	
Contreplaqués et lattés ..		550 à 650	0,16	extrudés
		450 à 550	0,15	pin
		350 à 450	0,12	okoumé, peuplier
VÉGÉTAUX	Panneaux de particules ..	500 à 600	0,12	
		410 à 500	0,10	particules
		320 à 410	0,085	de lin
FIBRES MINÉRALES	Panneaux et matelas de laine de verre ou de roche	20 à 300	0,041	matériaux d'usage courant en bât.
SYNTHÉTIQUES	Polystyrène	10 à 35	0,04*	Valeur moyenne
	(avec peau de surface)	35 à 40	0,029	"
	Mousse rigide de P.V.C.	25 à 48	0,032*	"
	Mousse rigide de poly- uréthane	30 à 60	0,03*	"
	Mousse formo-phénolique	30 à 100	0,04*	"
	Matières compactes	900 à 1 700	0,40	"
	Polyméthacrylates de mé- thyle	1 200 à 1 300	0,20	Altuglass-
	P.V.C.	1 300 à 1 400	0,20	Plexiglass
VERRE		2 700	1,15	
MÉTAUX	Cuivre	8 930	380	
	Aluminium	2 700	230	
	Duralumin	2 800	160	
	Laiton	8 400	110	
	Zinc	7 130	112	
	Fonte	7 500	56	
	Acier	7 780	52	
	Plomb	11 340	35	

* Pour plus de précisions consulter le D.T.U. Règles Th. K. 77.



CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE

L'abaque permet de calculer la résistance thermique (R) d'une couche de matériau.

- Remonter verticalement à la rencontre de la valeur λ propre à ce matériau (ligne oblique).
- Repérer en abscisses l'épaisseur e (en cm) de la couche de matériau étudiée.
- Revenir horizontalement à gauche et lire en ordonnées le résultat (R) cherché.

B₂. 119

INSTALLATIONS THERMIQUES

RÉSISTANCE THERMIQUE
DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

(RÉSISTANCE DE COUCHE) (d'après D.T.U. K 77)

Nous donnons ici les R principaux. Pour les cas spéciaux consulter D.T.U. K 77
e = épaisseur en cm, N = nombre de rangées d'alvéoles,
R = résistance thermique en m². °C/W

Nature des éléments	e	N	R	Observations	Nature des éléments	e	N	R	Observations
Blocs creux en béton à parois minces	7,5 12,5 17,5 17,5 17,5 22,5 22,5 27,5 27,5 32,5	1 1 2 2 2 3 3 4 4 5	0,06 0,13 0,21 0,22 0,25 0,31 0,37 0,40 0,45	p ≈ 2 150 kg/m ² Vides 45 à 55 % voir B ₂ 41	Briques pleines.	5,5 10,5 22 34 45	— — — — —	0,05 0,08 0,20 0,30 0,40	Format courant 5,5 x 10,5 x 22 p ≈ 1 850 kg/m ² .
d° à parois épaisses.	7,5 12,5 17,5 22,5 27,5	1 1 2 3 4	0,07 0,10 0,14 0,21 0,31	p ≈ 2 000 kg/m ² Vides 35 à 45 % voir B ₂ 42.	Briques perforées	10,5 12 25 33,5 38	— — — — —	0,13 0,15 0,28 0,32 0,48	INF P 13-305 p ≈ 1 800 kg/m ² . Pourcentage de vide 25 à 40 %.
Blocs creux en béton de pouzzolane ou laitier expansé.	7,5 12,5 17,5 22,5 27,5	1 1 2 3 4	0,17 0,24 0,38 0,47 0,53	p ≈ 1 400 kg/m ² Vides 40 à 50 % voir B ₂ 40	Blocs perforés en terre cuite.	20 22,5 25 27,5 35	8 8 10 10 13	0,49 0,53 0,56 0,62 0,66	4 à 5 alvéoles par élément aux faces cuite. Joints horizontaux discontinus. Enduit aux deux faces.
Planchers à hourdis en terre cuite.	12,0 16,0 18,0 20,0 20,0 25,0 25,0	1 1 2 2 2 3 3	0,08 0,11 0,13 0,17 0,18 0,21 0,22	p terre cuite 1 700 à 2 100 kg/m ² Dalle de compression ; ép. 4 à 5 cm. Entraxe des poutrelles ≈ 50 cm.	Briques creuses.	5 7,5 10 12,5 15 17,5 20 22,5 25 30	4 8 10 12 12 15 16 17 18 21	0,10 0,16 0,20 0,27 0,30 0,38 0,42 0,45 0,55	INF P 13-301 p du tessou ≈ 1 900 kg/m ² . Pourcentage de vide 55 à 65 %.
Planchers à hourdis en béton.	16,0 20,0 24,0 30,0 30,0	1 1 1 2 2	0,12 0,14 0,16 0,23 0,27	p (béton) ≈ 2 150 kg/m ² . Dalle de compression ; ép. 4 à 5 cm. Entraxe des poutrelles ≈ 68 cm.	Briques creuses à rupture de joint.	22,5 25 27,5 30	16 18 22 22	0,47 0,51 0,53 0,61	INF P 13-301 p du tessou ≈ 1 900 kg/m ² .
Planchers à hourdis en béton léger.	16,0 20,0 24,0 30,0 30,0 35,0 35,0	1 1 1 2 2 3 3	0,17 0,20 0,23 0,30 0,35 0,38 0,40	p (béton exp.) ≈ 1 300 kg/m ² . Dalle de compression ; ép. 4 à 5 cm. Entraxe des poutrelles ≈ 68 cm.					
Plafonds ou planchers sur solives en bois.	40/45 50/55 60/65 70/75 40/45 50/55 60/65 70/75	0,91 1,12 1,33 1,45 1,21 1,45 1,67 1,98		laine d'air					

INSTALLATIONS THERMIQUES

COEFFICIENT DE TRANSMISSION SURFACIQUE (K)

B₂ 120

DE PAROIS DE CONSTRUCTION

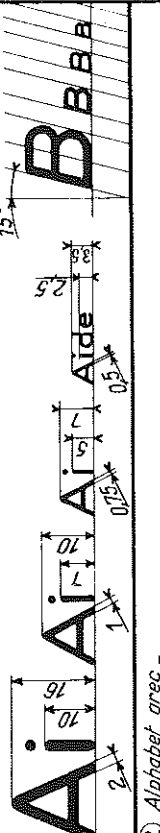
e = Épaisseur de la paroi y compris le ou les enduits.

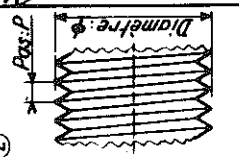
K = Coefficient de transmission surfacique en W/m². °C.

Nature de la paroi	e	K	Nature de la paroi	e	K
Pierre lourde (granite, basalte, silex, etc...), enduite sur une face.	30 35 40 45	3,56 3,40 3,25 3,10	Blocs creux en béton de pouzzolane ou de laitier expansé enduit aux deux faces.	20 22,5 25 27,5 30	1,70 1,55 1,50 1,45 1,40
Pierre calcaire demi-ferme, grès, meulière p ≈ 2 000 daN/m ² , enduite sur une face.	35 40 45	2,45 2,25 2,10	Blocs en béton cellulaire autoclavé (NF P 14-308) enduits aux deux faces	20 25 25 27,5 30	1,05 0,85 0,70 0,70 0,70
Briques pleines enduite sur une face.	35 40 45	2,00 1,90 1,85	Bétons banchés.	22,5 27,5 30	3,10 2,80 2,70
Briques perforées enduites sur une face.	23 26 34,5 39	2,10 1,90 1,80 1,45	Bétons banchés.	22,5 27,5 30	3,10 2,80 2,70
Blocs perforés en terre cuite. Joints horizontaux discontinus. Enduit aux deux faces.	32,5 35 37,5	0,90 0,85 0,80	Bétons banchés.	22,5 27,5 30	3,10 2,80 2,70
Briques creuses enduites aux deux faces.	22,5 25 27,5 30	1,65 1,55 1,50 1,30	Bétons banchés.	22,5 27,5 30	3,10 2,80 2,70
Briques creuses à rupture de joint.	22,5 25 27,5 30	1,65 1,55 1,50 1,30	Bétons banchés.	22,5 27,5 30	3,10 2,80 2,70
Blocs creux en béton de sable et gravillon à parois épaissies enduits aux deux faces.	20 22,5 25 30 35	2,75 2,50 2,30 2,05 1,75	Parois vitrées nues	20 22,5 25 30	5,0 5,8 5,5 6,5
Blocs creux en béton de sable et gravillon à parois minces enduits aux deux faces.	20 22,5 25 30 35	2,40 2,25 2,25 2,05 1,75	Parois vitrées nues	20 22,5 25 30	5,0 5,8 5,5 6,5
Blocs creux en béton de laitier concassé et sable à parois épaissies enduits aux deux faces.	20 22,5 25 30 35	1,95 1,85 1,70 1,55 1,50	Parois vitrées nues	20 22,5 25 30	5,0 5,8 5,5 6,5

Pour les cas spéciaux consulter D.T.U. K 77.

Pour les cas spéciaux consulter D.T.U. K 77.

Doc 1	LETTRES - CHIFFRES	β
① Alphabet latin - (extrait de N.F.E. 04.105)		
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmnopqrstuvwxyz		
		
② Alphabet grec -		
ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΣΤΥΦΧΨΩ αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψω		
alpha beta gamma delta epsilon zeta eta theta iota kappa lambda mu nu xi omicron pi rho sigma tau upsilon phi chi psi omega		
③ Chiffres arabes - (extrait de N.F.X. 02.005).		
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		
RÈGLES D'ÉCRITURE		
1. Séparer les nombres en tranches de trois chiffres par un espace inférieur à la largeur d'un chiffre. NOMBRES ENTIERS : à partir de la droite NOMBRES DÉCIMAUX : à partir de la virgule Exception pour les dates		
2. Écrire les symboles d'unité sans point d'abréviation, ni jamais la marque du pluriel Exceptions { Nombres complexes Écritures commerciales		
④ Chiffres romains -		
I V X L C D M 1 5 10 50 100 500 1000		
RÈGLES D'ÉCRITURE		
1. Plusieurs chiffres égaux écrits à la suite s'ajoutent 2. Tout chiffre écrit à la droite d'un chiffre plus fort s'ajoute à celui-ci 3. Tout chiffre écrit à la gauche d'un chiffre plus fort se retranche de celui-ci 4. Tout nombre surmonté d'un trait exprime des mille, de deux traits des millions		

N	NOMBRES NORMAUX	Doc 2
①		
SÉRIES RENARD		
10 à 100		
100 à 1000		
ORDRE DE PRÉFÉRENCE		
ORDRE DE PRÉFÉRENCE		
Valeurs recommandées à éviter		
Valeurs recommandées à éviter		
Valeurs exactes R 20		
100		
112,20		
125,89		
141,25		
158,49		
177,83		
199,53		
223,87		
251,19		
281,84		
316,23		
354,81		
398,11		
446,68		
501,19		
562,34		
630,96		
707,95		
794,33		
891,25		
1000		
Dans la notation des dessins on adopte de préférence les termes des séries Ra5, Ra10, Ra20 indiqués dans le tableau ci-dessus. Sauf pour les filetages SI, dont les valeurs sont données ci-dessous (Diamètre-Fus).		
② SYSTÈME INTERNATIONAL DE FILETAGE		
		
3 - 0,5 6 - 1 12 - 1,75 24 - 3 48 - 5 96 - 10 (3,5) - 0,6 (7) - 1 (14) - 2 (28) - 3 (56) - 5 (112) - 10 4 - 0,7 8 - 1,25 16 - 2 32 - 3,5 64 - 5,5 128 - 11 (4,5) - 0,75 (9) - 1,25 (18) - 2,5 (36) - 3,5 (72) - 6 5 - 0,8 10 - 1,5 20 - 2,5 40 - 4 80 - 6 160 - 12 6 - 1 (11) - 1,5 (22) - 2,5 (44) - 4 (88) - 6 (176) - 12 () Valeurs à éviter Progressions r = 0,5 r = 1 r = 2 r = 3 r = 4		
③ MASSES NORMALES DE PESÉE (1 à 1000)		
1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000		



SYSTÈME INTERNATIONAL

GÉOMÉTRIE	GRANDEUR		Symbole	UNITÉ		Symbole
	Nom			Nom		
GÉOMÉTRIE	Longueur		L	Mètre	m	
	Superficie		S	Mètre carré	m ²	
	Volume		V	Mètre cube	m ³	
	Angle plan		α	Radian	rad	
	Angle solide		Ω	Stéradian	sr	
MASSE	Masse		M	Kilogramme	kg	
	Masse volumique		ρ	Kilogramme par mètre cube	kg/m ³	
MÉCANIQUE	Temps		t	Seconde	s	
	Fréquence		f	Hertz	Hz	
	Vitesse		v	Mètre par seconde	m/s	
	Accélération		a	Mètre par seconde, par seconde	m/s ²	
	Force		F	Newton	N	
	Contrainte ou Pression		P	Newton par mètre carré ou pascal (Pa)	N/m ²	
	Énergie ou Travail		W	Joule	J	
	Puissance		P	Watt	W	
	Moment		M	Newton-mètre	N.m	
	Couple		C	Newton-mètre	N.m	
CHALEUR	Température		t	Degré Celsius ou Degré Kelvin	°C, °K	
	Chaleur massique		C	Joule par kilogramme et par degré	J/kg/°	
ÉLECTRICITÉ	Intensité de courant		I	Ampère	A	
	Quantité d'électricité		Q	Coulomb	C	
	Force électro-motrice, diff. de potentiel		E ou U	Volt	V	
	Résistance électrique		R	Ohm	Ω	
	Induction magnétique		B	Tesla	T	
	Flux magnétique		Φ	Weber	Wb	
	Inductance électrique		L	Henry	H	
Capacité électrique		C	Farad	F		
OPTIQUE	Intensité lumineuse		I	Candela	cd	
	Flux lumineux		Φ	Lumen	lm	
	Éclairement		E	Lux	lx	
	Luminance		L	Candela par mètre carré	cd/m ²	
	Vergence optique		F	Dioptrie	cd/m ² δ	

TABLEAU DE CONVERSION DES UNITÉS DE MÉCANIQUE

LONGUEUR	MASSE	FORCE	TEMPS	VITESSE	TRAVAIL	PUISSANCE	PRESSION	MOMENT
m	kg	N	s	$\frac{m}{s}$	$J = N.m$	$W = \frac{Jt, \eta}{s}$	$P = \frac{N}{m^2}$	N/m

AUTRES UNITÉS IMPORTANTES ET LEUR VALEUR EN UNITÉ S.I.

	μ	g	da N	10 min	60 min	$\frac{m}{min}$	$\frac{1}{min}$	W.h	3 600	millibar
	mm	t	1 000	h	3 600	$\frac{1000}{h}$	$\frac{1000}{3600}$	cal	4 185.5	N $\frac{cm^2}{cm^2}$
	km	carot	0,000 2					Cal	4 185.5	bar
	mille	1 852						th	4 185 500	N mm ²

CONVERSION ENTRE SYSTÈMES

SYSTÈMES PERIMÉS	FORCE	ÉNERGIE	PUISSANCE	PRESSION
MKSA	1 N = 1 kgf : 9.81	1 J = 1 kgm/s : 9.81	1 W = 1 kgm/s : 9.81	1 Pa = 1 kgf/m ² : 9.81
MTS	1 sthène = 10 ³ N	1 kilojoule = 10 ³ J	1 kilowatt = 10 ³ W	1 pièce = 10 ³ Pa
CGS	1 dyne = 10 ⁻⁶ N	1 erg = 10 ⁻⁷ J	1 erg/seconde = 10 ⁻⁷ W	1 barve = 10 ⁻⁴ Pa

extrait de FD.X02.005

SYMBOLS

Symbole	SIGNIFICATION	Symbole	SIGNIFICATION	Symbole	SIGNIFICATION
+	plus	$\neq$	différent de	L, L	longueur
-	moins	$\approx$	égal environ à	r, R	rayon
$\pm$	plus ou moins	$\sim$	équivalent à	d, D	diamètre
$\times$ ou $\bullet$	multiplié par	$=$	égal	$\widehat{AOB}$	angle
$\div$ ou $/$	divisé par	$<$	inférieur à	$\widehat{AOB}$	arc
%	pour cent	$\leq$	ou au plus égal à	sin	sinus
‰	pour mille	$>$	supérieur à	cos	cosinus
a^2	puiss. ^e exposant 2	$\geq$	ou au moins égal à	tg	tangente
a^n	puiss. ^e exposant n	$\nearrow$	croît	cotg	cotangente
a_n	indice n	$\searrow$	décroît	π	3,14-16
$\sqrt{a}$	racine carrée	$\parallel$	parallèle	h	hauteur
$\sqrt[n]{a}$	racine n ^{ième}	$\perp$	perpendiculaire	etc..	et la suite

Nota... Le signe "multiplié par" entre deux nombres (X) ; entre deux lettres (•)

TABBLEAU DES PRÉFICES

FACTEUR par lequel est multiplié l'unité	SYMBÔLE	PRÉFIXE	EXEMPLES D'UTILISATION
10 ³ ou 1 000	k	kilo	kg _____ kilogramme
10 ² ou 100	h	hecto	hm _____ hectomètre
10 ¹ ou 10	da	déca	dag _____ décagramme
10 ⁰ ou 1			
10 ⁻¹ ou 0,1	d	déci	dm _____ décimètre
10 ⁻² ou 0,01	c	centi	cm _____ centimètre
10 ⁻³ ou 0,001	m	milli	mm _____ millimètre
10 ⁻⁴ ou 0,000 1	dm	décimilli	dmm _____ décimillimètre
10 ⁻⁵ ou 0,000 01	cm	centimilli	cmm _____ centimillimètre
10 ⁻⁶ ou 0,000 001	µm	micro	µm _____ micromètre

Nota : Micromètre (μm) s'écrit (μ) micron

③CONVERSION DES FRACTIONS DE POUCE EN mm

fr. de pouce	m m	fr. de pouce	m m	fr. de pouce	m m	fr. de pouce	m m
1/32	0,79	9/32	7,14	17/32	13,49	25/32	19,84
1/16	1,59	5/16	7,94	9/16	14,29	13/16	20,64
3/32	2,38	11/32	8,73	19/32	15,08	27/32	21,43
1/8	3,17	3/8	9,52	5/8	15,87	7/8	22,22
5/32	3,97	13/32	10,32	21/32	16,67	29/32	23,02
3/16	4,76	7/16	11,11	11/16	17,46	15/16	23,81
7/32	5,56	15/32	11,91	23/32	18,26	31/32	24,60
1/4	6,35	1/2	12,70	3/4	19,05	1 pouce = 25,4 mm	

Doc
5

ARITHMÉTIQUE

•

•

TERMINOLOGIE DES NOMBRES

PARTIE ENTIERE

classe des milliards
classe des millions
classe de mille
classe des unités

4 123 839 544 , 870 841

unités de centaine
dizaine
centaine
millier
million
milliard

dix-cent-millièmes
dix-millièmes
cent-millièmes
millièmes
dix-milles
cent-milles
milles

PARTIE DÉCIMALE

① ADDITION +

Ex.
 $\begin{array}{r} 128,75 \\ + 3,42 \\ \hline 132,17 \end{array}$

Aligner les virgules verticalement.

② SOUSTRACTION —

Ex.
 $\begin{array}{r} 128,75 \\ - 3,42 \\ \hline 125,33 \end{array}$

Aligner les virgules verticalement.

③ MULTIPLICATION X

Ex.
 $\begin{array}{r} 1,5 \\ \times 0,03 \\ \hline 0,045 \end{array}$

Multiplier les nombres. Placer la virgule.

④ DIVISION : .

Ex.
 $\begin{array}{r} 2,4 : 0,12 \\ 240 \overline{) 12} \\ \hline 000 \quad 20 \end{array}$

Équilibrer les décimales. Diviser.

⑤ CARACTÈRES DE DIVISIBILITÉ

EXEMPLES

Par 2 Terminé à droite par 0 ou un chiffre pair . 20 ; 238

Par 5 Terminé à droite par 0 ou 5 . 320 ; 45

Par 3 Somme des chiffres divisible par 3 . 39 ; 1434

Par 9 Somme des chiffres divisible par 9 . 36 ; 8073

FRACTIONS

⑥ SIMPLIFICATION

$\frac{45}{60} = \frac{15}{20} = \dots\dots\dots = \frac{3}{4}$

Diviser les deux termes par le même nombre.

⑦ RÉDUCTION AU MÊME DÉNOMINATEUR

$\frac{5}{8} = \frac{5 \times 3}{8 \times 3} = \frac{15}{24}$ et $\frac{7}{6} = \frac{7 \times 4}{6 \times 4} = \frac{28}{24}$

Prendre pour dénominateur commun un nombre divisible par tous les dénominateurs.

⑧ ADDITION

Ex.
 $\frac{9}{16} + \frac{1}{4} = \frac{9}{16} + \frac{4}{16} = \frac{13}{16}$

Réduire au même dénominateur. Additionner les numérateurs.

⑨ SOUSTRACTION

Ex.
 $\frac{7}{12} - \frac{1}{3} = \frac{7}{12} - \frac{4}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$

Réduire au même dénominateur. Soustraire les numérateurs.

⑩ MULTIPLICATION

Ex.
 $\frac{3}{8} \times \frac{2}{15} = \frac{3 \times 2}{8 \times 15} = \frac{6}{120} = \frac{1}{20}$

Multiplier entre eux puis les numérateurs. Simplifier si possible.

⑪ DIVISION

Ex.
 $\frac{3}{5} : \frac{4}{15} = \frac{3 \times 15}{5 \times 4} = \frac{45}{20} = \frac{9}{4}$

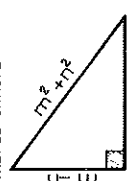
Multiplier la fraction dividende par l'inverse de la fraction diviseur.

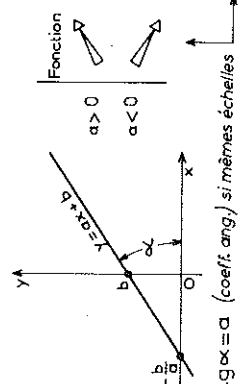
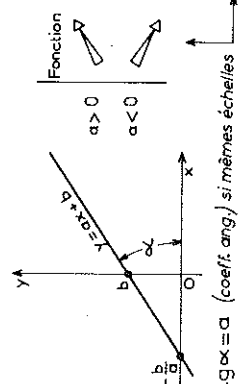
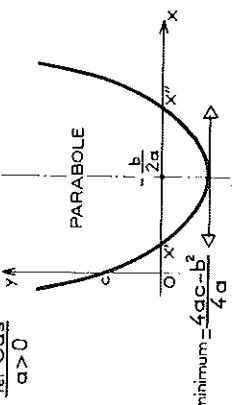
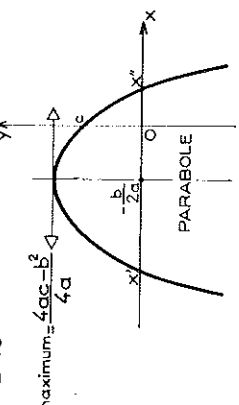
PGCD PPCM		NOMBRES PREMIERS										Doc 6
LISTE DES NOMBRES PREMIERS												
①	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	137	317	523	743	977	1213	1453	1693	1951	2213	2447	2713
2	139	331	541	751	983	1217	1459	1697	1973	2221	2459	2719
3	149	337	547	757	991	1223	1471	1699	1979	2237	2467	2729
5	151	347	557	761	997	1229	1481	1709	1987	2239	2473	2731
7	157	349	563	769	1009	1231	1483	1721	1993	2243	2477	2741
11	163	353	569	773	1013	1237	1487	1723	1997	2251	2503	2749
13	167	359	571	781	1019	1249	1489	1733	1999	2267	2521	2753
17	173	367	577	797	1021	1259	1493	1741	2003	2269	2531	2767
19	179	373	587	809	1031	1277	1499	1747	2011	2273	2539	2777
23	181	379	593	811	1033	1279	1511	1753	2017	2281	2543	2789
29	191	383	599	821	1039	1283	1523	1759	2027	2287	2549	2791
31	193	389	601	823	1049	1289	1531	1777	2029	2293	2551	2797
37	197	397	607	827	1051	1291	1543	1783	2039	2297	2557	2801
41	199	401	613	829	1063	1301	1553	1789	2063	2311	2591	2819
43	211	409	617	839	1061	1301	1553	1789	2063	2311	2591	2819
47	223	419	619	853	1069	1303	1559	1801	2069	2333	2593	2833
53	227	421	631	857	1087	1307	1567	1811	2081	2339	2609	2837
59	229	431	641	859	1091	1319	1571	1823	2083	2341	2617	2843
61	233	433	643	863	1093	1321	1579	1831	2087	2347	2621	2851
67	239	439	647	877	1097	1327	1583	1847	2089	2351	2633	2857
71	241	443	653	881	1103	1361	1597	1861	2099	2357	2647	2861
73	251	449	659	883	1109	1367	1601	1867	2111	2371	2657	2879
79	257	457	661	887	1117	1373	1607	1871	2113	2377	2659	2887
83	263	461	673	907	1123	1381	1609	1873	2129	2381	2663	2897
89	269	463	677	911	1129	1399	1613	1877	2131	2383	2671	2903
97	271	467	683	919	1151	1409	1619	1879	2137	2389	2677	2909
101	277	479	691	929	1153	1423	1621	1889	2141	2393	2683	2917
103	281	487	701	937	1163	1427	1627	1901	2143	2399	2687	2927
107	283	491	709	947	1171	1429	1637	1907	2153	2411	2699	2939
109	293	499	719	947	1181	1433	1657	1913	2161	2417	2693	2953
113	307	503	727	953	1187	1439	1663	1931	2179	2423	2699	2957
127	311	509	733	967	1193	1447	1667	1933	2203	2437		

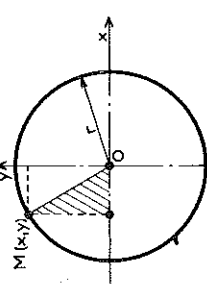
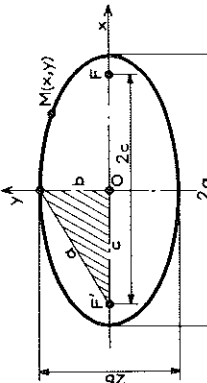
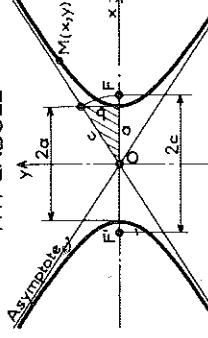
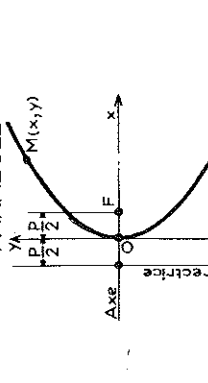
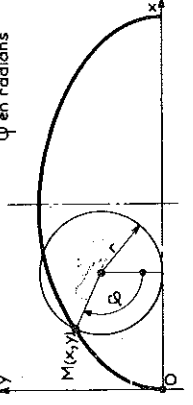
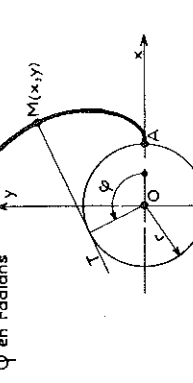
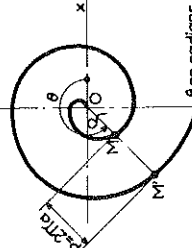
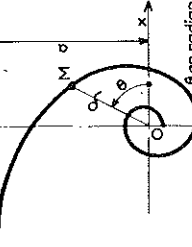
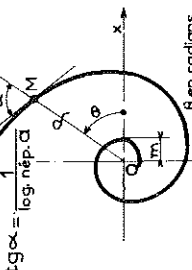
Doc 7	NOMBRES APPROCHÉS
① VALEURS APPROCHÉES à $\frac{1}{10^n}$ près D'UN NOMBRE DÉCIMAL ILLIMITÉ Ce sont les deux multiples de $\frac{1}{10^n}$ qui encadrent ce nombre. Exemple: Le nombre illimité $\sqrt{2} = 1,414\,21\ldots$ a pour valeurs approchées à $\frac{1}{10^3}$ près (0,001 près): par défaut par excès 1,414 1,415 La valeur par défaut (1,414) s'appelle aussi: valeur de $\sqrt{2}$ avec 3 décimales exactes. ERREUR ABSOLUE Erreur commise quand on remplace un nombre N par une valeur approchée A. $A - N = e_a$ ou ΔN (s'écrit delta N) En général ΔN: - est inconnue, mais sa limite supérieure est connue; - s'exprime par une puissance de 10; - est inférieure à $\frac{1}{10^n}$ si A remplace N à $\frac{1}{10^n}$ près. Exemple: $\sqrt{2} - 1,414 < 0,001$ et $1,415 - \sqrt{2} < 0,001$	② Exemple: $7,522\,3 < N < 7,523\,1$ Valeur approchée moyenne de N $= \frac{7,522\,3 + 7,523\,1}{2}$ $= 7,5227$ avec $e_a < 0,0004$. ③ Exemple: Soit $\sqrt{6} = 2,449\,49\ldots$ donc $= 2,449$ avec $\Delta N < \frac{1}{2\,000}$ $\Delta N < \frac{1}{20\,000}$ ④ Exemple: Pour $N = 25,385$ avec $e_a = \frac{1}{10^3}$ $e_r = \frac{1}{10^3} : 10 = \frac{1}{10^4}$ Exemple: $N = 0,071\,2$ avec $e_r = \frac{1}{10^2}$ $e_a = \frac{1}{10^2} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{10^3}$

Doc 8	NOMBRES APPROCHÉS	CONSEILS PRATIQUES
	① SOMME $N = A + B + \ldots$ Erreur absolue $\Delta N =$ Somme des erreurs absolues $\Delta A, \Delta B, \ldots$ $\Delta N = \Delta A + \Delta B + \ldots$ Exemple: A = 3,714 $\Delta A = 0,001$ B = 2,054 $\Delta B = 0,001$ C = 8,955 $\Delta C = 0,001$ $N = A + B + C = 14,723$ avec $\Delta N = 0,003$ ou $\Delta N < 0,01$ ② DIFFÉRENCE $N = A - B$ Exemple: A = 8,1256 $\Delta A = 0,0001$ B = 3,4822 $\Delta B = 0,0001$ $N = A - B = 4,6434$ avec $\Delta N = 0,0002$ ou $\Delta N < 0,001$ ③ PRODUIT $N = A \times B \times \ldots$ Erreur relative $\frac{\Delta N}{N} =$ Somme des erreurs relatives $\frac{\Delta A}{A}, \frac{\Delta B}{B}, \ldots$ $\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} + \ldots$ Exemple: A = 3,142 $\Delta A = 0,001$; $\frac{\Delta A}{A} = \frac{0,001}{3,142} = 0,01$ B = 0,548 $\Delta B = 0,001$; $\frac{\Delta B}{B} = \frac{0,001}{0,548} = 0,02$ $N = A \times B = 1,721\,816$ avec $\frac{\Delta N}{N} = 0,03$ ou $\Delta N < 0,1$ ④ QUOTIENT $N = \frac{A}{B}$ Exemple: A = 2,23 $\Delta A = 0,01$ B = 0,87 $\Delta B = 0,01$ $N = \frac{A}{B} = 2,5632$ avec $\Delta N = 0,03$ ou $\Delta N < 0,1$ ⑤ PUISSANCE $N = A^m$ Erreur relative = Produit de $\frac{\Delta A}{A}$ par m $\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta A}{A} \times m$ Exemple: A = 0,682 $\Delta A = 0,001$; $\frac{\Delta A}{A} = \frac{0,001}{0,682} = 0,0015$ $N = A^2 = 0,465\,124$ avec $\frac{\Delta N}{N} = 0,004$ ou $\Delta N < 0,01$ N = 0,47 à moins de 0,01 près ⑥ RACINE $N = \sqrt[m]{A}$ Erreur relative = Quotient de $\frac{\Delta A}{A}$ par m $\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta A}{A} : m$ Exemple: A = $\pi = 3,1416$ avec $\frac{\Delta A}{A} = 0,0004$ $N = \sqrt{A} = 1,772\,45$ avec $\frac{\Delta N}{N} = 0,000\,05$ ou $\Delta N < 0,0001$ N = 1,772 5 à moins de 0,0001 près	Pour simplifier le langage on dit: "l'erreur absolue" au lieu de "la limite supérieure de l'erreur absolue". Prendre tous les termes d'une somme, ou d'une différence, avec le même nombre de décimales. Lorsqu'une somme ne comporte pas plus de dix termes, supprimer le dernier chiffre du résultat (en forçant s'il y a lieu l'avant-dernier). Même conseil pour différence de deux nombres. Prendre les facteurs d'un produit avec le même nombre de décimales. Conserver, au résultat, une décimale de moins que n'en comporte chaque facteur. Même conseil pour le quotient de deux nombres. Quand on doit calculer une valeur comprise entre deux nombres d'une table numérique (interpolation), le résultat ne peut pas être donné avec un plus grand nombre de décimales que la table n'en comporte.

Doc 9	CALCUL ALGÈBRE																									
①	PUISSANCES $a^m \cdot a^n \cdot a^p = a^{m+n+p}$ $(a^m)^n = a^{mn}$ $(a^m \cdot b^n \cdot c^p)^r = a^{mr} \cdot b^{nr} \cdot c^{pr}$ $a^m : a^n = a^{m-n}$ $\left(\frac{a^m}{b}\right)^n = \frac{a^{mn}}{b^n}$	RACINES $\sqrt[m]{a \cdot b \cdot c} = \sqrt[m]{a} \times \sqrt[m]{b} \times \sqrt[m]{c}$ $\sqrt[m]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[m]{b}}$ Application: Rendre rationnelles les fractions: $\frac{A}{\sqrt{B}} = \frac{A\sqrt{B}}{B}$																								
③	EXPOSANTS FRACTIONNAIRES Définition: $a^{\frac{p}{q}} = \sqrt[q]{a^p}$ Mêmes règles que pour ① Exemples: $\frac{p}{q} \cdot a^{\frac{p'}{q}} = a^{\frac{p}{q} + \frac{p'}{q}}$ $a^{\frac{1}{3}} \cdot a^{\frac{1}{2}} = a^{\frac{1}{3} + \frac{1}{2}} = a^{\frac{5}{6}} = \sqrt[6]{a^5}$	EXPOSANTS NÉGATIFS Définition: $a^{-m} = \frac{1}{a^m}$ Mêmes règles que pour ① Exemples: $a^{-m} \cdot a^{-n} = a^{-(m+n)}$ $a^2 \cdot a^{-4} = a^{-2} = \frac{1}{a^2}$																								
⑤	LES PUISSANCES DE 10 <table> <tr> <td>0,001</td><td>0,01</td><td>0,1</td><td>1</td><td>10</td><td>100</td><td>1000</td></tr> <tr> <td>10^{-3}</td><td>10^{-2}</td><td>10^{-1}</td><td>10^0</td><td>10^1</td><td>10^2</td><td>10^3</td></tr> </table> <table> <tr> <td>$10^4 \times 10^3 = 10^7$</td><td>$10^7 : 10^2 = 10^5$</td><td>$(10^3)^2 = 10^6$</td></tr> <tr> <td>$10^5 \times 10^{-2} = 10^3$</td><td>$10 : 10^4 = 10^{-3}$</td><td>$(10^4)^3 = 10^{12}$</td></tr> <tr> <td>$10 \times 10^{-5} = 10^{-4}$</td><td>$10^3 : 10^{-3} = 10^6$</td><td>$\sqrt[2]{10^{-8}} = 10^{-4}$</td></tr> </table>			0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	$10^4 \times 10^3 = 10^7$	$10^7 : 10^2 = 10^5$	$(10^3)^2 = 10^6$	$10^5 \times 10^{-2} = 10^3$	$10 : 10^4 = 10^{-3}$	$(10^4)^3 = 10^{12}$	$10 \times 10^{-5} = 10^{-4}$	$10^3 : 10^{-3} = 10^6$	$\sqrt[2]{10^{-8}} = 10^{-4}$
0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000																				
10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3																				
$10^4 \times 10^3 = 10^7$	$10^7 : 10^2 = 10^5$	$(10^3)^2 = 10^6$																								
$10^5 \times 10^{-2} = 10^3$	$10 : 10^4 = 10^{-3}$	$(10^4)^3 = 10^{12}$																								
$10 \times 10^{-5} = 10^{-4}$	$10^3 : 10^{-3} = 10^6$	$\sqrt[2]{10^{-8}} = 10^{-4}$																								
⑥	PERMUTATIONS de 3 objets a, b, c <table> <tr> <td>a, b, c</td><td>a, c, b</td><td>b, a, c</td><td>c, a, b</td><td>b, c, a</td><td>c, b, a</td></tr> </table> Pour m objets: $P_m = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \dots \times m$ $= m!$ (se lit factorielle m) Ex: $P_3 = 1 \times 2 \times 3 = 6$ $P_7 = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 = 5040$	a, b, c	a, c, b	b, a, c	c, a, b	b, c, a	c, b, a	ARRANGEMENTS de 3 objets a, b, c pris 2 à 2 <table> <tr> <td>a, b</td><td>b, a</td><td>c, a</td><td>a, c</td><td>b, c</td><td>c, b</td></tr> </table> Pour m objets pris p à p: $A_m^p = m(m-1)(m-2) \dots (m-p+1)$ Ex: $A_3^2 = 3 \times 2 \times 1 = 6$ $A_7^3 = 7 \times 6 \times 5 = 210$	a, b	b, a	c, a	a, c	b, c	c, b	COMBINAISONS de 3 objets a, b, c pris 2 à 2 <table> <tr> <td>a, b</td><td>a, c</td><td>b, c</td></tr> </table> Pour m objets pris p à p: $C_m^p = \frac{m(m-1)(m-2) \dots (m-p+1)}{p!}$ Ex: $C_7^3 = \frac{7 \times 6 \times 5}{1 \times 2 \times 3} = 35$	a, b	a, c	b, c								
a, b, c	a, c, b	b, a, c	c, a, b	b, c, a	c, b, a																					
a, b	b, a	c, a	a, c	b, c	c, b																					
a, b	a, c	b, c																								

Doc 10	CALCUL ALGÈBRE																																																									
① IDENTITÉS REMARQUABLES	APPLICATIONS																																																									
$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ $(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$ $(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$ $(a+b+c+\dots)^2 = \sum a^2 + 2 \sum ab$	Triangles rectangles dont les trois côtés sont des nombres entiers.  En effet: $(m^2+n^2)^2 = (m^2-n^2)^2 + (2mn)^2$ car: $m^4 + 2m^2n^2 + n^4 = m^4 - 2m^2n^2 + n^4 + 4m^2n^2$ Exemple: $m=2; n=1$ $5^2 = 3^2 + 4^2$ Exemple: $m=7; n=3$ $58^2 = 40^2 + 42^2$																																																									
$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$ $(a+b)(a^2 - ab + b^2) = a^3 + b^3$ $(a-b)(a^2 + ab + b^2) = a^3 - b^3$ $(a-b)(a^3 + a^2b + ab^2 + b^3) = a^4 - b^4$ $(a-b)(a^4 + a^3b + a^2b^2 + ab^3 + b^5) = a^5 - b^5$	Exemple: $m=3; n=2$ $13^2 = 5^2 + 12^2$ Exemple: $m=13; n=6$ $205^2 = 133^2 + 156^2$																																																									
③	DÉVELOPPEMENT DE $(a+b)^m$																																																									
TRIANGLE ARITHMÉTIQUE DE PASCAL Coefficients <table> <tr> <th></th><th>C₁</th><th>C₂</th><th>C₃</th><th>C₄</th><th>C₅</th><th>C₆</th><th>C₇</th></tr> <tr> <td>$(a+b) \Rightarrow$</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>$(a+b)^2 \Rightarrow$</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>$(a+b)^3 \Rightarrow$</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>$(a+b)^4 \Rightarrow$</td><td>1</td><td>4</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>$(a+b)^5 \Rightarrow$</td><td>1</td><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>5</td><td>1</td><td></td></tr> <tr> <td>$(a+b)^6 \Rightarrow$</td><td>1</td><td>6</td><td>15</td><td>20</td><td>15</td><td>6</td><td>1</td></tr> </table>				C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	$(a+b) \Rightarrow$	1	1						$(a+b)^2 \Rightarrow$	1	2	1					$(a+b)^3 \Rightarrow$	1	3	3	1				$(a+b)^4 \Rightarrow$	1	4	6	4	1			$(a+b)^5 \Rightarrow$	1	5	10	10	5	1		$(a+b)^6 \Rightarrow$	1	6	15	20	15	6	1
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇																																																			
$(a+b) \Rightarrow$	1	1																																																								
$(a+b)^2 \Rightarrow$	1	2	1																																																							
$(a+b)^3 \Rightarrow$	1	3	3	1																																																						
$(a+b)^4 \Rightarrow$	1	4	6	4	1																																																					
$(a+b)^5 \Rightarrow$	1	5	10	10	5	1																																																				
$(a+b)^6 \Rightarrow$	1	6	15	20	15	6	1																																																			
Pour écrire les coefficients $C_1, C_2, C_3, \dots$ on dresse un tableau (Triangle de Pascal). Chaque nombre est la somme de deux nombres de la ligne précédente: celui qui est au-dessus et celui qui est immédiatement à gauche. Exemple: 4 ^e ligne du triangle de PASCAL. $(a+b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$																																																										
④	PROGRESSIONS																																																									
ARITHMÉTIQUE $a, a+r, a+2r, a+3r, \dots$	l = terme de rang n $r =$ raison $S =$ somme des n premiers termes																																																									
$l = a + (n-1)r$	Terme de rang n																																																									
$S = \frac{(a+l)n}{2}$	Somme des n premiers termes																																																									
$r = \frac{b-a}{n}$	Insertion de (n-1) moyens entre a et b																																																									
Somme des n premiers nombres entiers $= \frac{n(n+1)}{2}$	Somme des n premiers nombres impairs $= n^2$																																																									
	GÉOMÉTRIQUE $a, aq, aq^2, aq^3, \dots$ $l = aq^{n-1}$ $S = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1} = a \frac{q^n - 1}{q - 1}$ Limite S (si $q \neq 1$) pour $n = \infty$ $= \frac{a}{1 - q}$ $q = \sqrt[n]{\frac{b}{a}}$																																																									
	Somme des carrés des n premiers nombres entiers $= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$																																																									

Doc 11	ÉQUATIONS - FONCTIONS	
①	PREMIER DEGRÉ	② SECOND DEGRÉ
Equation à 1 inconnue ($a \neq 0$) $ax+b=0$ Racine $x = -\frac{b}{a}$		Equation à 1 inconnue ($a \neq 0$) $ax^2+bx+c=0$
Fonction $y=ax+b$ (linéaire) 		1er Cas $b^2-4ac > 0$ Deux racines x' et x'' $x' + x'' = -\frac{b}{a}$ $x'x'' = \frac{c}{a}$ $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
$tg \alpha = a$ (coefficient ang.) si mêmes échelles 		Ex. $5x^2-12x+4=0$ Rép.: $x'=2$ $b^2-4ac = 144-80=64 > 0$ $x = \frac{12 \pm \sqrt{64}}{10} = \frac{12 \pm 8}{10}$ $x''=0,4$
Droites parallèles $\alpha = \alpha'$ $tg \alpha = tg \alpha'$ $a = a'$ Ex. $\begin{cases} y=2x+5 \\ y=2x-4 \end{cases}$		2ème Cas $b^2-4ac < 0$ Pas de racine Ex. $7x^2+8x+3=0$ $b^2-4ac = 64-84 = -20 < 0$
Droites perpendiculaires $ \alpha - \alpha' = 90^\circ$ $tg \alpha \cdot tg \alpha' = -1$ $a \cdot a' = -1$ Ex. $\begin{cases} y=3x-1 \\ y=-\frac{x}{3}+5 \end{cases}$		3ème Cas Une racine $x = -\frac{b}{2a}$ Ex. $4x^2-20x+25=0$ Rép.: $x=2,5$ $b^2-4ac = 400-400=0$ $x=20:8$
Droite (coefficient a) passant par (x_0, y_0) $y - y_0 = a(x - x_0)$ Ex. $\begin{cases} x_0=2, y_0=-5 \\ a=4 \end{cases}$ $y+5=4(x-2)$		Fonction $y=ax^2+bx+c$ ($a \neq 0$) 1er Cas $a > 0$ 
Droite passant par (x_0, y_0) et (x_1, y_1) $\frac{y-y_0}{x-x_0} = \frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}$ Ex. $\begin{cases} x_0=2, y_0=-4 \\ x_1=5, y_1=7 \end{cases}$ $\frac{y+4}{x-2} = \frac{7+4}{5-2}$		minimum $= -\frac{4ac-b^2}{4a}$ 2ème Cas $a < 0$ 
Système de 2 équations à 2 inconnues $\begin{cases} ax+by=c \\ a'x+b'y=c' \end{cases}$		maximum $= \frac{4ac-b^2}{4a}$ Ex. x' et x'' racines de l'équation $ax^2+bx+c=0$ (cas où $b^2-4ac > 0$)
1er cas $ab'-ba' \neq 0$ $x = \frac{cb'-bc'}{ab'-ba'}$ $y = \frac{ac'-ca'}{ab'-ba'}$		2ème cas $ab'-ba' = 0$ $cb'-bc' \neq 0$ Impossibilité (droites parallèles) Indétermination (droites confondues)
x et y : coordonnées du point d'intersection des deux droites		

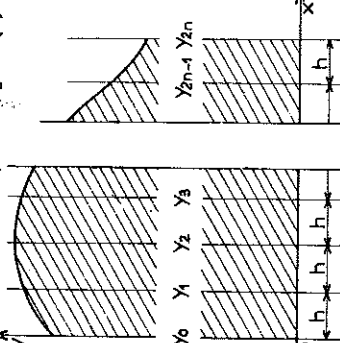
Doc 12	ÉQUATIONS DE COURBES	
	CERCLE	ELLIPSE
		
$x^2 + y^2 - r^2 = 0$		$c^2 = a^2 - b^2$ $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0$
	HYPERBOLE	PARABOLE
		
$c^2 = a^2 + b^2$ $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0$		$y^2 = 2px$
	CYCLOÏDE	DÉVELOPPANTE DE CERCLE
		
$x = r(\varphi - \sin \varphi)$ $y = r(1 - \cos \varphi)$		$x = r(\cos \varphi + \varphi \sin \varphi)$ $y = r(\sin \varphi - \varphi \cos \varphi)$
	SPIRALE d'Archimède (à pas constant)	SPIRALE hyperbolique
		
$\varphi = a\theta$		$\varphi = \frac{a}{\theta}$
	SPIRALE logarithmique (à angle constant)	
		$tg \alpha = \frac{1}{\log \text{ nép. } a}$ $\varphi = m\alpha^2$

Doc 13		DÉRIVÉES - PRIMITIVES		Doc 14	
1) DÉFINITIONS		2) FORMULES USUELLES		LOGARITHMES	
y = fonction de la variable x		PRIMITIVE F(x)		DÉFINITION DU LOGARITHME	
Δy accroissement de la fonction y pour Δx de la variable x		FONCTION f(x)		L'ÉGALITÉ $N = 10^n$ ← ENTRAÎNE → $n = \log N$	
Dérivée $y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$		DÉRIVÉE f'(x)		1) LOGARITHMES DES PUISSANCES DE 10	
y' est la fonction dérivée de y y est une fonction primitive de y'		DÉRIVÉE		Puisances de 10	
Exemple: $y = x^2$ $y + \Delta y = (x + \Delta x)^2$ $\Delta y = 2x\Delta x + \Delta x^2$ $\frac{\Delta y}{\Delta x} = 2x + \Delta x$ $y' = 2x$ (pour $\Delta x \rightarrow 0$)		FONCTION COMPOSÉE de plusieurs fonctions de x telles que $u, v, w, \dots$		Logarithmes correspondants	
x^2 a pour dérivée 2x x^3 a pour primitive $\frac{1}{3}x^3$		DÉRIVÉE		1) Si N est plus grand que 1 : compter le nombre de ses chiffres avant la virgule et retrancher 1. (la caractéristique est positive (+)) $\log 9315 = 3, \dots$ (4-1=3) $\log 125212 = 5, \dots$ (6-1=5) $\log 3,47 = 0, \dots$ (1-1=0)	
2) FONCTION COMPOSÉE		FONCTION de fonction de x		2) Si N est plus petit que 1 : lire le rang occupé par le premier chiffre significatif après la virgule. (la caractéristique est négative (-)) $\log 0,078 = \bar{2}, \dots$ (2 ^{ème} rang) $\log 0,00098 = \bar{4}, \dots$ (4 ^{ème} rang)	
3) FONCTION COMPOSÉE		DÉRIVÉE		3) RECHERCHE DU NOMBRE DONT ON CONNAÎT LE LOGARITHME	
u + v + w		DÉRIVÉE		EXEMPLES	
uv		DÉRIVÉE		Caractéristique positive	
$\frac{u}{v}$		DÉRIVÉE		Caractéristique négative	
u^m		DÉRIVÉE		CORRESPONDANCE DES OPÉRATIONS	
$\frac{1}{u}$		DÉRIVÉE		SUR LES NOMBRES	
$\sqrt{u}$		DÉRIVÉE		SUR LES LOGARITHMES	
4) FONCTION COMPOSÉE		DÉRIVÉE		X	
u + v + w		DÉRIVÉE		+	
uv		DÉRIVÉE		-	
$\frac{u}{v}$		DÉRIVÉE		x	
u^m		DÉRIVÉE		:	
$\frac{1}{u}$		DÉRIVÉE		()	
$\sqrt{u}$		DÉRIVÉE		√	

Doc 13		DÉRIVÉES - PRIMITIVES		Doc 14	
1) DÉFINITIONS		2) FORMULES USUELLES		LOGARITHMES	
y = fonction de la variable x		PRIMITIVE F(x)		DÉFINITION DU LOGARITHME	
Δy accroissement de la fonction y pour Δx de la variable x		FONCTION f(x)		L'ÉGALITÉ $N = 10^n$ ← ENTRAÎNE → $n = \log N$	
Dérivée $y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$		DÉRIVÉE f'(x)		1) LOGARITHMES DES PUISSANCES DE 10	
y' est la fonction dérivée de y y est une fonction primitive de y'		DÉRIVÉE		Puisances de 10	
Exemple: $y = x^2$ $y + \Delta y = (x + \Delta x)^2$ $\Delta y = 2x\Delta x + \Delta x^2$ $\frac{\Delta y}{\Delta x} = 2x + \Delta x$ $y' = 2x$ (pour $\Delta x \rightarrow 0$)		FONCTION COMPOSÉE de plusieurs fonctions de x telles que $u, v, w, \dots$		Logarithmes correspondants	
x^2 a pour dérivée 2x x^3 a pour primitive $\frac{1}{3}x^3$		DÉRIVÉE		1) Si N est plus grand que 1 : compter le nombre de ses chiffres avant la virgule et retrancher 1. (la caractéristique est positive (+)) $\log 9315 = 3, \dots$ (4-1=3) $\log 125212 = 5, \dots$ (6-1=5) $\log 3,47 = 0, \dots$ (1-1=0)	
2) FONCTION COMPOSÉE		FONCTION de fonction de x		2) Si N est plus petit que 1 : lire le rang occupé par le premier chiffre significatif après la virgule. (la caractéristique est négative (-)) $\log 0,078 = \bar{2}, \dots$ (2 ^{ème} rang) $\log 0,00098 = \bar{4}, \dots$ (4 ^{ème} rang)	
3) FONCTION COMPOSÉE		DÉRIVÉE		3) RECHERCHE DU NOMBRE DONT ON CONNAÎT LE LOGARITHME	
u + v + w		DÉRIVÉE		EXEMPLES	
uv		DÉRIVÉE		Caractéristique positive	
$\frac{u}{v}$		DÉRIVÉE		Caractéristique négative	
u^m		DÉRIVÉE		CORRESPONDANCE DES OPÉRATIONS	
$\frac{1}{u}$		DÉRIVÉE		SUR LES NOMBRES	
$\sqrt{u}$		DÉRIVÉE		SUR LES LOGARITHMES	
4) FONCTION COMPOSÉE		DÉRIVÉE		X	
u + v + w		DÉRIVÉE		+	
uv		DÉRIVÉE		-	
$\frac{u}{v}$		DÉRIVÉE		x	
u^m		DÉRIVÉE		:	
$\frac{1}{u}$		DÉRIVÉE		()	
$\sqrt{u}$		DÉRIVÉE		√	

QUADRATURES APPROCHÉES

Division en 2n parties égales (h)



MÉTHODE DES TRAPÈZES

$$S = \frac{h}{2} [y_0 + y_{2n} + 2(y_1 + y_2 + \dots + y_{2n-1})]$$

MÉTHODE DE SIMPSON

$$S = \frac{h}{3} [y_0 + y_{2n} + 2(y_1 + y_2 + \dots + y_{2n-1}) + 4(y_3 + y_5 + \dots + y_{2n-1})]$$

MÉTHODES DE PONCELET ET DE PARMETIER

$$S_1 = \frac{h}{2} [y_0 + y_{2n} + 2(y_1 + y_2 + \dots + y_{2n-1})]$$

$$S_2 = 2h (y_1 + y_3 + y_5 + \dots + y_{2n-1})$$

Méthode de Poncelet $S = \frac{S_1 + S_2}{2}$ Méthode de Parmentier $S = \frac{2S_1 + S_2}{3}$

N ³	TABLE DES CUBES										Doc 22
	DES NOMBRES 500 à 999										
500	125 000 000	135 000 000	145 000 000	155 000 000	165 000 000	175 000 000	185 000 000	195 000 000	205 000 000	215 000 000	500
501	125 000 001	135 000 001	145 000 001	155 000 001	165 000 001	175 000 001	185 000 001	195 000 001	205 000 001	215 000 001	501
502	125 000 002	135 000 002	145 000 002	155 000 002	165 000 002	175 000 002	185 000 002	195 000 002	205 000 002	215 000 002	502
503	125 000 003	135 000 003	145 000 003	155 000 003	165 000 003	175 000 003	185 000 003	195 000 003	205 000 003	215 000 003	503
504	125 000 004	135 000 004	145 000 004	155 000 004	165 000 004	175 000 004	185 000 004	195 000 004	205 000 004	215 000 004	504
505	125 000 005	135 000 005	145 000 005	155 000 005	165 000 005	175 000 005	185 000 005	195 000 005	205 000 005	215 000 005	505
506	125 000 006	135 000 006	145 000 006	155 000 006	165 000 006	175 000 006	185 000 006	195 000 006	205 000 006	215 000 006	506
507	125 000 007	135 000 007	145 000 007	155 000 007	165 000 007	175 000 007	185 000 007	195 000 007	205 000 007	215 000 007	507
508	125 000 008	135 000 008	145 000 008	155 000 008	165 000 008	175 000 008	185 000 008	195 000 008	205 000 008	215 000 008	508
509	125 000 009	135 000 009	145 000 009	155 000 009	165 000 009	175 000 009	185 000 009	195 000 009	205 000 009	215 000 009	509
510	125 000 010	135 000 010	145 000 010	155 000 010	165 000 010	175 000 010	185 000 010	195 000 010	205 000 010	215 000 010	510
511	125 000 011	135 000 011	145 000 011	155 000 011	165 000 011	175 000 011	185 000 011	195 000 011	205 000 011	215 000 011	511
512	125 000 012	135 000 012	145 000 012	155 000 012	165 000 012	175 000 012	185 000 012	195 000 012	205 000 012	215 000 012	512
513	125 000 013	135 000 013	145 000 013	155 000 013	165 000 013	175 000 013	185 000 013	195 000 013	205 000 013	215 000 013	513
514	125 000 014	135 000 014	145 000 014	155 000 014	165 000 014	175 000 014	185 000 014	195 000 014	205 000 014	215 000 014	514
515	125 000 015	135 000 015	145 000 015	155 000 015	165 000 015	175 000 015	185 000 015	195 000 015	205 000 015	215 000 015	515
516	125 000 016	135 000 016	145 000 016	155 000 016	165 000 016	175 000 016	185 000 016	195 000 016	205 000 016	215 000 016	516
517	125 000 017	135 000 017	145 000 017	155 000 017	165 000 017	175 000 017	185 000 017	195 000 017	205 000 017	215 000 017	517
518	125 000 018	135 000 018	145 000 018	155 000 018	165 000 018	175 000 018	185 000 018	195 000 018	205 000 018	215 000 018	518
519	125 000 019	135 000 019	145 000 019	155 000 019	165 000 019	175 000 019	185 000 019	195 000 019	205 000 019	215 000 019	519
520	125 000 020	135 000 020	145 000 020	155 000 020	165 000 020	175 000 020	185 000 020	195 000 020	205 000 020	215 000 020	520
521	125 000 021	135 000 021	145 000 021	155 000 021	165 000 021	175 000 021	185 000 021	195 000 021	205 000 021	215 000 021	521
522	125										

Doc	TABLE DES CUBES DES NOMBRES 1 à 999		N°
21	1000 1250 1500 1750 2000 2250 2500 2750 3000 3250 3500 3750 4000 4250 4500 4750 5000 5250 5500 5750 6000 6250 6500 6750 7000 7250 7500 7750 8000 8250 8500 8750 9000 9250 9500 9750 10000	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49

1		INVERSES										Doc 26										
N		DES NOMBRES 500 à 999																				
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9												
50.	002	000	001	996	001	992	001	988	001	984	001	980	001	976	001	972	001	969	001	965	001	961
51.	001	961	001	957	001	953	001	949	001	946	001	942	001	938	001	934	001	931	001	927	001	923
52.	001	923	001	919	001	916	001	912	001	908	001	905	001	901	001	898	001	894	001	890	001	887
53.	001	887	001	883	001	880	001	876	001	873	001	869	001	866	001	862	001	859	001	855	001	852
54.	001	852	001	848	001	845	001	842	001	838	001	835	001	832	001	828	001	825	001	821	001	818
55.	001	818	001	815	001	812	001	808	001	805	001	802	001	799	001	795	001	792	001	789	001	786
56.	001	786	001	783	001	779	001	776	001	773	001	770	001	767	001	764	001	761	001	757	001	754
57.	001	754	001	751	001	748	001	745	001	742	001	739	001	736	001	733	001	730	001	727	001	724
58.	001	724	001	721	001	718	001	715	001	712	001	709	001	706	001	704	001	701	001	698	001	695
59.	001	695	001	692	001	689	001	686	001	684	001	681	001	678	001	675	001	672	001	669	001	666
60.	001	667	001	664	001	661	001	658	001	656	001	653	001	650	001	647	001	645	001	642	001	639
61.	001	639	001	637	001	634	001	631	001	629	001	626	001	623	001	621	001	618	001	616	001	613
62.	001	613	001	610	001	608	001	605	001	603	001	600	001	597	001	595	001	592	001	590	001	587
63.	001	587	001	585	001	582	001	580	001	577	001	575	001	572	001	570	001	567	001	565	001	562
64.	001	565	001	563	001	560	001	558	001	555	001	553	001	550	001	548	001	546	001	544	001	541
65.	001	538	001	536	001	534	001	531	001	529	001	527	001	524	001	522	001	520	001	517	001	515
66.	001	515	001	513	001	511	001	508	001	506	001	504	001	502	001	499	001	497	001	495	001	493
67.	001	493	001	490	001	488	001	486	001	484	001	481	001	479	001	477	001	475	001	473	001	471
68.	001	474	001	469	001	466	001	464	001	462	001	460	001	458	001	456	001	453	001	451	001	449
69.	001	449	001	447	001	445	001	443	001	441	001	439	001	437	001	435	001	433	001	431	001	429
70.	001	429	001	427	001	425	001	422	001	420	001	418	001	416	001	414	001	412	001	410	001	408
71.	001	408	001	406	001	404	001	403	001	401	001	399	001	397	001	395	001	393	001	391	001	389
72.	001	389	001	387	001	385	001	383	001	381	001	379	001	377	001	376	001	374	001	372	001	370
73.	001	370	001	368	001	366	001	364	001	362	001	361	001	359	001	357	001	355	001	353	001	351
74.	001	351	001	350	001	348	001	346	001	344	001	342	001	340	001	339	001	337	001	335	001	333
75.	001	333	001	332	001	330	001	328	001	326	001	325	001	323	001	321	001	319	001	318	001	316
76.	001	316	001	314	001	312	001	311	001	309	001	307	001	305	001	304	001	302	001	300	001	299
77.	001	299	001	297	001	295	001	294	001	292	001	290	001	289	001	287	001	285	001	284	001	283
78.	001	282	001	280	001	279	001	277	001	276	001	274	001	272	001	271	001	269	001	267	001	266
79.	001	266	001	264	001	263	001	261	001	259	001	258	001	256	001	255	001	253	001	252	001	251
80.	001	250	001	248	001	247	001	245	001	244	001	242	001	241	001	239	001	238	001	236	001	235
81.	001	235	001	233	001	232	001	230	001	229	001	227	001	225	001	224	001	222	001	221	001	220
82.	001	220	001	218	001	217	001	215	001	214	001	212	001	211	001	209	001	208	001	206	001	205
83.	001	205	001	203	001	202	001	200	001	199	001	198	001	196	001	195	001	193	001	192	001	191
84.	001	190	001	189	001	188	001	186	001	185	001	183	001	182	001	181	001	179	001	178	001	177
85.	001	176	001	175	001	174	001	172	001	171	001	170	001	168	001	167	001	166	001	164	001	163
86.	001	163	001	161	001	160	001	159	001	157	001	156	001	155	001	153	001	152	001	151	001	150
87.	001	149	001	148	001	147	001	145	001	144	001	143	001	142	001	140	001	139	001	138	001	137
88.	001	136	001	135	001	134	001	133	001	131	001	130	001	129	001	127	001	126	001	125	001	124
89.	001	124	001	122	001	121	001	120	001	119	001	117	001	116	001	115	001	114	001	112	001	111
90.	001	111	001	110	001	109	001	107	001	106	001	105	001	104	001	103	001	101	001	100	001	99
91.	001	099	001	098	001	096	001	095	001	094	001	093	001	092	001	091	001	089	001	088	001	087
92.	001	087	001	086	001	085	001	083	001	082	001	081	001	080	001	079	001	078	001	076	001	075
93.	001	075	001	074	001	073	001	072	001	071	001	070	001	068	001	067	001	066	001	065	001	064
94.	001	064	001	063	001	062	001	060	001	059	001	058	001	057	001	056	001	055	001	054	001	053
95.	001	053	001	052	001	050	001	049	001	048	001	047	001	046	001	045	001	044	001	043	001	042
96.	001	042	001	041	001	040	001	038	001	037	001	036	001	035	001	034	001	033	001	032	001	031
97.	001	031	001	030	001	029	001	028	001	027	001	026	001	025	001	024	001	023	001	022	001	021
98.	001	020	001	019	001	018	001	017	001	016	001	015	001	014	001	013	001	012	001	011	001	010
99.	001	010	001	009	001	008	001	007	001	006	001	005	001	004	001	003	001	002	001	001	000	000

CALCULS TRIGONOMÉTRIQUES

① Exemple: Au lieu de diviser par $\sin x$, on multiplie par $\frac{1}{\sin x}$

② Exemple: Au lieu de diviser par $\cos x$, on multiplie par $\frac{1}{\cos x}$

 $35 : \sin 40^\circ ?$
$$= 490 : 0.990$$
$$= 490 : 0.990$$
$$= 490 \times 1,01 = 494,9$$

UTILISATION DE | A TAB | E

① Au lieu de diviser par un nombre N , on multiplie par $\frac{1}{N}$, l'inverse du nombre

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i$$

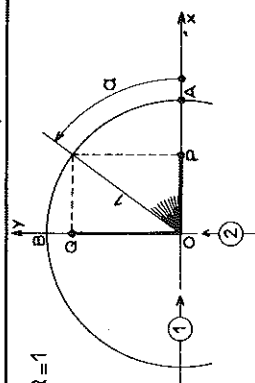
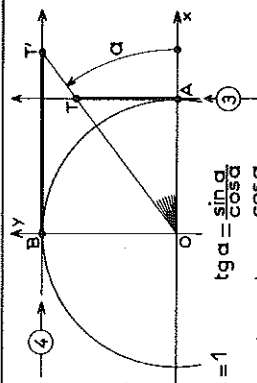
Example: $\frac{52:43}{52} = 52 \times \frac{1}{43}$
 $= 52 \times 0,023256$
 $= 1,2093$

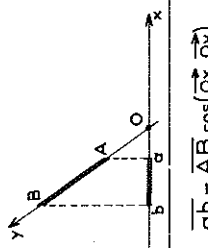
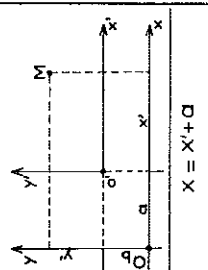
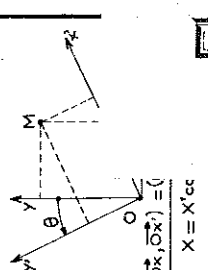
20 002 016 002 012 002 0
IN CAS IUSI EI

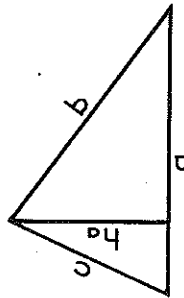
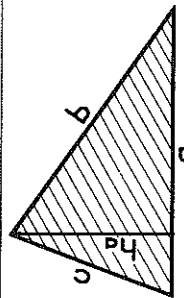
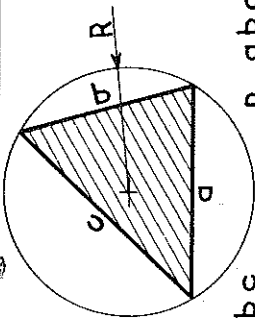
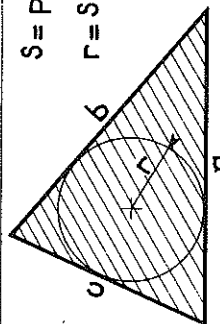
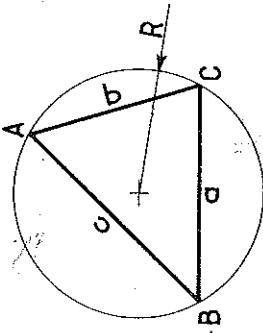
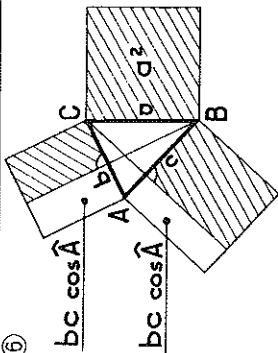
② Au lieu de diviser par π , on multiplie par l'inverse de π

$$\pi = 3,14159\dots \quad \frac{1}{\pi} = 0$$

Example: $\frac{420 \times \pi}{1} = 420 \times \frac{1}{\pi}$
 $= 420 \times 0,3183$
 $= 133,68$

Doc 27	FONCTIONS CIRCULAIRES				
DÉFINITIONS		ANGLES ASSOCIÉS			
$R=1$  ① Axe des cosinus $\cos \alpha = \overline{OP}$ ② Axe des sinus $\sin \alpha = \overline{OQ}$ $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$  $R=1$ $\text{tg } \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ $\text{tg } \alpha = \overline{AT}$ $\text{cotg } \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$ $\text{cotg } \alpha = \overline{BT'}$ $\text{tg } \alpha \times \text{cotg } \alpha = 1$ ③ Axe des tangentes $\text{tg } \alpha = \overline{AT}$ ④ Axe des cotangentes $\text{cotg } \alpha = \overline{BT'}$		SOMME = 180° (supplémentaires) $\sin (180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$ $\cos (180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$ $\text{tg } (180^\circ - \alpha) = -\text{tg } \alpha$ $\text{cotg } (180^\circ - \alpha) = -\text{cotg } \alpha$ SOMME = 90° (complémentaires) $\sin (90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$ $\cos (90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$ $\text{tg } (90^\circ - \alpha) = \text{cotg } \alpha$ $\text{cotg } (90^\circ - \alpha) = \text{tg } \alpha$ SOMME = 0° (opposés) $\sin (-\alpha) = -\sin \alpha$ $\cos (-\alpha) = \cos \alpha$ $\text{tg } (-\alpha) = -\text{tg } \alpha$ $\text{cotg } (-\alpha) = -\text{cotg } \alpha$ DIFFÉRENCE = 180° $\sin (180^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$ $\cos (180^\circ + \alpha) = -\cos \alpha$ $\text{tg } (180^\circ + \alpha) = \text{tg } \alpha$ $\text{cotg } (180^\circ + \alpha) = \text{cotg } \alpha$ DIFFÉRENCE = 90° $\sin (90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$ $\cos (90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$ $\text{tg } (90^\circ + \alpha) = -\text{cotg } \alpha$ $\text{cotg } (90^\circ + \alpha) = -\text{tg } \alpha$			
VALEURS USUELLES					
	0°	30°	45°	60°	90°
sin	0	$\frac{1}{2}$ = 0,5	$\frac{\sqrt{2}}{2}$ = 0,707	$\frac{\sqrt{3}}{2}$ = 0,866	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$ = 0,866	$\frac{\sqrt{2}}{2}$ = 0,707	$\frac{1}{2}$ = 0,5	0
tg	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$ = 0,577	1	$\sqrt{3}$ = 1,732	∞
cotg	∞	$\sqrt{3}$ = 1,732	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$ = 0,577	0

Doc 28	TRANSFORMATIONS TRIGO.	
① ÉQUATIONS ÉLÉMENTAIRES		③ SOMMES EN PRODUITS
α et x en degrés, k nombre algébrique entier. $\sin x = \sin \alpha$ $\left\{ \begin{array}{l} x = \alpha + 180^\circ \times 2k \\ \text{ou} \\ x = (180^\circ - \alpha) + 180^\circ \times 2k \end{array} \right.$ $\cos x = \cos \alpha$ $\left\{ \begin{array}{l} x = \alpha + 180^\circ \times 2k \\ \text{ou} \\ x = -\alpha + 180^\circ \times 2k \end{array} \right.$ $\text{tg } x = \text{tg } \alpha$ $\left\{ \begin{array}{l} x = \alpha + 180^\circ \times k \end{array} \right.$		$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$ $\cos p - \cos q = -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$ $\sin p + \sin q = 2 \sin \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$ $\sin p - \sin q = 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$ $\text{tg } p \pm \text{tg } q = \frac{\sin p \pm \sin q}{\cos p \cos q}$ $1 + \cos \alpha = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}$ $1 - \cos \alpha = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$
② FORMULES D'ADDITION		④ FORMULES DE MULTIPLICATION
$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$ $\cos(a-b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$ $\sin(a+b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b$ $\sin(a-b) = \sin a \cos b - \cos a \sin b$ $\text{tg}(a+b) = \frac{\text{tg } a + \text{tg } b}{1 - \text{tg } a \text{tg } b}$ $\text{tg}(a-b) = \frac{\text{tg } a - \text{tg } b}{1 + \text{tg } a \text{tg } b}$		$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ $\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$ $\text{tg } 2\alpha = \frac{2 \text{tg } \alpha}{1 - \text{tg}^2 \alpha}$ $\sin 3\alpha = 3 \sin \alpha - 4 \sin^3 \alpha$ $\cos 3\alpha = 4 \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha$ $\text{tg } 3\alpha = \frac{3 \text{tg } \alpha - \text{tg}^3 \alpha}{1 - 3 \text{tg}^2 \alpha}$
⑤ APPLICATIONS		
Projection d'un vecteur	Translation des axes	Rotation des axes
 $\overline{ab} = \overline{AB} \cos(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$	 $x = x' + a$ $y = y' + b$	 $(\overrightarrow{Ox'}, \overrightarrow{Ox}) = \theta$ $x = x' \cos \theta + y' \sin \theta$ $y = -x' \sin \theta + y' \cos \theta$

	TRIANGLE QUELCONQUE		Doc 36
RELATIONS MÉTRIQUES			
①	HAUTEUR (h)	②	SURFACE (S)
 $h a = \frac{2}{a} \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ ou $\frac{1}{2}$ périmètre = $(a+b+c):2$		 $S = \frac{a h a}{2}$	
③	CERCLE CIRCONSCRIT	④	CERCLE INSCRIT
 $S = \frac{a b c}{4 R}$ $R = \frac{a b c}{4 S}$		 $S = p r$ $r = S : p$ ou $\frac{1}{2}$ périmètre = $(a+b+c):2$	
RELATIONS TRIGONOMÉTRIQUES			
⑤	⑥		
			
$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}} = 2 R$		$a^2 = b^2 + c^2 - 2 b c \cos \hat{A}$	
$a = 2 R \sin \hat{A}$ $b = 2 R \sin \hat{B}$ $c = 2 R \sin \hat{C}$		Si $\hat{A} > 90^\circ$ sans supplément $\alpha = 180^\circ - \hat{A}$; donc $\alpha < 90^\circ$ et $\cos \hat{A} = -\cos \alpha$ $a^2 = b^2 + c^2 + 2 b c \cos \alpha$	
Les valeurs de SIN, COS, TB, COTG sont lues dans les tables (Doc 29, 30, 31, 32)			

Doc 35	TRIANGLE RECTANGLE	Doc 36	TRIANGLE QUELCONQUE
RELATIONS MÉTRIQUES			RELATIONS MÉTRIQUES
① $a^2 = b^2 + c^2$ $b^2 = a^2 - c^2$ $c^2 = a^2 - b^2$	② HYPOTÉNUSE : a	③ HYPOTÉNUSE : a	④ HYPOTÉNUSE : a
RELATIONS TRIGONOMÉTRIQUES			RELATIONS TRIGONOMÉTRIQUES
④ On connaît a et c	⑤ On connaît a et c	⑥ On connaît c et B	⑦ On connaît c et B
⑥ On connaît c et B	⑦ On connaît c et B	⑧ On connaît c et B	⑨ On connaît c et B
⑧ On connaît c et B	⑨ On connaît c et B	⑩ On connaît c et B	⑪ On connaît c et B

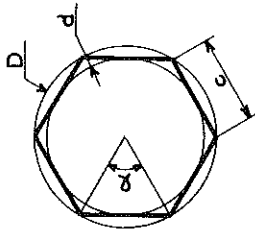
Les valeurs de SIN, COS, TG, COTG sont lues dans les tables (Doc 29, 30, 31, 32)

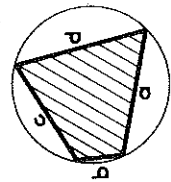
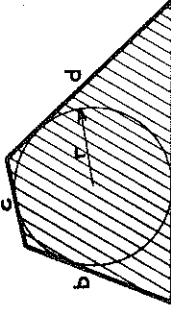
Les valeurs de SIN, COS, TG, COTG sont lues dans les tables (Doc 29, 30, 31, 32)

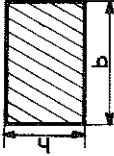
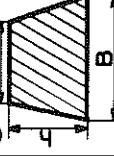
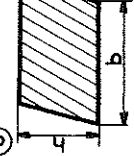
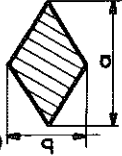
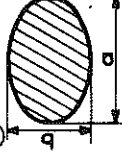
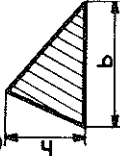
Doc
41

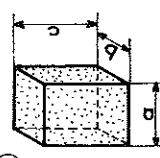
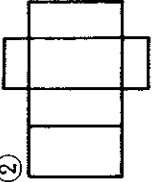
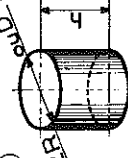
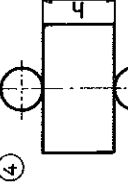
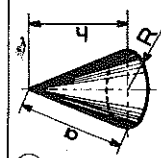
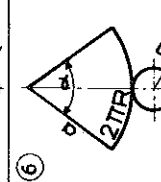
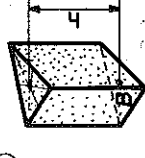
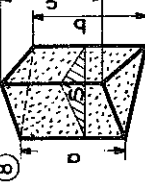
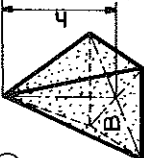
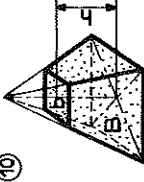
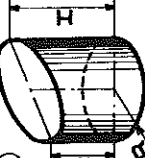
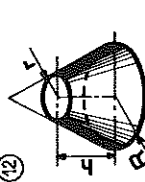
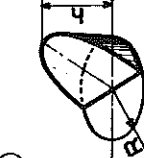
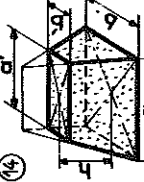
SURFACES PLANES

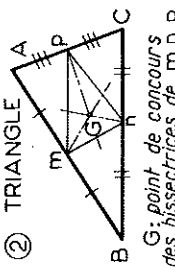
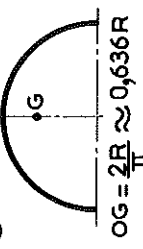
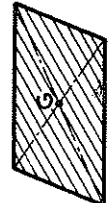
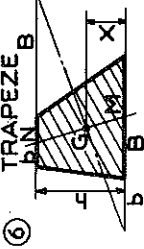
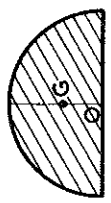
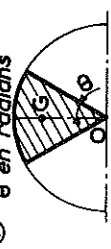
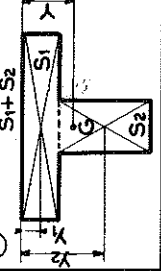
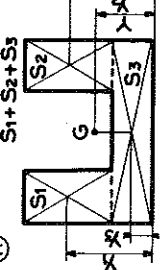
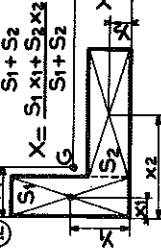
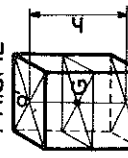
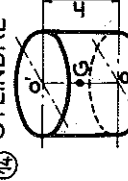
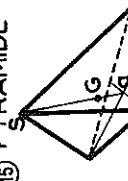
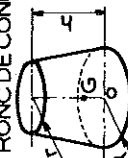
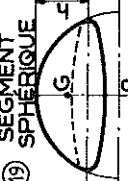


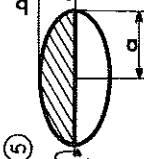
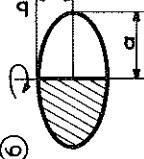
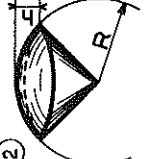
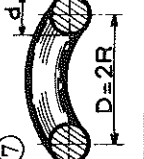
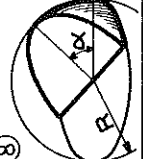
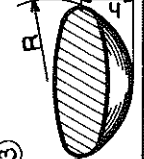
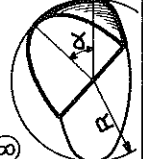
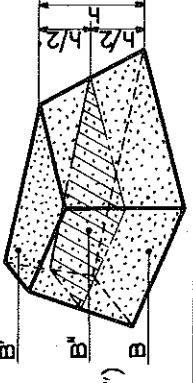
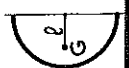
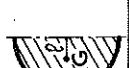
POLYGONES RÉGULIERS							
							
	TRIANGLE	CARRÉ	PENTAGONE	HEXAGONE	OCTOGONE	DÉCAZONE	DODECAZONE
	3	4	5	6	8	10	12
	N	120°	90°	72°	60°	45°	36°
VALEURS POUR D=1							
c = longueur du côté d = diamètre ϕ inscrit S = surface du polygone							
C	0,866	0,707	0,588	0,500	0,383	0,309	0,259
d	0,500	0,707	0,811	0,866	0,923	0,952	0,967
S	0,433	1,000	1,720	2,598	4,618	6,728	8,793

SURFACES USUELLES	
②	QUADRILATÈRE INSCRIPTIBLE  $p = \frac{a+b+c+d}{2}$
③	QUADRILATÈRE CIRCOSCRITIBLE  $S = p \cdot r$

④	RECTANGLE  $S = b \cdot h$	⑤	TRAPÈZE  $S = \frac{a+b}{2} \cdot h$
⑥	PARALLÉLOGRAMME  $S = b \cdot h$	⑦	POLYgone QUELCONQUE  $S = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6$
⑧	LOSANGE  $S = \frac{a \cdot b}{2}$	⑨	ELLIPSE  $S = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{4}$ $S = 0,785 \cdot a \cdot b$
⑩	TRIANGLE  $S = \frac{b \cdot h}{2}$	⑪	SEGMENT PARABOLIQUE  $S = \frac{2}{3} (b \cdot h)$

SOLIDES		Doc 42	
À SURFACE DÉVELOPPABLE			
VOLUMES		SURFACES	
	① PARALLÉLÉPIPÈDE RECTANGLE $V = a \cdot b \cdot c$ CUBE: $a=b=c$ $V = a^3$	② 	Développement $S = 2(ab+bc+ca)$ Pour le CUBE $S = 6a^2$
	③ CYLINDRE $V = \pi R^2 h$ ou $V = \frac{\pi D^2 h}{4}$	④ 	Développement $S_{latérale} = 2\pi R h$ $S_{totale} = 2\pi R(R+h)$
	⑤ CÔNE $V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$	⑥ 	Développement $\alpha = \frac{360^\circ \times R}{a}$ $S_l = \pi R a$ $S_t = \pi R a + \pi R^2$ $= \pi R(R+a)$
VOLUMES			
	⑦ PRISME $V = B \cdot h$	⑧ 	TRONC DE PRISME TRIANGULAIRE $V = S \times \frac{a+b+c}{3}$ S (section droite)
	⑨ PYRAMIDE $V = \frac{B \cdot h}{3}$	⑩ 	TRONC DE PYRAMIDE $V = \frac{h}{3}(B+b+\sqrt{Bb})$
	⑪ CYLINDRE TRONQUÉ $V = \pi R^2 \left(\frac{H+h}{2} \right)$	⑫ 	TRONC DE CÔNE $V = \frac{\pi h}{3}(R^2 + r^2 + Rr)$
	⑬ ONGLET CYLINDRIQUE $V = \frac{2}{3} R^2 h$	⑭ 	TAS DE CAILLOUX $V = \frac{h}{6}[b(2a+d)+a(2a+d)]$

CENTRE DE GRAVITÉ		Doc 44
LIGNES		
① SEGMENT DE DROITE	② TRIANGLE	③ 1/2 CIRCONFÉRENCE
		
SURFACES		
④ PARALLÉLOGRAMME	⑤ TRIANGLE	⑥ TRAPÈZE
		
G: point de rencontre des diagonales	G: point de concours des médianes AG = AA'	X = $\frac{h}{3} \cdot \frac{B+2b}{B+b}$
⑦ DEMI-CERCLE	⑧ SEGMENT θ en radians	⑨ SECTEUR θ en radians
		
$OG = \frac{4R}{3\pi} \approx 0,424R$	$OG = 2R \cdot \frac{\sin^3 \theta}{3 \cdot (8 - \sin \theta \cos \theta)}$	$OG = \frac{2R \sin \theta}{3\theta}$
⑩	⑪	⑫
		
$Y = \frac{S_1 Y_1 + S_2 Y_2}{S_1 + S_2}$	$Y = \frac{S_1 Y_1 + S_2 Y_2 + S_3 Y_3}{S_1 + S_2 + S_3}$	$Y = \frac{S_1 Y_1 + S_2 Y_2}{S_1 + S_2}$ $X = \frac{S_1 X_1 + S_2 X_2}{S_1 + S_2}$
VOLUMES		
⑬ PRISME	⑭ CYLINDRE	⑮ PYRAMIDE
		
$OG = h/2$	$OG = h/2$	$OG = h/4$
⑯ TRONC DE CÔNE	⑰ SECTEUR SPHÉRIQUE	⑱ DEMI-SPHÈRE
		
$OG = \frac{h}{4} \cdot \frac{R^2 + 2Rr + 3r^2}{R^2 + Rr + r^2}$	$OG = \frac{3R}{8} (1 + \cos \theta)$	$OG = \frac{3R}{8}$

SOLIDES		Doc 43
À SURFACE NON DÉVELOPPABLE		
① SPHÈRE	⑤ ELLIPSOÏDE DE RÉVOLUTION allongé	
		$V = \frac{4}{3} \pi a^2 b$
$S = 4\pi R^2$ $V = \frac{4}{3} \pi R^3$	⑥ ELLIPSOÏDE DE RÉVOLUTION aplati	
$V = \frac{4}{3} \pi a^2 b$		
② SECTEUR SPHÉRIQUE	⑦ TORE	
		$S = \pi^2 D d$ $V = \frac{\pi^2 D d^2}{4}$
$S_{calotte} = 2\pi R h$ $V = \frac{2}{3} \pi R^2 h$	⑧ ONGLET SPHÉRIQUE	
③ SEGMENT SPHÉRIQUE à une base		$S_{fuseau} = \frac{\pi R^2 \alpha}{90}$ $V_{onglet} = \frac{\pi R^3 \alpha}{270}$
$V = \frac{\pi h^2}{3} (3R - h)$	④ SEGMENT SPHÉRIQUE à deux bases	
		$S_{zone} = 2\pi R h$ $V = \frac{\pi h^3}{6} + \frac{\pi h}{2} (r_1^2 + r_2^2)$
FORMULE DES 3 NIVEAUX		
APPLICATIONS:		
		
$V = \frac{h}{6} (B + B' + 4B'')$		
1er THEOREME DE GULDIN		
⑩	⑪	
		
G: centre de gravité de la ligne	G: centre de gravité de la surface	
S: Surface engendrée par une ligne qui tourne autour d'un axe XX' (de son plan) ne coupant pas la ligne.	V: Volume engendré par une surface qui tourne autour d'un axe XX' (de son plan) ne coupant pas la surface.	
$S = \text{longueur ligne} \times 2\pi \ell$	$V = \text{Surface} \times 2\pi \ell$	
2eme THEOREME DE GULDIN		
⑫ APPLICATION: centre de gravité de la demi-circonférence:	⑬ APPLICATION: centre de gravité du demi-cercle:	
		
$4\pi R^2 = \pi R \times 2\pi \ell$ $\ell = \frac{2R}{\pi} \approx 0,636R$	$\frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{\pi R^2}{2} \times 2\pi \ell$ $\ell = \frac{4R}{3\pi} \approx 0,424R$	



NOMS	SYMBÔLE CHIMIQUE ou COMPOSITION	DENSITÉ (1)	TEMPÉRATURE DE FUSION	TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION	CHALEUR SPÉCIFIQUE	COEFFICIENT DE DILATATION THERMIQUE	
MÉTALLS	Aluminium	2,7	658°		0,225	0,000024	DENSITÉ (2) Rapport entre les masses spécifiques du corps et de l'étalon 0°C et 1°C Allongement subi par l'unité de longueur d'un corps entre 0°C et 1°C de 1°C la température pour élever ce corps (en grandes calories)
	Antimoine	6,71	630°		0,050	0,011	
	Argent	10,53	960°		0,056	0,020	
	Chrome	6,80	1550°		0,120		
	Cobalt	8,80	1490°		0,104		
	Cuivre	8,90	1090°		0,093	0,017	
	Etain	7,30	232°		0,058	0,023	
	Fer	7,85	1535°		0,120	0,012	
	Mercur	13,60	-39°		0,033		
	Nickel	8,90	1452°		0,109	0,013	
	Or	19,25	1063°		0,031	0,014	
	Platine	21,48	1764°		0,038	0,009	
	Plomb	11,37	327°		0,031	0,029	
	Vanadium	5,60	1725°		0,115		
	Zinc	7,19	419°		0,094	0,029	
	Acier	7,85	1400°			0,012	
	Fonte grise	7,2	1230°			0,011	
	Bronze	7,85	900°			0,018	
ALLIAGES	Bronze d'Alu.	7,5	1060°				
	Laiton	7,38	940°				
	*Azote	0,97	-210°	-196°		0,019	
	Bismuth	9,80	-271°				
	Brome	3,18	-7°	63°			
	*Chlore	2,49	-102°	-34°			
	*Hydrogène	0,07	-259°	-253°			
	Iode	4,95	184°				
	*Oxygène	1,41	-218°	-183°			
	Phosphore	1,83	44°	287°			
MÉTALLOIDES	Soufre	2,07	112°	445°			
	*Ac.Sulfureux	2,27		-10°			
	*Ac.Sulfurique	1,19		110°			
	Ac.Chlorhydrique	1,27		78°			
	Alcool	0,79	-130°	33°			
	Ammoniac	0,59	5°	106°			
	Benzine	0,90	0°	35°			
	Eau	1,00	0°	100°			
	Ether	0,73	-117°	35°			
	*Gaz Carbonique	1,59	-56°	-78°			
CORPS COMPOSÉS	*Méthane	0,59		-165°			MATIÈRES PLASTIQUES NOM NOM CHIMIQUE COMP.
	Air	1,29		-19°			
	Caoutchouc	0,98	120°				
	Essence	0,72					
	Graisse	0,94	30°				
MÉLANGES	Huile	12-15					
	Huile de lin	0,95		387°			
	Pétrole	0,80		106°			

Nota: Les valeurs indiquées colonnes (1) et (2) s'entendent à 0°C sous la pression atmosphérique de 760 mm de mercure.

* Corps gazeux à 0°C