

Calculs des puissances partielles des moteurs

par activations successives de leurs chambres de combustion



Mars 2009

Adapté d'un document original du 11 Février 2005

Cadre d'étude

Moteur-POGDC de 1652,65 cm³ avec 1 chambre centrale et 4 chambres auxiliaires

Moteur-PRBC de 1149,09 cm³ de cylindrée avec 4 chambres identiques

Les moteurs (ou associations de moteurs) étudiés sont :

- 1 seul moteur-POGDC
- 1 seul moteur-PRBC
- 1 moteur-POGDC et 1 à 4 moteurs-PRBC
- 2 moteurs-POGDC
- 2 moteurs-PRBC
- 2 moteurs-POGDC et 1 à 8 moteurs-PRBC

Chambre	centrale	auxiliaire	Moteur-PRBC
Cylindrée unitaire (cm ³)	313,09	256,62	287,27
Puissance unitaire (Ch.)	20,35x2 = 40,70 (2 cycles / 2trs vilebrequin)	16,68 (1 cycle / 2 trs vil)	18,67 (1 cycle / 2 trs vil)

Les 5 données essentielles de l'étude sont :

- le nombre de moteurs-POGDC : = N_o
- le nombre de moteurs-PRBC : = N_R
- la cylindrée d'une chambre centrale
- la cylindrée d'une chambre auxiliaire
- la cylindrée d'une chambre de moteur-PRBC

On déduit de ces 5 grandeurs :

- le nombre de chambres centrales du moteur : $N_{cc} = N_o$
- le nombre de chambres auxiliaires du moteur : $N_{ca} = 4N_o$
- le nombre de chambres des moteurs-PRBC : $N_{cp} = 4N_R$
- la cylindrée effective utilisée, puis la puissance effective disponible, en fonction du nombre et du type des chambres actives

Il faut doubler la puissance de la chambre centrale car elle effectue 2 cycles sur 2 tours vilebrequin, soit *2 fois plus* que les autres types de chambre, *délivrant par hypothèse 65 Ch./1000 cm³*.

Pour chaque moteur, on classe l'ensemble des combinaisons de chambres actives *par puissances disponibles croissantes*. On en tire un tableau attribuant un numéro à chaque combinaison et *un graphique qui représente les paliers de puissances possibles en utilisation partielle du moteur*. Le nombre de combinaisons se calcule avec le raisonnement suivant :

- Aucune chambre activée : 1 possibilité
- Activation des chambres centrales *uniquement* : possibilités = N_o
- Activation des chambres auxiliaires *uniquement* : possibilités = $4N_o$
- Activation des chambres de moteurs-PRBC *uniquement* : possibilités = $4N_R$
- Activation des chambres cent. et aux. *uniquement* : possibilités = $N_{cc} \times N_{ca} = 4N_o^2$
- Activation des chambres cent. et de PRBC *uniquement* : possibilités = $N_{cc} \times N_{cp} = 4N_o N_R$
- Activation des chambres aux. et de PRBC. *uniquement* : possibilités = $N_{ca} \times N_{cp} = 16N_o N_R$
- Activation de tous les types de chambres : possibilités = $N_{cc} \times N_{ca} \times N_{cp} = 16N_o^2 N_R$

Bilan : nombre total de cas $N_{tot} = 1 + 5N_o + 4N_R + 4N_o^2 + 20N_o N_R + 16N_o^2 N_R$

On remarque que *le nombre de possibilités explose très rapidement sans pour autant donner de grandes valeurs à Ncyl et Nlos*, comme l'indique le tableau ci-dessous :

(Les moteurs étudiés dans cette annexe sont surlignés en jaune)

Nombre de moteurs-POGDC	Nombre de moteurs-PRBC	Nombre de possibilités
0	1	5
0	2	9
0	3	13
0	4	17
1	0	10
1	1	50
1	2	90
1	3	130
1	4	170
2	0	27
2	1	135
2	2	243
2	3	351
2	4	459
2	5	567
2	6	675
2	7	783
2	8	891
3	0	52
3	1	260
3	2	468
3	3	676
3	4	884
3	5	1092
3	6	1300
3	7	1508
3	8	1716
3	9	1924
3	10	2132
3	11	2340
3	12	2548

On utilisera dans les tableaux ci-après les notations suivantes :

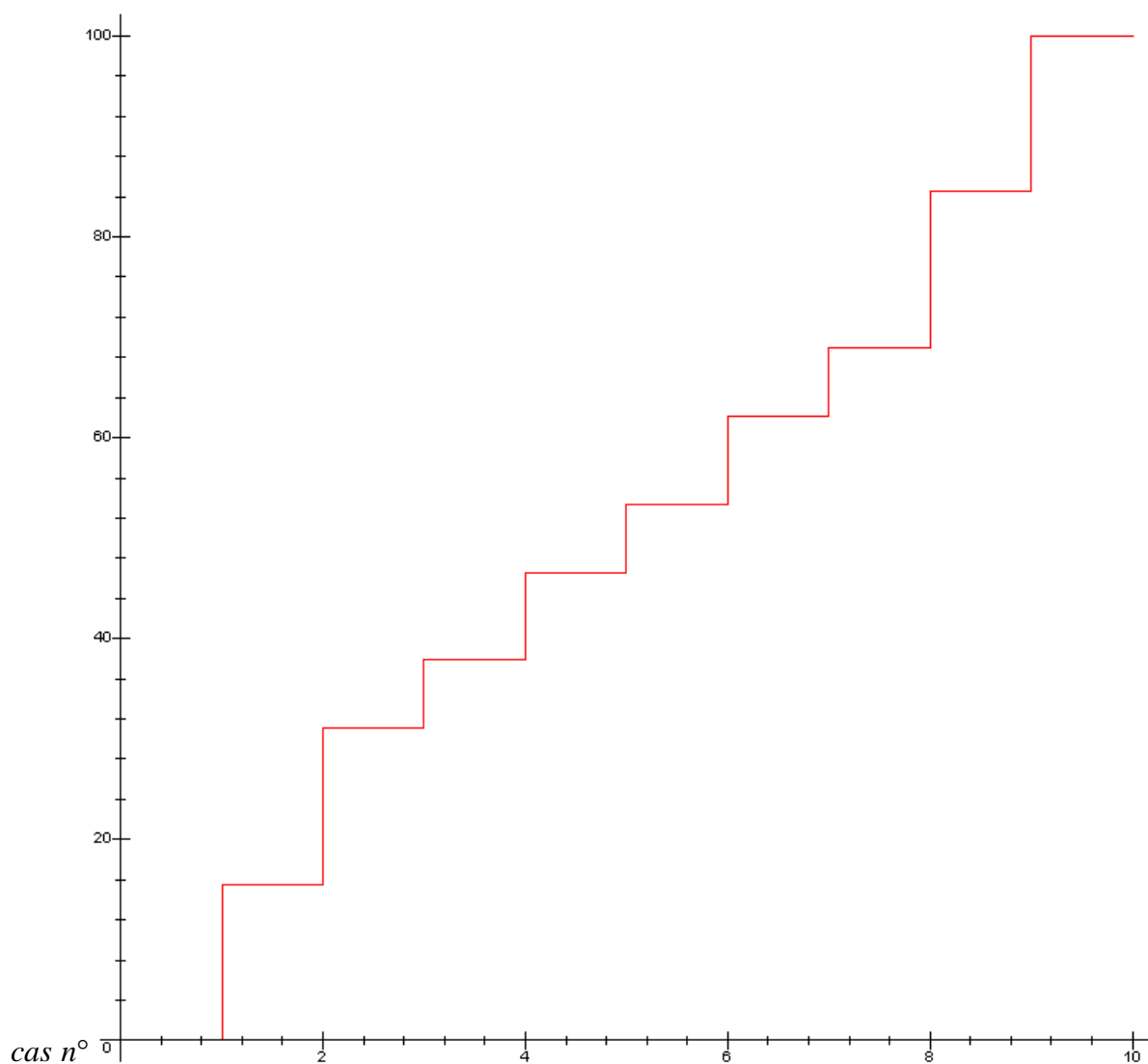
- *Nb ch. cent actives* : nombre de chambres de moteur-POGDC actives
- *Nb ch. auxiliaires actives* : nombre de chambres auxiliaires de moteur-POGDC actives
- *Nb ch. mot. cyl. actives* : nombre de chambres de moteur-PRBC actives
- *Cylindrée utilisée* : somme des cylindrées de chaque chambre active
- *Puissance dispo* : puissance disponible en Ch. sur la base de 65 Ch./1000 cm³
- *%Puiss maxi* : 100 x Puissance dispo / Puissance maximale. Naturellement, la puissance maximale correspond à l'activation de toutes les chambres *sans exception*.

Pour les associations de moteurs où il y a un nombre très élevé de cas (>100), nous donnerons uniquement le graphique des pourcentages possibles car il permet une *vision plus synthétique*.

Etude d'un seul moteur-POGDC
cylindrée 1652,7 cm³, puissance maximale 107,5 Ch.

Cas n°	Nb ch. cent actives	Nb ch. auxiliaires actives	Nb ch. mot-cyl actives	cylindrée utilisée	Puiss dispo	%Puiss maxi
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	256.6189	16.68022850	15.52765637
3	0	2	0	513.2378	33.36045700	31.05531275
4	1	0	0	626.1814	40.70179100	37.88937450
5	0	3	0	769.8567	50.04068550	46.58296912
6	1	1	0	882.8003	57.38201950	53.41703088
7	0	4	0	1026.4756	66.72091400	62.11062550
8	1	2	0	1139.4192	74.06224800	68.94468725
9	1	3	0	1396.0381	90.74247650	84.47234363
10	1	4	0	1652.6570	107.4227050	100.0000000

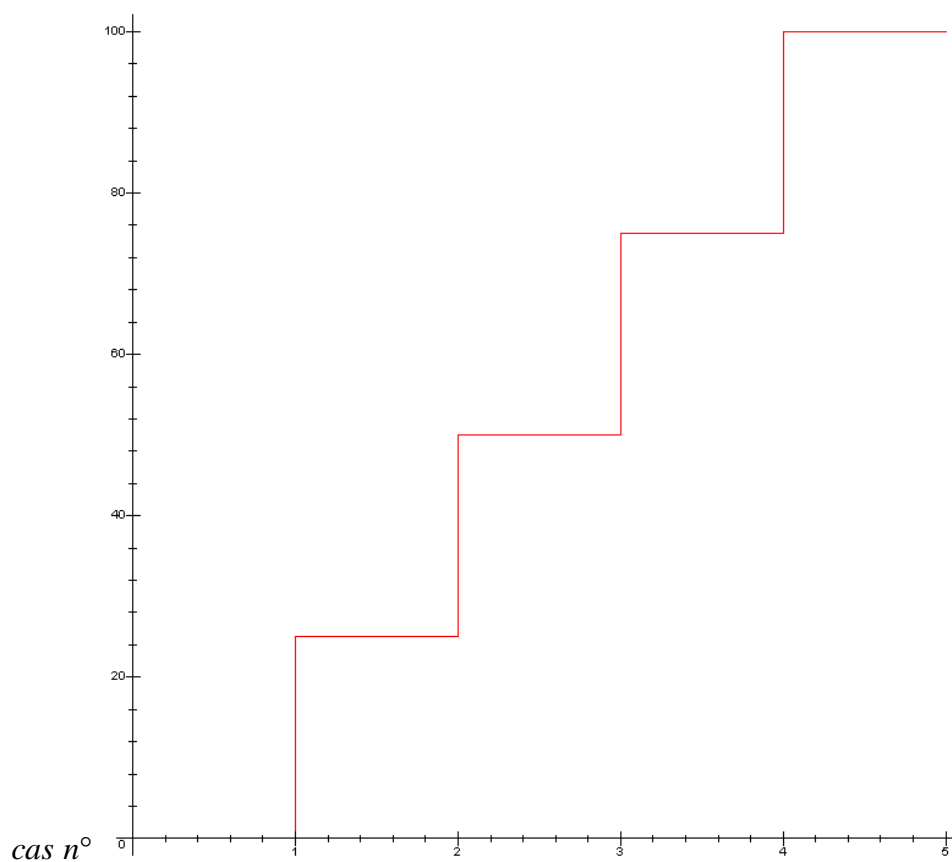
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude d'un seul moteur-PRBC
cylindrée 1149,1 cm³, puissance maximale 74,7 Ch.

Cas n°	Nb ch. cent actives	Nb ch. auxiliaires actives	Nb ch. mot-cyl actives	cylindrée utilisée	Puiss dispo	%Puiss maxi
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	287.2742	18.67282300	25.00000000
3	0	0	2	574.5484	37.34564600	50.00000000
4	0	0	3	861.8226	56.01846900	75.00000000
5	0	0	4	1149.0968	74.69129200	100.00000000

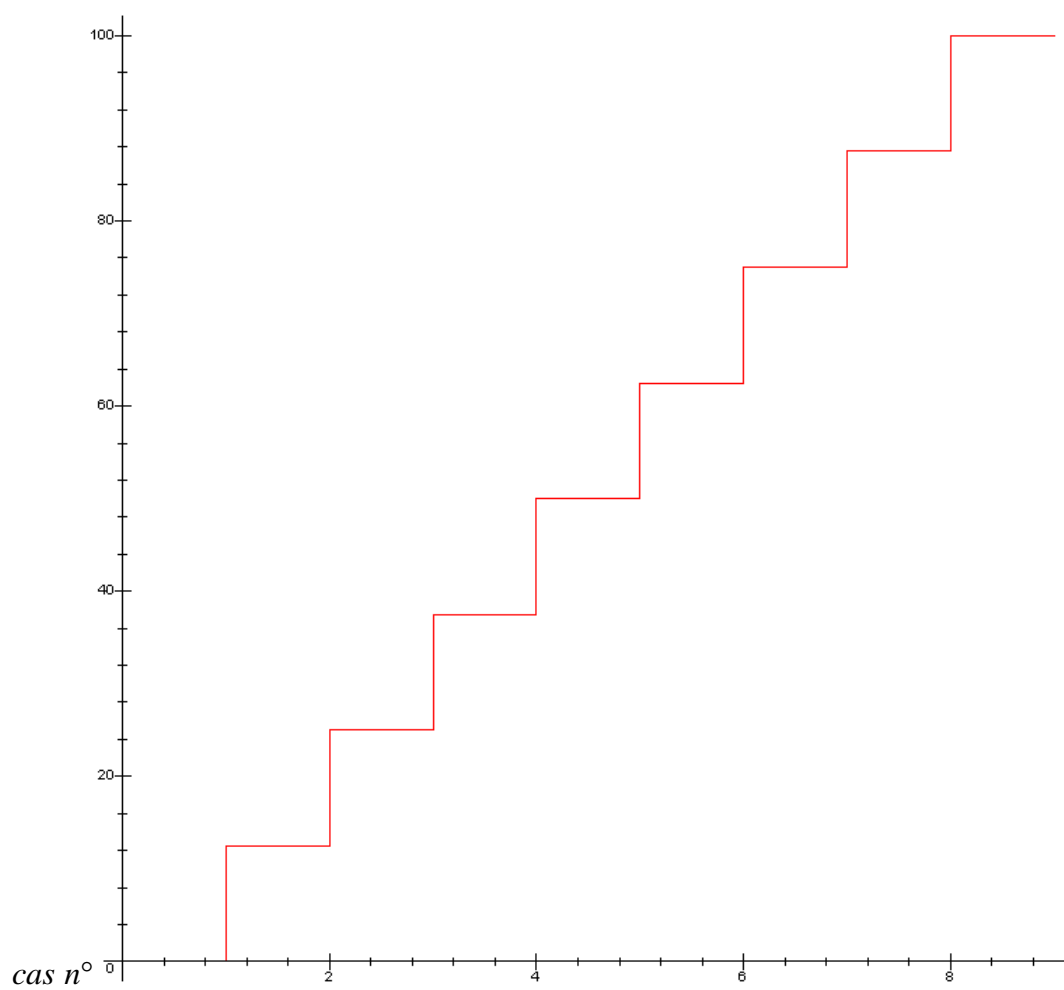
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-PRBC
cylindrée 2298,3 cm³, puissance maximale 149,4 Ch.

Cas n°	Nb ch. cent actives	Nb ch. auxiliaires actives	Nb ch. mot-cyl actives	cylindrée utilisée	Puiss dispo	%Puiss maxi
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	287.2742	18.67282300	12.50000000
3	0	0	2	574.5484	37.34564600	25.00000000
4	0	0	3	861.8226	56.01846900	37.50000000
5	0	0	4	1149.0968	74.69129200	50.00000000
6	0	0	5	1436.3710	93.36411500	62.50000000
7	0	0	6	1723.6452	112.0369380	75.00000000
8	0	0	7	2010.9194	130.7097610	87.50000000
9	0	0	8	2298.1936	149.3825840	100.00000000

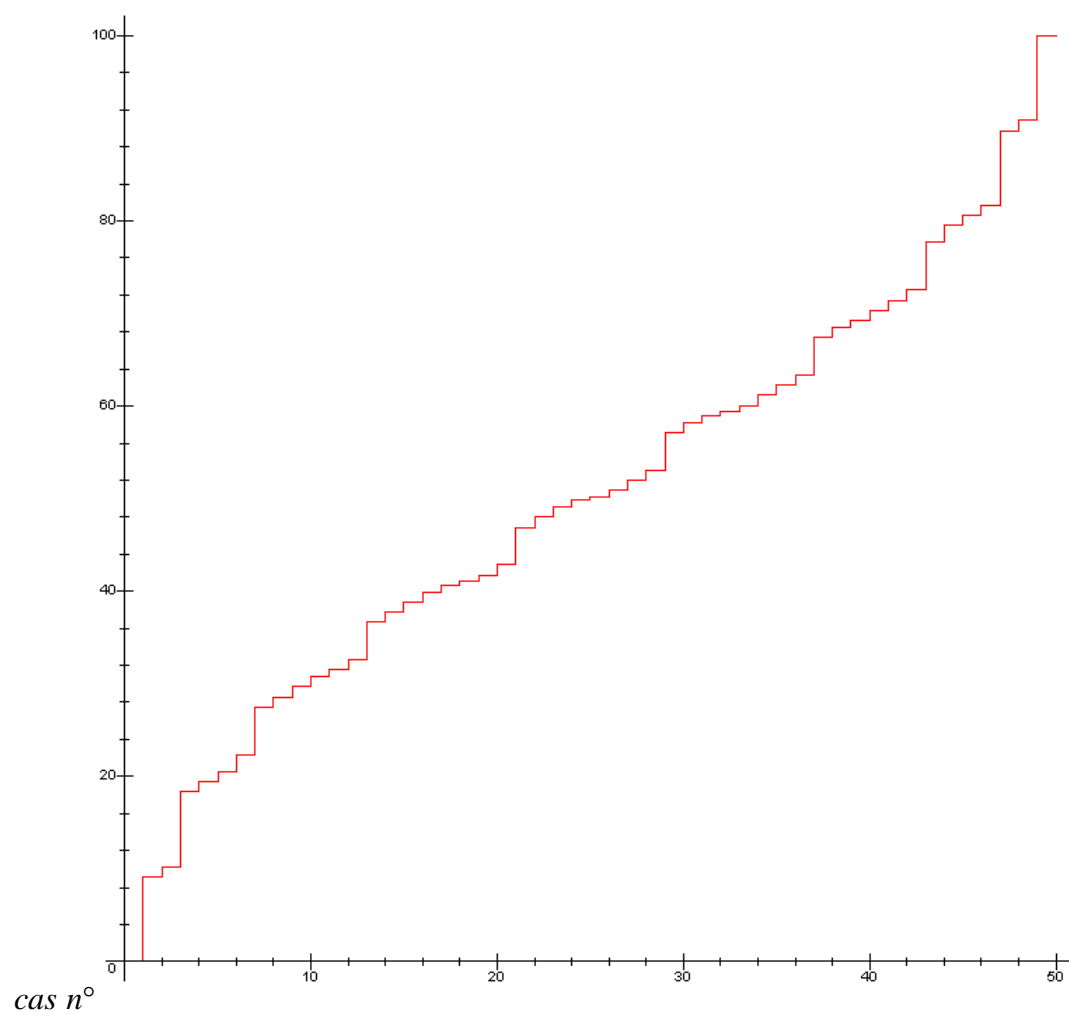
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association d'un moteur-POGDC et d'un moteur-PRBC
cylindrée 2801,7 cm³, puissance maximale 182,1 Ch.

Cas n°	Nb ch. cent actives	Nb ch. auxiliaires actives	Nb ch. mot-cyl actives	cylindrée utilisée	Puiss dispo	%Puiss maxi
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	256.6189	16.68022850	9.159223769
3	0	0	1	287.2742	18.67282300	10.25337059
4	0	2	0	513.2378	33.36045700	18.31844754
5	0	1	1	543.8931	35.35305150	19.41259435
6	0	0	2	574.5484	37.34564600	20.50674117
7	1	0	0	626.1814	40.70179100	22.34962258
8	0	3	0	769.8567	50.04068550	27.47767131
9	0	2	1	800.5120	52.03328000	28.57181812
10	0	1	2	831.1673	54.02587450	29.66596494
11	0	0	3	861.8226	56.01846900	30.76011176
12	1	1	0	882.8003	57.38201950	31.50884635
13	1	0	1	913.4556	59.37461400	32.60299317
14	0	4	0	1026.4756	66.72091400	36.63689508
15	0	3	1	1057.1309	68.71350850	37.73104189
16	0	2	2	1087.7862	70.70610300	38.82518871
17	0	1	3	1118.4415	72.69869750	39.91933552
18	1	2	0	1139.4192	74.06224800	40.66807012
19	0	0	4	1149.0968	74.69129200	41.01348234
20	1	1	1	1170.0745	76.05484250	41.76221694
21	1	0	2	1200.7298	78.04743700	42.85636375
22	0	4	1	1313.7498	85.39373700	46.89026566
23	0	3	2	1344.4051	87.38633150	47.98441248
24	0	2	3	1375.0604	89.37892600	49.07855929
25	1	3	0	1396.0381	90.74247650	49.82729389
26	0	1	4	1405.7157	91.37152050	50.17270611
27	1	2	1	1426.6934	92.73507100	50.92144071
28	1	1	2	1457.3487	94.72766550	52.01558752
29	1	0	3	1488.0040	96.72026000	53.10973434
30	0	4	2	1601.0240	104.0665600	57.14363625
31	0	3	3	1631.6793	106.0591545	58.23778306
32	1	4	0	1652.6570	107.4227050	58.98651766
33	0	2	4	1662.3346	108.0517490	59.33192988
34	1	3	1	1683.3123	109.4152995	60.08066448
35	1	2	2	1713.9676	111.4078940	61.17481129
36	1	1	3	1744.6229	113.4004885	62.26895811
37	1	0	4	1775.2782	115.3930830	63.36310492
38	0	4	3	1888.2982	122.7393830	67.39700683
39	0	3	4	1918.9535	124.7319775	68.49115365
40	1	4	1	1939.9312	126.0955280	69.23988824
41	1	3	2	1970.5865	128.0881225	70.33403506
42	1	2	3	2001.2418	130.0807170	71.42818188
43	1	1	4	2031.8971	132.0733115	72.52232869
44	0	4	4	2175.5724	141.4122060	77.65037742
45	1	4	2	2227.2054	144.7683510	79.49325883
46	1	3	3	2257.8607	146.7609455	80.58740565
47	1	2	4	2288.5160	148.7535400	81.68155246
48	1	4	3	2514.4796	163.4411740	89.74662941
49	1	3	4	2545.1349	165.4337685	90.84077623
50	1	4	4	2801.7538	182.1139970	100.0000000

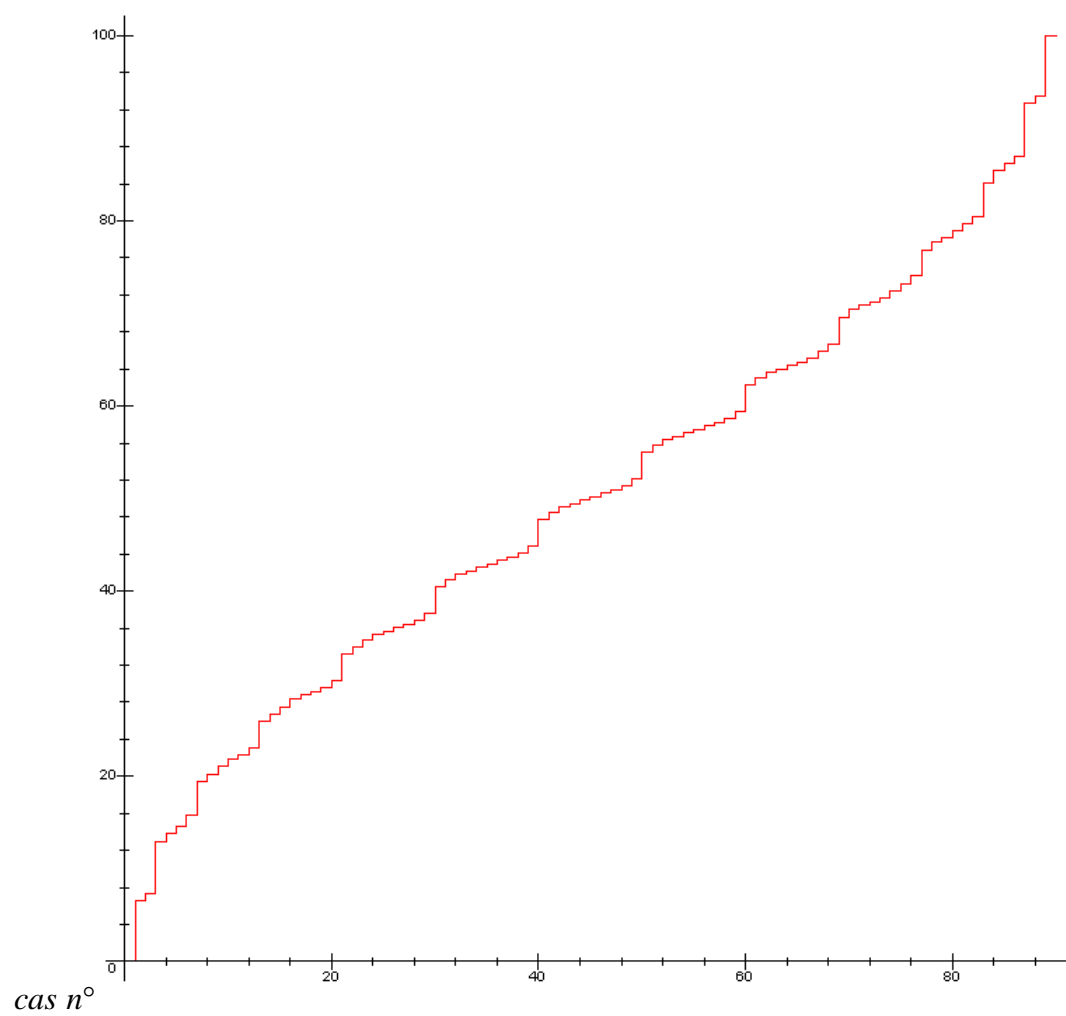
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association d'un moteur-POGDC et de 2 moteurs-PRBC
cylindrée 3950,9 cm³, puissance maximale 256,8 Ch.

Cas n°	Nb ch. cent actives	Nb ch. auxiliaires actives	Nb ch. mot-cyl actives	cylindrée utilisée	Puiss dispo	%Puiss maxi
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	256.6189	16.68022850	6.495282307
3	0	0	1	287.2742	18.67282300	7.271198764
4	0	2	0	513.2378	33.36045700	12.99056461
5	0	1	1	543.8931	35.35305150	13.76648107
6	0	0	2	574.5484	37.34564600	14.54239753
7	1	0	0	626.1814	40.70179100	15.84928066
8	0	3	0	769.8567	50.04068550	19.48584692
9	0	2	1	800.5120	52.03328000	20.26176338
10	0	1	2	831.1673	54.02587450	21.03767984
11	0	0	3	861.8226	56.01846900	21.81359629
12	1	1	0	882.8003	57.38201950	22.34456297
13	1	0	1	913.4556	59.37461400	23.12047942
14	0	4	0	1026.4756	66.72091400	25.98112923
15	0	3	1	1057.1309	68.71350850	26.75704569
16	0	2	2	1087.7862	70.70610300	27.53296214
17	0	1	3	1118.4415	72.69869750	28.30887860
18	1	2	0	1139.4192	74.06224800	28.83984527
19	0	0	4	1149.0968	74.69129200	29.08479506
20	1	1	1	1170.0745	76.05484250	29.61576173
21	1	0	2	1200.7298	78.04743700	30.39167819
22	0	4	1	1313.7498	85.39373700	33.25232799
23	0	3	2	1344.4051	87.38633150	34.02824445
24	0	2	3	1375.0604	89.37892600	34.80416091
25	1	3	0	1396.0381	90.74247650	35.33512758
26	0	1	4	1405.7157	91.37152050	35.58007736
27	1	2	1	1426.6934	92.73507100	36.11104404
28	0	0	5	1436.3710	93.36411500	36.35599382
29	1	1	2	1457.3487	94.72766550	36.88696049
30	1	0	3	1488.0040	96.72026000	37.66287695
31	0	4	2	1601.0240	104.0665600	40.52352676
32	0	3	3	1631.6793	106.0591545	41.29944321
33	1	4	0	1652.6570	107.4227050	41.83040989
34	0	2	4	1662.3346	108.0517490	42.07535967
35	1	3	1	1683.3123	109.4152995	42.60632634
36	0	1	5	1692.9899	110.0443435	42.85127613
37	1	2	2	1713.9676	111.4078940	43.38224280
38	0	0	6	1723.6452	112.0369380	43.62719258
39	1	1	3	1744.6229	113.4004885	44.15815926
40	1	0	4	1775.2782	115.3930830	44.93407572
41	0	4	3	1888.2982	122.7393830	47.79472552
42	0	3	4	1918.9535	124.7319775	48.57064198
43	1	4	1	1939.9312	126.0955280	49.10160865
44	0	2	5	1949.6088	126.7245720	49.34655843
45	1	3	2	1970.5865	128.0881225	49.87752511
46	0	1	6	1980.2641	128.7171665	50.12247489
47	1	2	3	2001.2418	130.0807170	50.65344157
48	0	0	7	2010.9194	130.7097610	50.89839135
49	1	1	4	2031.8971	132.0733115	51.42935802
50	1	0	5	2062.5524	134.0659060	52.20527448
51	0	4	4	2175.5724	141.4122060	55.06592428
52	0	3	5	2206.2277	143.4048005	55.84184074
53	1	4	2	2227.2054	144.7683510	56.37280742
54	0	2	6	2236.8830	145.3973950	56.61775720
55	1	3	3	2257.8607	146.7609455	57.14872387
56	0	1	7	2267.5383	147.3899895	57.39367366
57	1	2	4	2288.5160	148.7535400	57.92464033
58	0	0	8	2298.1936	149.3825840	58.16959011
59	1	1	5	2319.1713	150.7461345	58.70055679
60	1	0	6	2349.8266	152.7387290	59.47647324
61	0	4	5	2462.8466	160.0850290	62.33712305
62	0	3	6	2493.5019	162.0776235	63.11303951
63	1	4	3	2514.4796	163.4411740	63.64400618
64	0	2	7	2524.1572	164.0702180	63.88895596
65	1	3	4	2545.1349	165.4337685	64.41992264
66	0	1	8	2554.8125	166.0628125	64.66487242
67	1	2	5	2575.7902	167.4263630	65.19583909
68	1	1	6	2606.4455	169.4189575	65.97175555
69	1	0	7	2637.1008	171.4115520	66.74767201
70	0	4	6	2750.1208	178.7578520	69.60832181
71	0	3	7	2780.7761	180.7504465	70.38423827
72	1	4	4	2801.7538	182.1139970	70.91520494
73	0	2	8	2811.4314	182.7430410	71.16015473
74	1	3	5	2832.4091	184.1065915	71.69112140
75	1	2	6	2863.0644	186.0991860	72.46703786
76	1	1	7	2893.7197	188.0917805	73.24295431
77	1	0	8	2924.3750	190.0843750	74.01887077
78	0	4	7	3037.3950	197.4306750	76.87952058
79	0	3	8	3068.0503	199.4232695	77.65543703
80	1	4	5	3089.0280	200.7868200	78.18640371
81	1	3	6	3119.6833	202.7794145	78.96232016
82	1	2	7	3150.3386	204.7720090	79.73823662
83	1	1	8	3180.9939	206.7646035	80.51415308
84	0	4	8	3324.6692	216.1034980	84.15071934
85	1	4	6	3376.3022	219.4596430	85.45760247
86	1	3	7	3406.9575	221.4522375	86.23351893
87	1	2	8	3437.6128	223.4448320	87.00943539
88	1	4	7	3663.5764	238.1324660	92.72880124
89	1	3	8	3694.2317	240.1250605	93.50471769
90	1	4	8	3950.8506	256.8052890	100.0000000

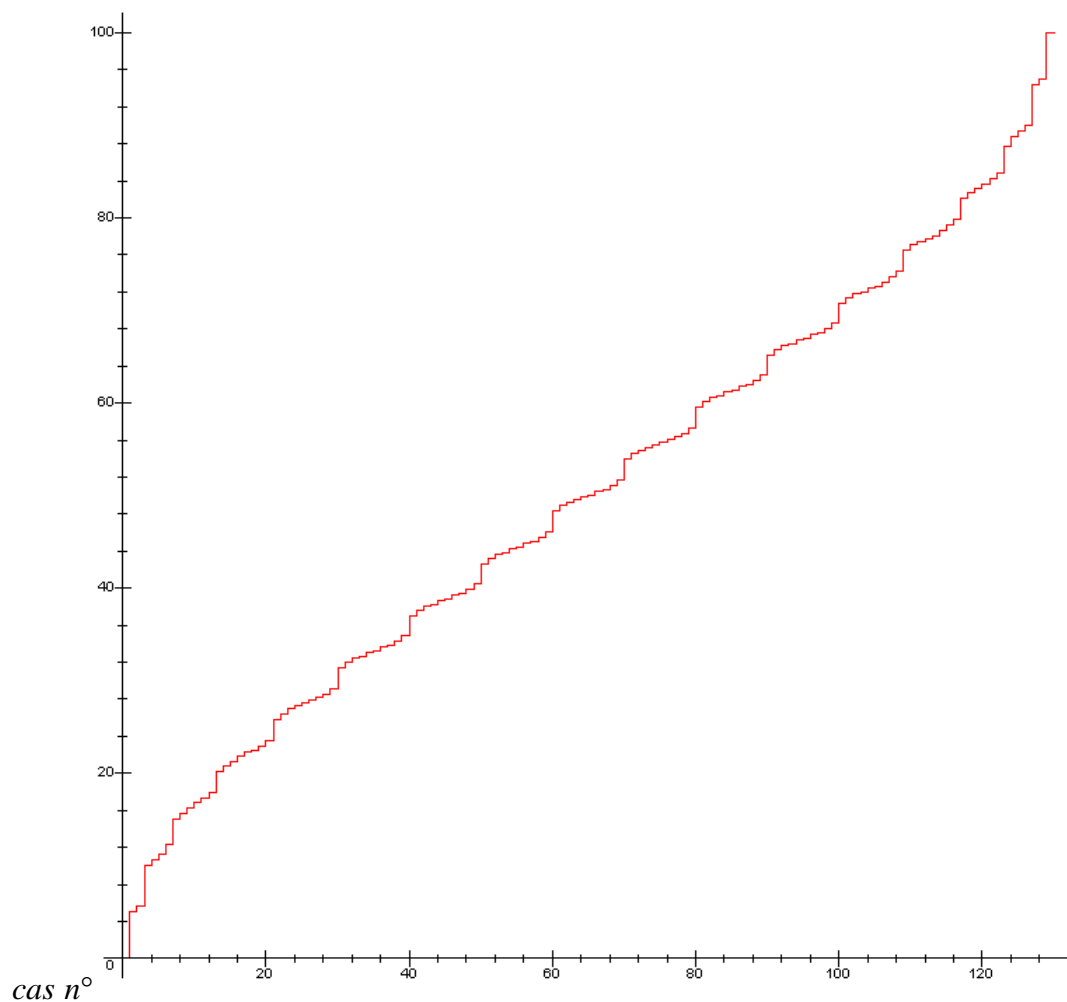
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association d'un moteur-POGDC et 3 moteurs-PRBC
cylindrée 5099,9 cm³, puissance maximale 331,5 Ch.

130 cas possibles

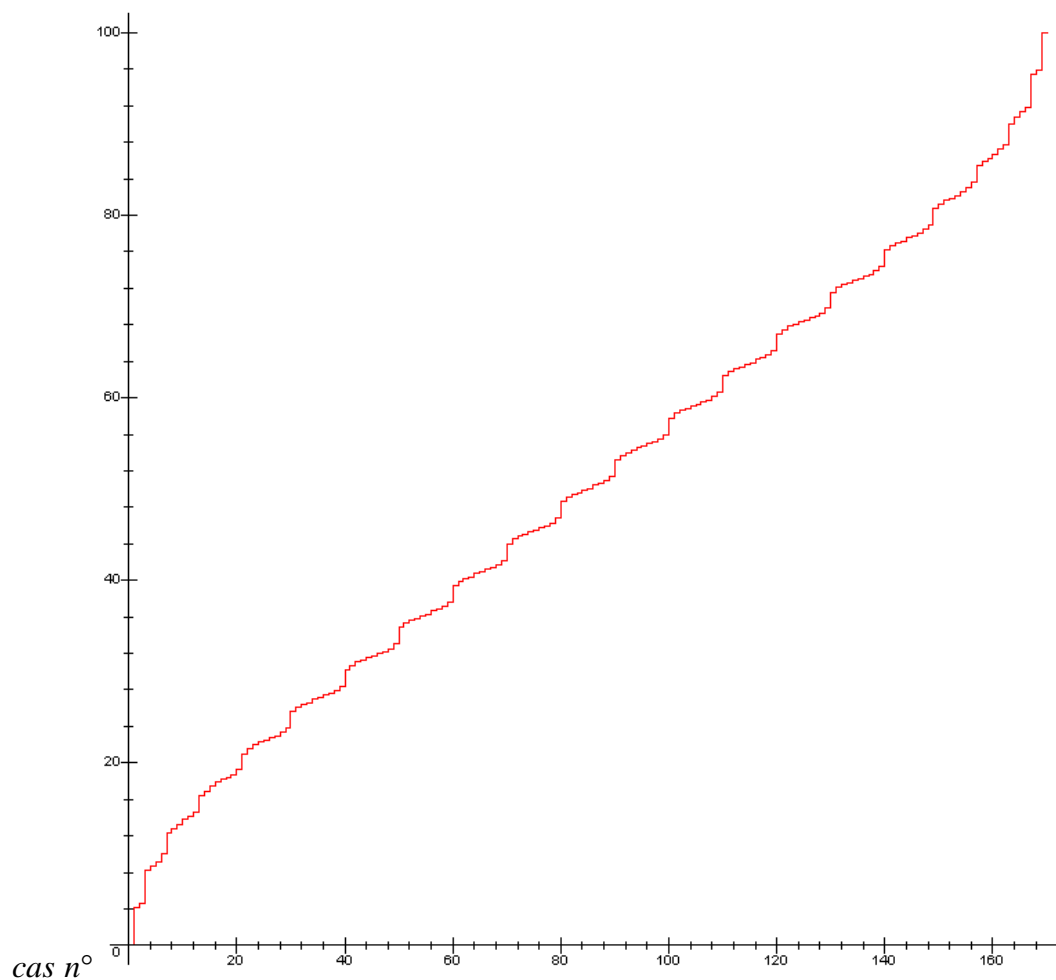
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association d'un moteur-POGDC et 4 moteurs-PRBC
cylindrée 6249 cm³, puissance maximale 406,2 Ch.

170 cas possibles

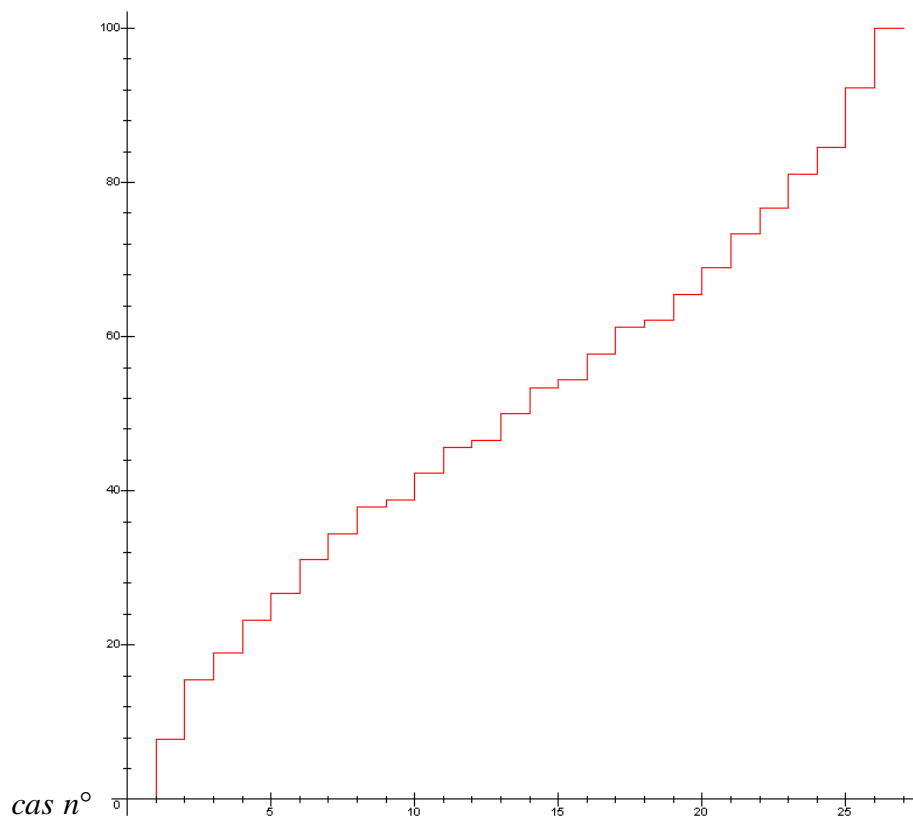
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC
cylindrée 3305,3 cm³, puissance maximale 214,8 Ch.

Cas n°	Nb ch. cent actives	Nb ch. auxiliaires actives	Nb ch. mot-cyl actives	cylindrée utilisée	Puiss dispo	%Puiss maxi
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	256.6189	16.68022850	7.763828187
3	0	2	0	513.2378	33.36045700	15.52765637
4	1	0	0	626.1814	40.70179100	18.94468725
5	0	3	0	769.8567	50.04068550	23.29148456
6	1	1	0	882.8003	57.38201950	26.70851544
7	0	4	0	1026.4756	66.72091400	31.05531275
8	1	2	0	1139.4192	74.06224800	34.47234363
9	2	0	0	1252.3628	81.40358200	37.88937450
10	0	5	0	1283.0945	83.40114250	38.81914093
11	1	3	0	1396.0381	90.74247650	42.23617181
12	2	1	0	1508.9817	98.08381050	45.65320269
13	0	6	0	1539.7134	100.0813710	46.58296912
14	1	4	0	1652.6570	107.4227050	50.00000000
15	2	2	0	1765.6006	114.7640390	53.41703088
16	0	7	0	1796.3323	116.7615995	54.34679731
17	1	5	0	1909.2759	124.1029335	57.76382819
18	2	3	0	2022.2195	131.4442675	61.18085907
19	0	8	0	2052.9512	133.4418280	62.11062550
20	1	6	0	2165.8948	140.7831620	65.52765637
21	2	4	0	2278.8384	148.1244960	68.94468725
22	1	7	0	2422.5137	157.4633905	73.29148456
23	2	5	0	2535.4573	164.8047245	76.70851544
24	1	8	0	2679.1326	174.1436190	81.05531275
25	2	6	0	2792.0762	181.4849530	84.47234363
26	2	7	0	3048.6951	198.1651815	92.23617181
27	2	8	0	3305.3140	214.8454100	100.0000000

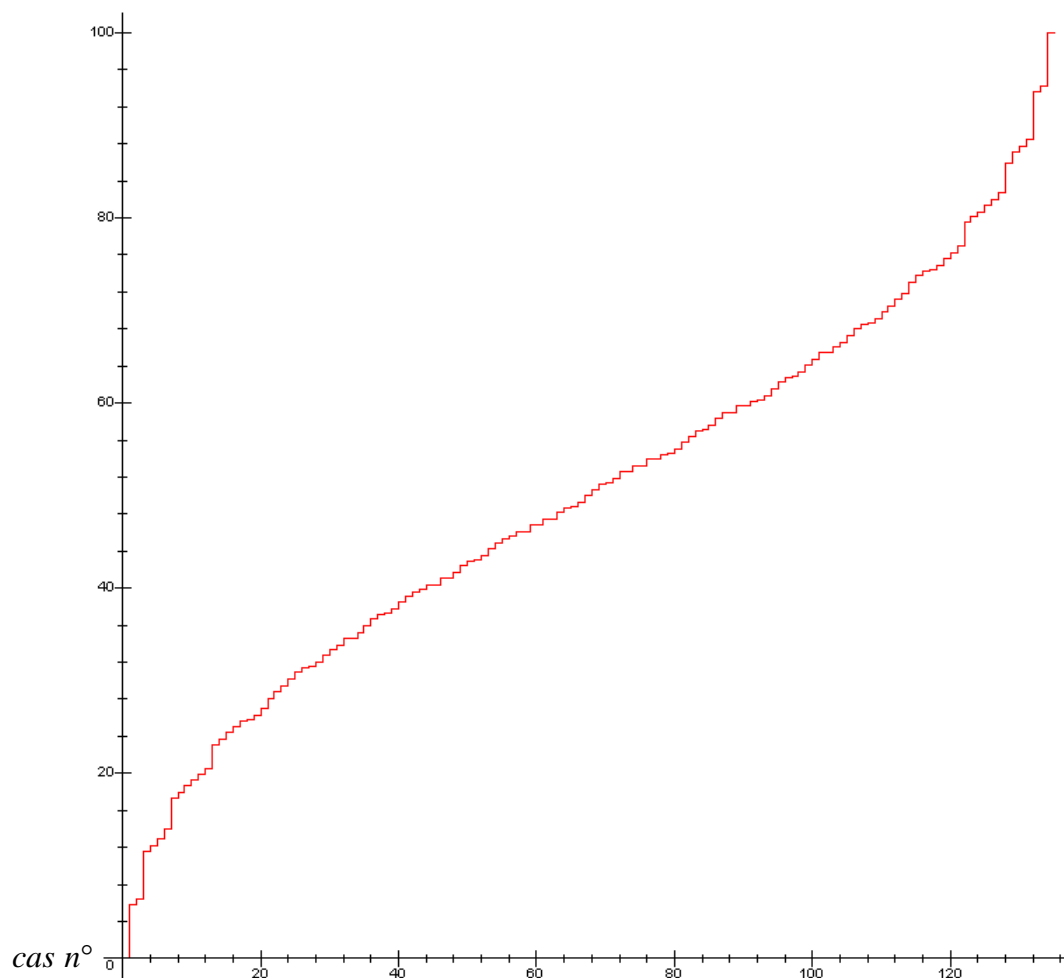
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et d'un moteur-PRBC
cylindrée 4454,4 cm³, puissance maximale 289,5 Ch.

135 cas possibles

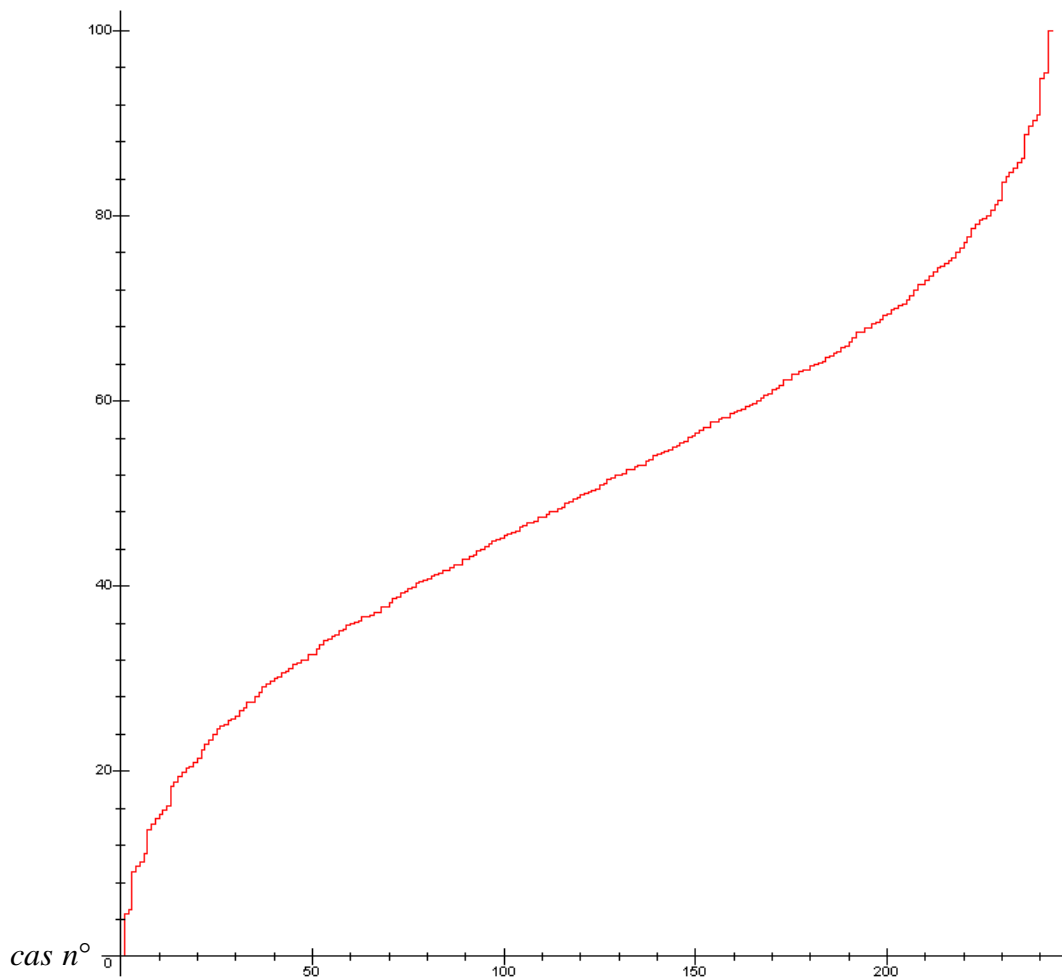
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 2 moteurs-PRBC
cylindrée 5603,5 cm³, puissance maximale 364,2 Ch.

243 cas possibles

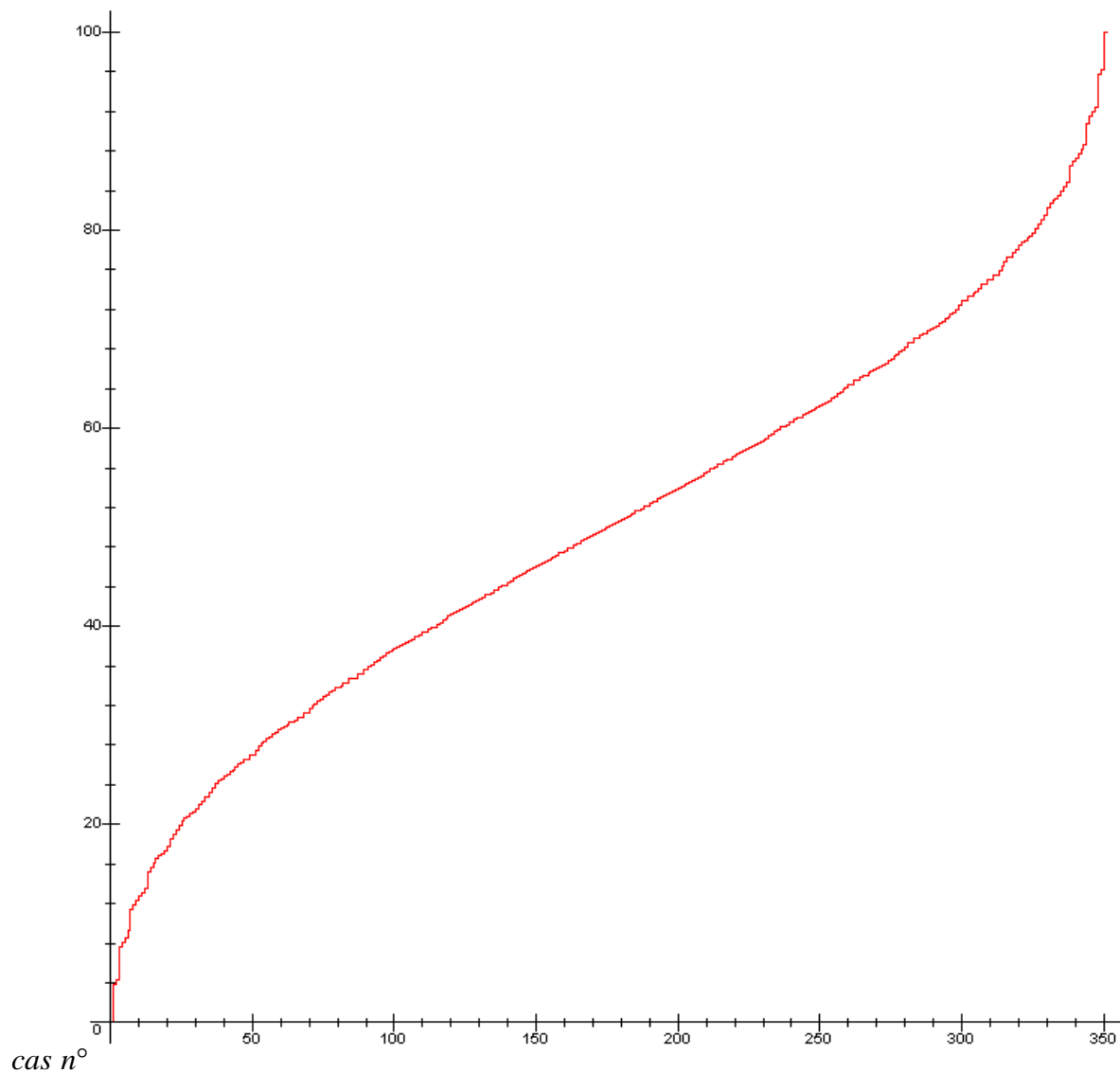
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 3 moteurs-PRBC
cylindrée 6752,6 cm³, puissance maximale 438,9 Ch.

351 cas possibles

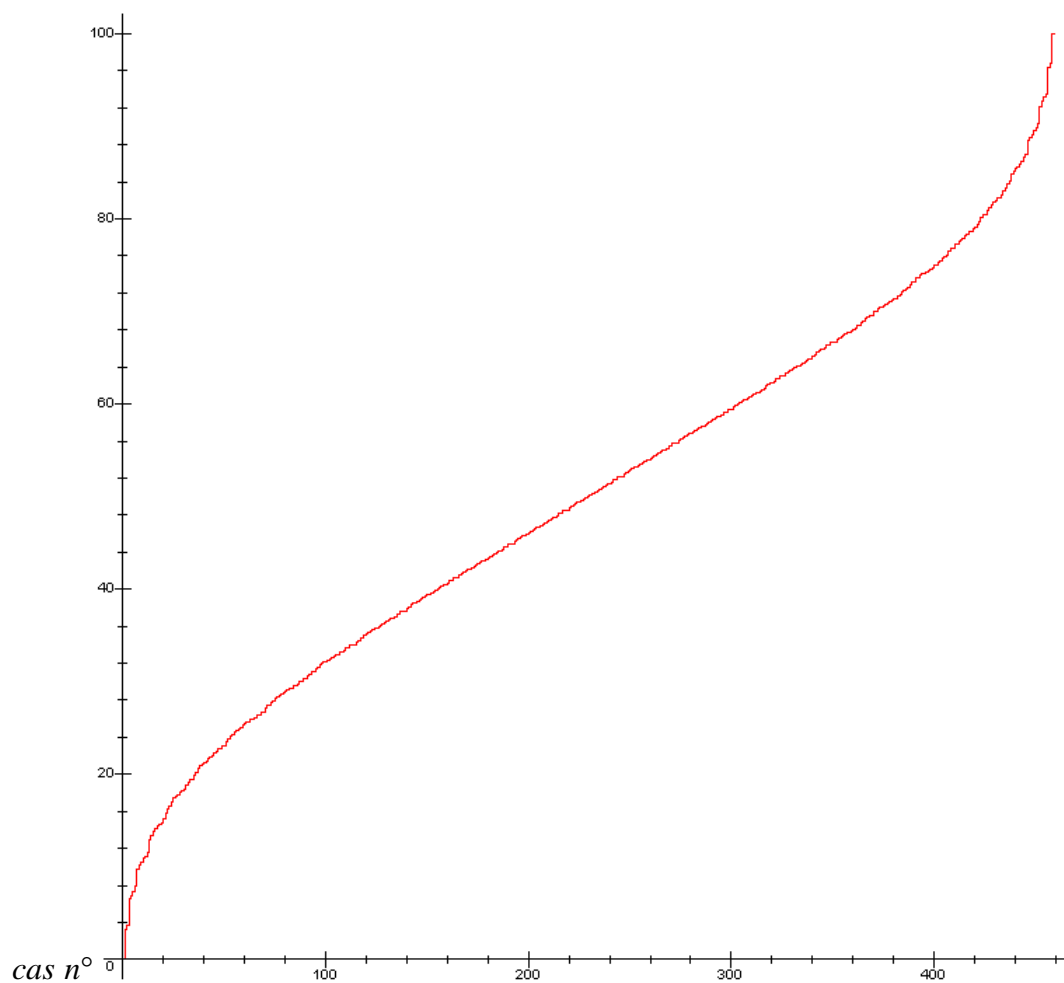
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 4 moteurs-PRBC
cylindrée 7901,7 cm³, puissance maximale 513,6 Ch.

459 cas possibles

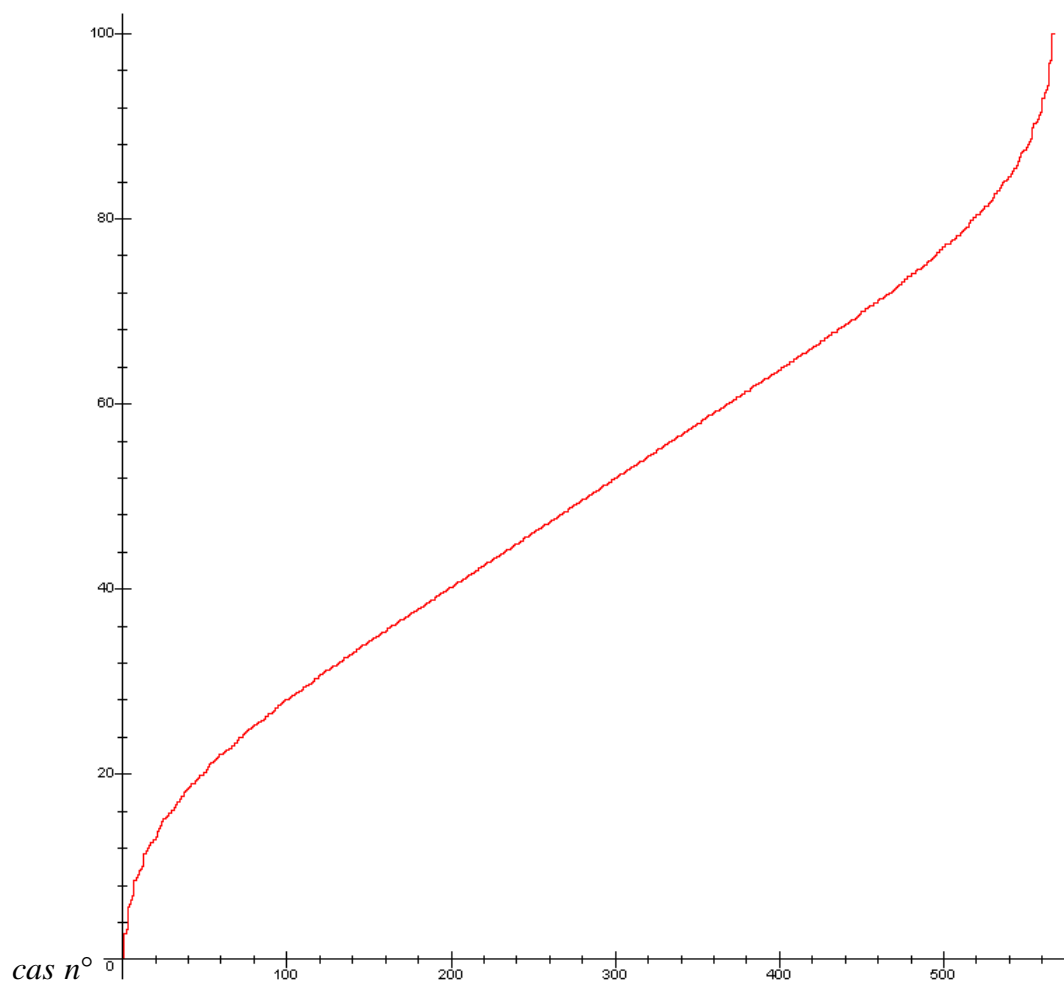
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 5 moteurs-PRBC
cylindrée 9050,8 cm³, puissance maximale 588,3 Ch.

567 cas possibles

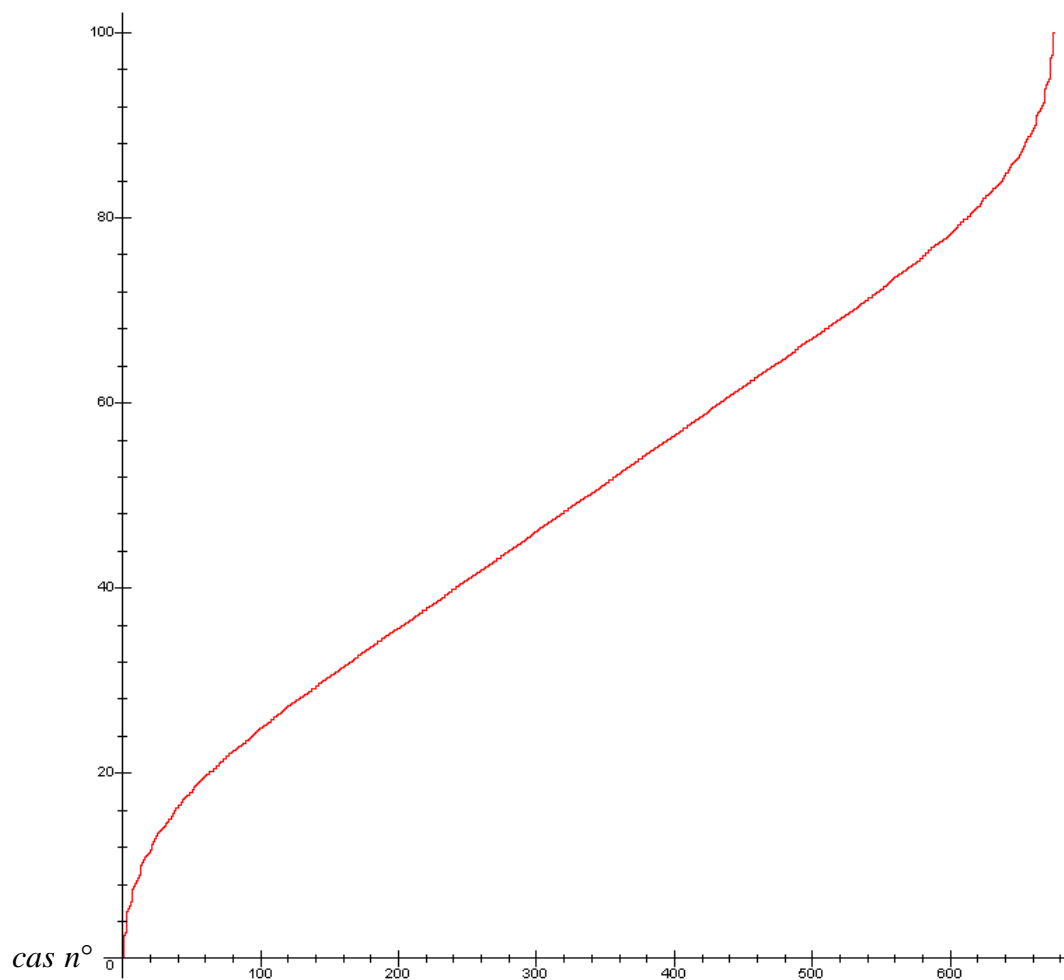
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 6 moteurs-PRBC
cylindrée 10199,9 cm³, puissance maximale 663 Ch.

675 cas possibles

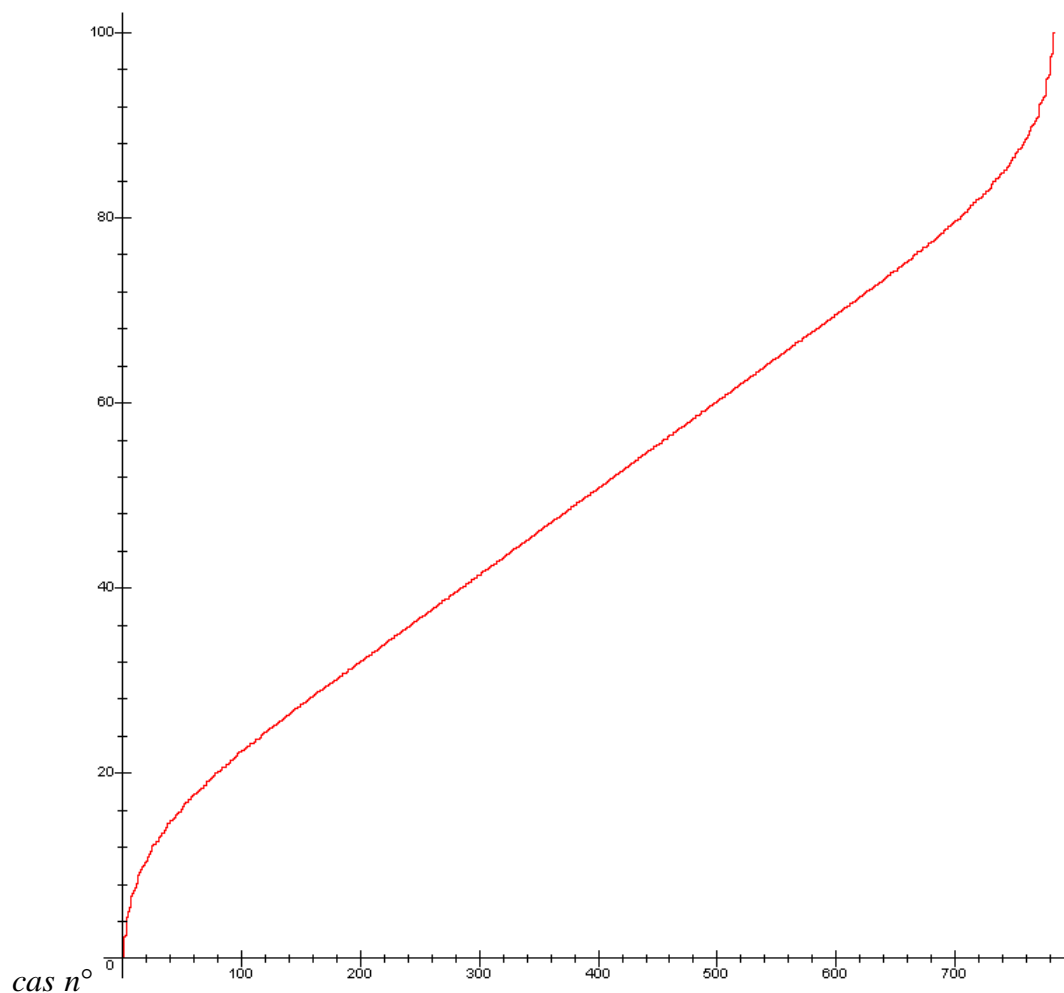
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 7 moteurs-PRBC
cylindrée 11349 cm³, puissance maximale 737,7 Ch.

783 cas possibles

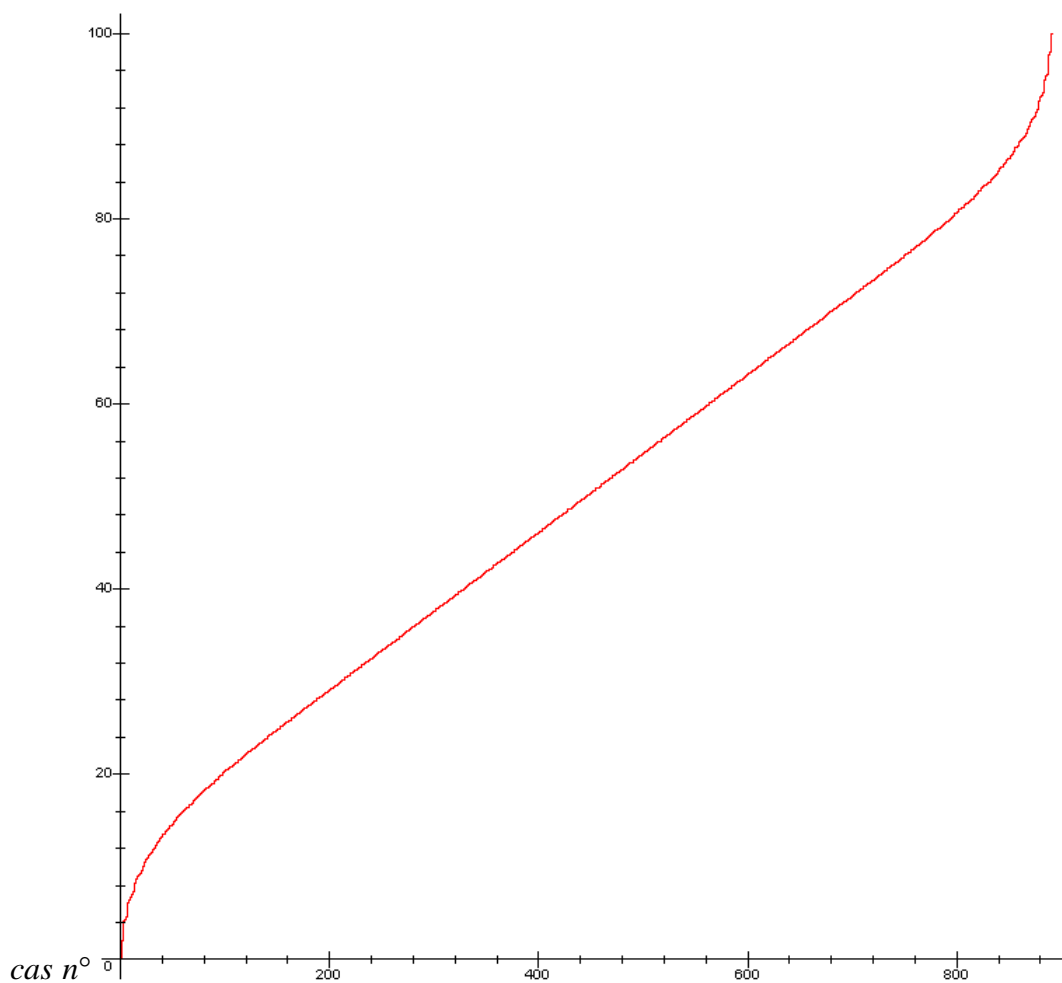
pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



Etude de l'association de 2 moteurs-POGDC et de 8 moteurs-PRBC
cylindrée 12498,1 cm³, puissance maximale 812,4 Ch.

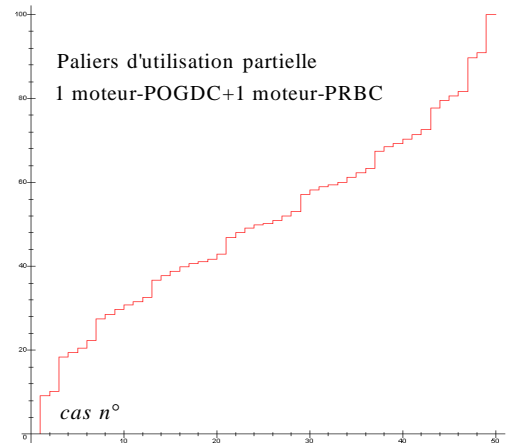
891 cas possibles

pourcentages possibles en utilisation partielle du moteur



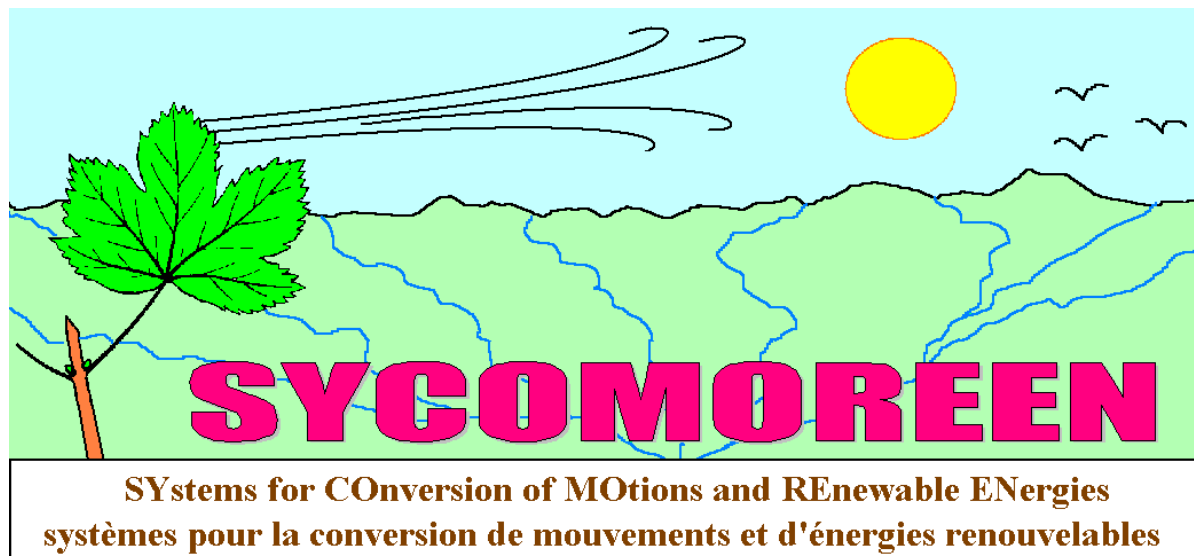
Quelques constats

- Cas des moteurs-PRBC seuls
 - Ce type de moteur ne présente qu'un seul type de chambre, aussi est-il nécessaire d'augmenter de façon assez importante leur nombre si l'on souhaite resserrer les paliers de puissances partielles.
 - S'il s'agit d'une association de N moteurs-PRBC, il y a $4N$ paliers et ce nombre ne progresse pas beaucoup avec N (progression linéaire). Il y a donc assez peu de paliers par rapport au nombre de chambres.
- Cas des moteurs-POGDC ou des associations de moteurs POGDC/PRBC
 - On retrouve sur tous les graphiques de ces moteurs les faits suivants :
 - les sauts les plus importants entre 2 puissances consécutives se situent :
 - aux très faibles puissances
 - aux très fortes puissances
 - les sauts les plus fins sont dans les zones de puissance basse à élevée, avec en général une finesse accrue dans la zone médiane des 50%
 - Les moteurs-POGDC seuls génèrent un nombre relativement important de combinaisons, et donc de puissances partielles possibles.
 - L'association des moteurs-PRBC et des moteurs-POGDC conduit à une progression exponentielle du nombre de paliers : pas moins de 50 paliers avec un seul moteur-POGDC et un seul moteur-PRBC !



Comment concevoir et gérer le moteur ?

- Tout d'abord, il y a un grand intérêt à associer un moteur-PRBC et un ou plusieurs moteurs-POGDC, plutôt que plusieurs moteurs-POGDC seuls, ou plusieurs moteurs-PRBC seuls.
- Le fait que les sauts soient plus grands aux puissances mini ou maxi n'est pas gênant car la finesse de réglage y est moins utile qu'aux puissances moyennes.
- Il ne sera probablement pas nécessaire d'utiliser tous les paliers disponibles. Le calculateur du moteur, après avoir estimé la puissance idéale à fournir sélectionnera des paliers préprogrammés qui optimiseront :
 - les régimes transitoires d'une puissance à l'autre par une activation ou une désactivation d'un minimum de chambres entre 2 paliers consécutifs
 - le fonctionnement du moteur par la recherche d'« équilibres de fonctionnement » :
 - dans la transmission des efforts : ne pas faire transiter toute la puissance par un seul vilebrequin, équilibrer les charges
 - dans l'usure des pièces : solliciter au cours de la vie du moteur l'ensemble des chambres de combustion d'une façon égale...
 - les fluctuations du couple instantané sur l'arbre moteur, etc...



The Naturally Energetic Movement !
Le Mouvement Naturellement Energique !
Die Natürlich Energische Bewegung !
El ^{cas} Movimiento Naturalmente Energico !

**Pour découvrir d'autres
 études, concepts et réalisations
 relatifs aux énergies renouvelables :**

<http://sycomoreen.free.fr>