

Point glissant sur un cercle vertical
Méthode d'Euler

r (m) 0,20
g (m.s⁻²) 9,8
λ 0,15
θ₀ (°) 10
θ° (°.s⁻¹) 0
m (kg) 0,010

Δt (s) 0,016

Δt (s) 0,004

Δt (s) 0,001

n	t (s)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)	t (s)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)	t (s)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)
0	0,000	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965	0,000	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965	0,000	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965
1	0,016	0,1745	0,0203	1,2705	0,0965	0,004	0,1745	0,0051	1,2704	0,0965	0,001	0,1745	0,0013	1,2704	0,0965
2	0,032	0,1749	0,0407	1,2868	0,0965	0,008	0,1746	0,0102	1,2714	0,0965	0,002	0,1745	0,0025	1,2705	0,0965
3	0,048	0,1755	0,0612	1,3193	0,0965	0,012	0,1746	0,0152	1,2735	0,0965	0,003	0,1745	0,0038	1,2706	0,0965
4	0,064	0,1765	0,0824	1,3683	0,0965	0,016	0,1747	0,0203	1,2765	0,0965	0,004	0,1745	0,0051	1,2708	0,0965
5	0,080	0,1778	0,1042	1,4342	0,0964	0,020	0,1747	0,0254	1,2806	0,0965	0,005	0,1745	0,0064	1,2711	0,0965
6	0,096	0,1795	0,1272	1,5176	0,0964	0,024	0,1748	0,0306	1,2857	0,0965	0,006	0,1746	0,0076	1,2714	0,0965
7	0,112	0,1815	0,1515	1,6194	0,0963	0,028	0,1750	0,0357	1,2918	0,0965	0,007	0,1746	0,0089	1,2718	0,0965
8	0,128	0,1839	0,1774	1,7407	0,0963	0,032	0,1751	0,0409	1,2989	0,0965	0,008	0,1746	0,0102	1,2722	0,0965
9	0,144	0,1868	0,2052	1,8828	0,0962	0,036	0,1753	0,0461	1,3071	0,0965	0,009	0,1746	0,0114	1,2727	0,0965
10	0,160	0,1901	0,2354	2,0474	0,0961	0,040	0,1755	0,0513	1,3163	0,0965	0,010	0,1746	0,0127	1,2733	0,0965
11	0,176	0,1938	0,2681	2,2363	0,0960	0,044	0,1757	0,0566	1,3265	0,0965	0,011	0,1746	0,0140	1,2739	0,0965
12	0,192	0,1981	0,3039	2,4516	0,0959	0,048	0,1759	0,0619	1,3378	0,0965	0,012	0,1746	0,0153	1,2746	0,0965
13	0,208	0,2030	0,3431	2,6960	0,0958	0,052	0,1761	0,0672	1,3502	0,0965	0,013	0,1746	0,0165	1,2754	0,0965
14	0,224	0,2085	0,3863	2,9723	0,0956	0,056	0,1764	0,0726	1,3636	0,0965	0,014	0,1746	0,0178	1,2762	0,0965
15	0,240	0,2146	0,4338	3,2838	0,0954	0,060	0,1767	0,0781	1,3782	0,0965	0,015	0,1747	0,0191	1,2771	0,0965
16	0,256	0,2216	0,4864	3,6342	0,0951	0,064	0,1770	0,0836	1,3938	0,0965	0,016	0,1747	0,0204	1,2780	0,0965
17	0,272	0,2294	0,5445	4,0276	0,0948	0,068	0,1773	0,0892	1,4105	0,0964	0,017	0,1747	0,0216	1,2791	0,0965
18	0,288	0,2381	0,6089	4,4688	0,0945	0,072	0,1777	0,0948	1,4283	0,0964	0,018	0,1747	0,0229	1,2801	0,0965
19	0,304	0,2478	0,6804	4,9633	0,0941	0,076	0,1781	0,1005	1,4472	0,0964	0,019	0,1748	0,0242	1,2813	0,0965
20	0,320	0,2587	0,7599	5,5170	0,0936	0,080	0,1785	0,1063	1,4673	0,0964	0,020	0,1748	0,0255	1,2825	0,0965
21	0,336	0,2709	0,8481	6,1366	0,0930	0,084	0,1789	0,1122	1,4886	0,0964	0,021	0,1748	0,0268	1,2838	0,0965
22	0,352	0,2844	0,9463	6,8298	0,0923	0,088	0,1793	0,1181	1,5110	0,0964	0,022	0,1748	0,0280	1,2851	0,0965
23	0,368	0,2996	1,0556	7,6052	0,0914	0,092	0,1798	0,1242	1,5346	0,0964	0,023	0,1749	0,0293	1,2865	0,0965
24	0,384	0,3165	1,1773	8,4722	0,0904	0,096	0,1803	0,1303	1,5595	0,0964	0,024	0,1749	0,0306	1,2880	0,0965
25	0,400	0,3353	1,3128	9,4415	0,0891	0,100	0,1808	0,1366	1,5855	0,0964	0,025	0,1749	0,0319	1,2895	0,0965
26	0,416	0,3563	1,4639	10,5251	0,0876	0,104	0,1814	0,1429	1,6129	0,0964	0,026	0,1749	0,0332	1,2911	0,0965
27	0,432	0,3797	1,6323	11,7361	0,0857	0,108	0,1820	0,1494	1,6414	0,0963	0,027	0,1750	0,0345	1,2927	0,0965
28	0,448	0,4058	1,8201	13,0890	0,0834	0,112	0,1826	0,1559	1,6713	0,0963	0,028	0,1750	0,0358	1,2945	0,0965
29	0,464	0,4350	2,0295	14,5999	0,0806	0,116	0,1832	0,1626	1,7025	0,0963	0,029	0,1751	0,0371	1,2963	0,0965
30	0,480	0,4674	2,2631	16,2862	0,0772	0,120	0,1838	0,1694	1,7351	0,0963	0,030	0,1751	0,0384	1,2981	0,0965
31	0,496	0,5036	2,5237	18,1667	0,0731	0,124	0,1845	0,1764	1,7690	0,0963	0,031	0,1751	0,0397	1,3000	0,0965
32	0,512	0,5440	2,8143	20,2610	0,0680	0,128	0,1852	0,1834	1,8043	0,0963	0,032	0,1752	0,0410	1,3020	0,0965
33	0,528	0,5891	3,1385	22,5896	0,0618	0,132	0,1859	0,1906	1,8410	0,0962	0,033	0,1752	0,0423	1,3040	0,0965
34	0,544	0,6393	3,5000	25,1729	0,0541	0,136	0,1867	0,1980	1,8792	0,0962	0,034	0,1752	0,0436	1,3062	0,0965
35	0,560	0,6953	3,9027	28,0300	0,0448	0,140	0,1875	0,2055	1,9189	0,0962	0,035	0,1753	0,0449	1,3083	0,0965
36	0,576	0,7577	4,3512	31,1768	0,0333	0,144	0,1883	0,2132	1,9601	0,0962	0,036	0,1753	0,0462	1,3106	0,0965
37	0,592	0,8273	4,8500	34,6241	0,0193	0,148	0,1892	0,2210	2,0028	0,0962	0,037	0,1754	0,0475	1,3129	0,0965
38	0,608	0,9049	5,4040	38,3731	0,0021	0,152	0,1901	0,2291	2,0471	0,0961	0,038	0,1754	0,0488	1,3153	0,0965
39	0,624	0,9914	6,0180	42,4111	-0,0188	0,156	0,1910	0,2372	2,0931	0,0961	0,039	0,1755	0,0501	1,3177	0,0965
40	0,640	1,0877	6,6966	46,7045	-0,0442	0,160	0,1919	0,2456	2,1406	0,0961	0,040	0,1755	0,0514	1,3202	0,0965
41	0,656	1,1948	7,4438	51,1905	-0,0748	0,164	0,1929	0,2542	2,1899	0,0961	0,041	0,1756	0,0528	1,3228	0,0965
42	0,672	1,3139	8,2629	55,7665	-0,1117	0,168	0,1939	0,2629	2,2409	0,0960	0,042	0,1756	0,0541	1,3254	0,0965
43	t _{max} (s) θ _{max} (°)					0,172	0,1950	0,2719	2,2937	0,0960	0,043	0,1757	0,0554	1,3281	0,0965
0,610		52,4				0,176	0,1961	0,2811	2,3483	0,0960	0,044	0,1757	0,0567	1,3309	0,0965
						0,180	0,1972	0,2905	2,4047	0,0959	0,045	0,1758	0,0581	1,3337	0,0965
46						0,184	0,1983	0,3001	2,4631	0,0959	0,046	0,1759	0,0594	1,3366	0,0965
47						0,188	0,1995	0,3099	2,5234	0,0959	0,047	0,1759	0,0607	1,3396	0,0965
48						0,192	0,2008	0,3200	2,5857	0,0958	0,048	0,1760	0,0621	1,3426	0,0965
49						0,196	0,2021	0,3304	2,6501	0,0958	0,049	0,1760	0,0634	1,3457	0,0965
50						0,200	0,2034	0,3410	2,7165	0,0957	0,050	0,1761	0,0648	1,3489	0,0965
51						0,204	0,2048	0,3518	2,7851	0,0957	0,051	0,1762	0,0661	1,3521	0,0965
52						0,208	0,2062	0,3630	2,8559	0,0957	0,052	0,1762	0,0675	1,3554	0,0965
53						0,212	0,2076	0,3744	2,9290	0,0956	0,053	0,1763	0,0688	1,3588	0,0965
54						0,216	0,2091	0,3861	3,0044	0,0956	0,054	0,1764	0,0702	1,3622	0,0965
55						0,220	0,2107	0,3981	3,0822	0,0955	0,055	0,1764	0,0715	1,3657	0,0965
56						0,224	0,2122	0,4105	3,1625	0,0955	0,056	0,1765	0,0729	1,3693	0,0965
57						0,228	0,2139	0,4231	3,2452	0,0954	0,057	0,1766	0,0743	1,3729	0,0965
58						0,232	0,2156	0,4361	3,3306	0,0954	0,058	0,1767	0,0757	1,3766	0,0965
59						0,236	0,2173	0,4494	3,4186	0,0953	0,059	0,1767	0,0770	1,3804	0,0965
60						0,240	0,2191	0,4631	3,5093	0,0952	0,060	0,1768	0,0784	1,3843	0,0965
61						0,244	0,2210	0,4771	3,6029	0,0952	0,061	0,1769	0,0798	1,3882	0,0965
62						0,248	0,2229	0,4915	3,6993	0,0951	0,062,				

89	0,356	0,3024	1,0730	7,7477	0,0913	0,089	0,1797	0,1204	1,5268	0,0964
90	0,360	0,3067	1,1040	7,9679	0,0910	0,090	0,1798	0,1219	1,5328	0,0964
91	0,364	0,3111	1,1358	8,1946	0,0907	0,091	0,1799	0,1235	1,5389	0,0964
92	0,368	0,3156	1,1686	8,4280	0,0904	0,092	0,1800	0,1250	1,5451	0,0964
93	0,372	0,3203	1,2023	8,6683	0,0901	0,093	0,1802	0,1265	1,5513	0,0964
94	0,376	0,3251	1,2370	8,9157	0,0898	0,094	0,1803	0,1281	1,5576	0,0964
95	0,380	0,3301	1,2727	9,1704	0,0895	0,095	0,1804	0,1297	1,5640	0,0964
96	0,384	0,3351	1,3093	9,4326	0,0891	0,096	0,1805	0,1312	1,5705	0,0964
97	0,388	0,3404	1,3471	9,7025	0,0887	0,097	0,1807	0,1328	1,5771	0,0964
98	0,392	0,3458	1,3859	9,9804	0,0884	0,098	0,1808	0,1344	1,5837	0,0964
99	0,396	0,3513	1,4258	10,2664	0,0879	0,099	0,1809	0,1360	1,5904	0,0964
100	0,400	0,3570	1,4669	10,5609	0,0875	0,100	0,1811	0,1375	1,5972	0,0964
101	0,404	0,3629	1,5091	10,8640	0,0871	0,101	0,1812	0,1391	1,6041	0,0964
102	0,408	0,3689	1,5526	11,1761	0,0866	0,102	0,1814	0,1407	1,6111	0,0964
103	0,412	0,3751	1,5973	11,4973	0,0861	0,103	0,1815	0,1424	1,6181	0,0963
104	0,416	0,3815	1,6433	11,8279	0,0856	0,104	0,1816	0,1440	1,6252	0,0963
105	0,420	0,3881	1,6906	12,1682	0,0850	0,105	0,1818	0,1456	1,6324	0,0963
106	0,424	0,3949	1,7392	12,5185	0,0844	0,106	0,1819	0,1472	1,6397	0,0963
107	0,428	0,4018	1,7893	12,8790	0,0838	0,107	0,1821	0,1489	1,6471	0,0963
108	0,432	0,4090	1,8408	13,2501	0,0831	0,108	0,1822	0,1505	1,6545	0,0963
109	0,436	0,4163	1,8938	13,6320	0,0825	0,109	0,1824	0,1522	1,6620	0,0963
110	0,440	0,4239	1,9484	14,0251	0,0817	0,110	0,1825	0,1538	1,6697	0,0963
111	0,444	0,4317	2,0045	14,4296	0,0810	0,111	0,1827	0,1555	1,6774	0,0963
112	0,448	0,4397	2,0622	14,8458	0,0802	0,112	0,1828	0,1572	1,6851	0,0963
113	0,452	0,4480	2,1216	15,2741	0,0793	0,113	0,1830	0,1589	1,6930	0,0963
114	0,456	0,4565	2,1827	15,7149	0,0784	0,114	0,1831	0,1606	1,7009	0,0963
115	0,460	0,4652	2,2455	16,1683	0,0775	0,115	0,1833	0,1623	1,7090	0,0963
116	0,464	0,4742	2,3102	16,6349	0,0765	0,116	0,1835	0,1640	1,7171	0,0963
117	0,468	0,4834	2,3767	17,1148	0,0755	0,117	0,1836	0,1657	1,7253	0,0963
118	0,472	0,4929	2,4452	17,6085	0,0744	0,118	0,1838	0,1674	1,7336	0,0963
119	0,476	0,5027	2,5156	18,1164	0,0732	0,119	0,1840	0,1691	1,7420	0,0963
120	0,480	0,5128	2,5881	18,6386	0,0720	0,120	0,1841	0,1709	1,7504	0,0963
121	0,484	0,5231	2,6626	19,1758	0,0707	0,121	0,1843	0,1726	1,7590	0,0963
122	0,488	0,5338	2,7394	19,7281	0,0694	0,122	0,1845	0,1744	1,7676	0,0963
123	0,492	0,5447	2,8183	20,2959	0,0679	0,123	0,1847	0,1762	1,7764	0,0963
124	0,496	0,5560	2,8994	20,8797	0,0664	0,124	0,1848	0,1779	1,7852	0,0963
125	0,500	0,5676	2,9830	21,4798	0,0648	0,125	0,1850	0,1797	1,7941	0,0963
126	0,504	0,5795	3,0689	22,0964	0,0632	0,126	0,1852	0,1815	1,8031	0,0963
127	0,508	0,5918	3,1573	22,7301	0,0614	0,127	0,1854	0,1833	1,8122	0,0963
128	0,512	0,6044	3,2482	23,3811	0,0595	0,128	0,1856	0,1851	1,8213	0,0962
129	0,516	0,6174	3,3417	24,0498	0,0576	0,129	0,1857	0,1870	1,8306	0,0962
130	0,520	0,6308	3,4379	24,7366	0,0555	0,130	0,1859	0,1888	1,8400	0,0962
131	0,524	0,6445	3,5369	25,4417	0,0533	0,131	0,1861	0,1906	1,8494	0,0962
132	0,528	0,6587	3,6386	26,1655	0,0510	0,132	0,1863	0,1925	1,8590	0,0962
133	0,532	0,6732	3,7433	26,9082	0,0486	0,133	0,1865	0,1943	1,8686	0,0962
134	0,536	0,6882	3,8509	27,6702	0,0460	0,134	0,1867	0,1962	1,8783	0,0962
135	0,540	0,7036	3,9616	28,4518	0,0433	0,135	0,1869	0,1981	1,8882	0,0962
136	0,544	0,7195	4,0754	29,2531	0,0405	0,136	0,1871	0,2000	1,8981	0,0962
137	0,548	0,7358	4,1924	30,0744	0,0375	0,137	0,1873	0,2019	1,9081	0,0962
138	0,552	0,7525	4,3127	30,9159	0,0343	0,138	0,1875	0,2038	1,9182	0,0962
139	0,556	0,7698	4,4364	31,7776	0,0310	0,139	0,1877	0,2057	1,9284	0,0962
140	0,560	0,7875	4,5635	32,6598	0,0275	0,140	0,1879	0,2076	1,9387	0,0962
141	0,564	0,8058	4,6941	33,5624	0,0238	0,141	0,1881	0,2096	1,9491	0,0962
142	0,568	0,8246	4,8284	34,4856	0,0199	0,142	0,1883	0,2115	1,9596	0,0962
143	0,572	0,8439	4,9663	35,4291	0,0158	0,143	0,1885	0,2135	1,9702	0,0962
144	0,576	0,8637	5,1080	36,3929	0,0115	0,144	0,1887	0,2154	1,9809	0,0962
145	0,580	0,8842	5,2536	37,3769	0,0069	0,145	0,1890	0,2174	1,9917	0,0962
146	0,584	0,9052	5,4031	38,3807	0,0021	0,146	0,1892	0,2194	2,0026	0,0962
147	0,588	0,9268	5,5566	39,4040	-0,0029	0,147	0,1894	0,2214	2,0136	0,0961
148	0,592	0,9490	5,7143	40,4464	-0,0082	0,148	0,1896	0,2234	2,0247	0,0961
149	0,596	0,9719	5,8760	41,5072	-0,0138	0,149	0,1898	0,2255	2,0359	0,0961
150	0,600	0,9954	6,0421	42,5859	-0,0197	0,150	0,1901	0,2275	2,0472	0,0961
151						0,151	0,1903	0,2295	2,0586	0,0961
152						0,152	0,1905	0,2316	2,0701	0,0961
153						0,153	0,1908	0,2337	2,0817	0,0961
154						0,154	0,1910	0,2357	2,0934	0,0961
155						0,155	0,1912	0,2378	2,1052	0,0961
156						0,156	0,1915	0,2399	2,1172	0,0961
157						0,157	0,1917	0,2421	2,1292	0,0961
158						0,158	0,1919	0,2442	2,1413	0,0961
159						0,159	0,1922	0,2463	2,1536	0,0961
160						0,160	0,1924	0,2485	2,1659	0,0961
161						0,161	0,1927	0,2507	2,1784	0,0961
162						0,162	0,1929	0,2528	2,1910	0,0961
163						0,163	0,1932	0,2550	2,2036	0,0960
164						0,164	0,1934	0,2572	2,2164	0,0960
165						0,165	0,1937	0,2594	2,2293	0,0960
166						0,166	0,1940	0,2617	2,2424	0,0960
167						0,167	0,1942	0,2639	2,2555	0,0960
168						0,168	0,1945	0,2662	2,2687	0,0960
169						0,169	0,1947	0,2684	2,2821	0,0960
170						0,170	0,1950	0,2707	2,2956	0,0960
171						0,171	0,1953	0,2730	2,3091	0,0960
172						0,172	0,1956	0,2753	2,3228	0,0960
173						0,173	0,1958	0,2776	2,3367	0,0960
174						0,174	0,1961	0,2800	2,3506	0,0960
175						0,175	0,1964	0,2823	2,3647	0,0960
176						0,176	0,1967	0,2847	2,3788	0,0959
177						0,177	0,1970	0,2871	2,3931	0,0959
178						0,178	0,1972	0,2895	2,4075	0,0959
179						0,179	0,1975	0,2919	2,4221	0,0959
180						0,180	0,1978	0,2943	2,4367	0,0959
181						0,181	0,1981	0,2967	2,4515	0,0959
182						0,182	0,1984	0,2992	2,4664	0,0959
183						0,183	0,1987	0,3017	2,4815	0,0959
184						0,184	0,1990	0,3041	2,4966	0,0959
185						0,185	0,1993	0,3066	2,5119	0,0959
186						0,186	0,1996	0,3091	2,5273	0,0959
187						0,187	0,1999	0,3117	2,5428	0,0959
188						0,188	0,2002	0,3142	2,5585	0,0958
189						0,189	0,2006	0,3168	2,5743	0,0958
190						0,190	0,2009	0,3194	2,5902	0,0958
191						0,191	0,2012	0,3219	2,6062	0,0958
	t _{max} (s) θ _{max} (°)									
	0,586 52,4									

192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295

0,192	0,2015	0,3245	2,6224	0,0958
0,193	0,2018	0,3272	2,6387	0,0958
0,194	0,2022	0,3298	2,6552	0,0958
0,195	0,2025	0,3325	2,6718	0,0958
0,196	0,2028	0,3351	2,6885	0,0958
0,197	0,2032	0,3378	2,7053	0,0958
0,198	0,2035	0,3405	2,7223	0,0957
0,199	0,2038	0,3433	2,7395	0,0957
0,200	0,2042	0,3460	2,7567	0,0957
0,201	0,2045	0,3487	2,7741	0,0957
0,202	0,2049	0,3515	2,7917	0,0957
0,203	0,2052	0,3543	2,8094	0,0957
0,204	0,2056	0,3571	2,8272	0,0957
0,205	0,2060	0,3599	2,8452	0,0957
0,206	0,2063	0,3628	2,8633	0,0957
0,207	0,2067	0,3657	2,8815	0,0956
0,208	0,2070	0,3685	2,8999	0,0956
0,209	0,2074	0,3714	2,9185	0,0956
0,210	0,2078	0,3744	2,9372	0,0956
0,211	0,2082	0,3773	2,9560	0,0956
0,212	0,2085	0,3803	2,9750	0,0956
0,213	0,2089	0,3832	2,9942	0,0956
0,214	0,2093	0,3862	3,0135	0,0956
0,215	0,2097	0,3892	3,0329	0,0956
0,216	0,2101	0,3923	3,0525	0,0955
0,217	0,2105	0,3953	3,0723	0,0955
0,218	0,2109	0,3984	3,0922	0,0955
0,219	0,2113	0,4015	3,1123	0,0955
0,220	0,2117	0,4046	3,1325	0,0955
0,221	0,2121	0,4077	3,1529	0,0955
0,222	0,2125	0,4109	3,1734	0,0955
0,223	0,2129	0,4141	3,1942	0,0954
0,224	0,2133	0,4172	3,2150	0,0954
0,225	0,2137	0,4205	3,2361	0,0954
0,226	0,2141	0,4237	3,2573	0,0954
0,227	0,2146	0,4270	3,2786	0,0954
0,228	0,2150	0,4302	3,3002	0,0954
0,229	0,2154	0,4335	3,3219	0,0954
0,230	0,2158	0,4369	3,3437	0,0953
0,231	0,2163	0,4402	3,3658	0,0953
0,232	0,2167	0,4436	3,3880	0,0953
0,233	0,2172	0,4470	3,4103	0,0953
0,234	0,2176	0,4504	3,4329	0,0953
0,235	0,2181	0,4538	3,4556	0,0953
0,236	0,2185	0,4573	3,4785	0,0953
0,237	0,2190	0,4607	3,5016	0,0952
0,238	0,2194	0,4642	3,5249	0,0952
0,239	0,2199	0,4678	3,5483	0,0952
0,240	0,2204	0,4713	3,5719	0,0952
0,241	0,2208	0,4749	3,5957	0,0952
0,242	0,2213	0,4785	3,6197	0,0952
0,243	0,2218	0,4821	3,6439	0,0951
0,244	0,2223	0,4857	3,6682	0,0951
0,245	0,2228	0,4894	3,6928	0,0951
0,246	0,2233	0,4931	3,7175	0,0951
0,247	0,2237	0,4968	3,7424	0,0951
0,248	0,2242	0,5006	3,7675	0,0950
0,249	0,2247	0,5043	3,7928	0,0950
0,250	0,2252	0,5081	3,8183	0,0950
0,251	0,2258	0,5119	3,8440	0,0950
0,252	0,2263	0,5158	3,8699	0,0950
0,253	0,2268	0,5197	3,8960	0,0950
0,254	0,2273	0,5235	3,9222	0,0949
0,255	0,2278	0,5275	3,9487	0,0949
0,256	0,2284	0,5314	3,9754	0,0949
0,257	0,2289	0,5354	4,0023	0,0949
0,258	0,2294	0,5394	4,0294	0,0949
0,259	0,2300	0,5434	4,0567	0,0948
0,260	0,2305	0,5475	4,0842	0,0948
0,261	0,2310	0,5516	4,1119	0,0948
0,262	0,2316	0,5557	4,1398	0,0948
0,263	0,2322	0,5598	4,1679	0,0947
0,264	0,2327	0,5640	4,1963	0,0947
0,265	0,2333	0,5682	4,2248	0,0947
0,266	0,2338	0,5724	4,2536	0,0947
0,267	0,2344	0,5767	4,2826	0,0947
0,268	0,2350	0,5809	4,3118	0,0946
0,269	0,2356	0,5853	4,3412	0,0946
0,270	0,2362	0,5896	4,3709	0,0946
0,271	0,2368	0,5940	4,4008	0,0946
0,272	0,2373	0,5984	4,4309	0,0945
0,273	0,2379	0,6028	4,4612	0,0945
0,274	0,2385	0,6073	4,4917	0,0945
0,275	0,2392	0,6118	4,5225	0,0945
0,276	0,2398	0,6163	4,5536	0,0944
0,277	0,2404	0,6208	4,5848	0,0944
0,278	0,2410	0,6254	4,6163	0,0944
0,279	0,2416	0,6300	4,6480	0,0944
0,280	0,2423	0,6347	4,6800	0,0943
0,281	0,2429	0,6394	4,7122	0,0943
0,282	0,2435	0,6441	4,7446	0,0943
0,283	0,2442	0,6488	4,7773	0,0943
0,284	0,2448	0,6536	4,8103	0,0942
0,285	0,2455	0,6584	4,8434	0,0942
0,286	0,2461	0,6632	4,8769	0,0942
0,287	0,2468	0,6681	4,9105	0,0941
0,288	0,2475	0,6730	4,9445	0,0941
0,289	0,2481	0,6780	4,9787	0,0941
0,290	0,2488	0,6830	5,0131	0,0940
0,291	0,2495	0,6880	5,0478	0,0940
0,292	0,2502	0,6930	5,0828	0,0940
0,293	0,2509	0,6981	5,1180	0,0940
0,294	0,2516	0,7032	5,1535	0,0939
0,295	0,2523	0,7084	5,1892	0,0939

296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399

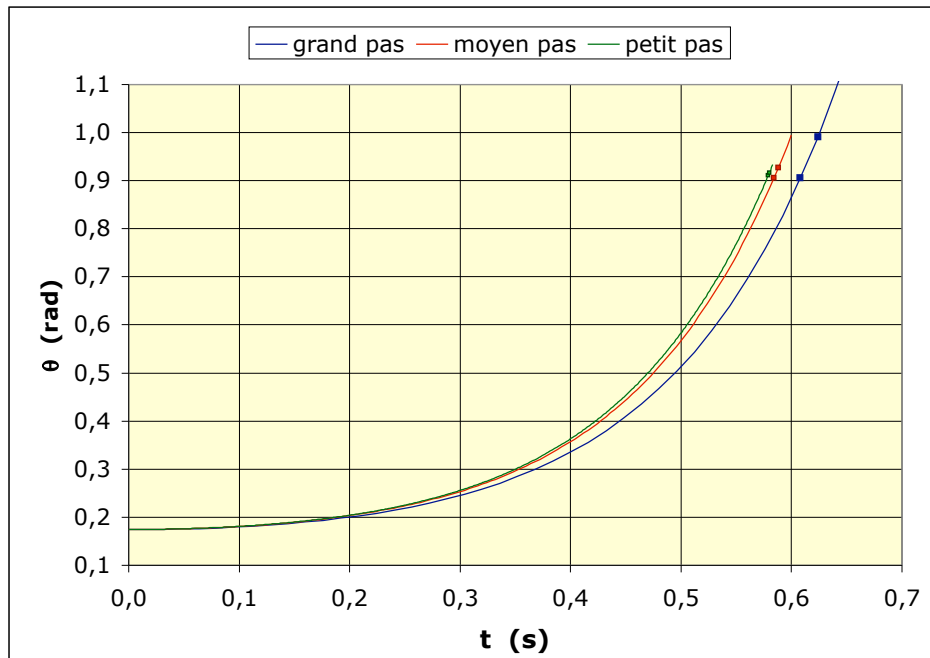
0,296	0,2530	0,7136	5,2252	0,0939
0,297	0,2537	0,7188	5,2615	0,0938
0,298	0,2544	0,7240	5,2981	0,0938
0,299	0,2552	0,7293	5,3349	0,0938
0,300	0,2559	0,7347	5,3720	0,0937
0,301	0,2566	0,7401	5,4094	0,0937
0,302	0,2574	0,7455	5,4471	0,0937
0,303	0,2581	0,7509	5,4850	0,0936
0,304	0,2589	0,7564	5,5232	0,0936
0,305	0,2596	0,7619	5,5617	0,0936
0,306	0,2604	0,7675	5,6005	0,0935
0,307	0,2611	0,7731	5,6396	0,0935
0,308	0,2619	0,7787	5,6790	0,0934
0,309	0,2627	0,7844	5,7187	0,0934
0,310	0,2635	0,7901	5,7586	0,0934
0,311	0,2643	0,7959	5,7989	0,0933
0,312	0,2651	0,8017	5,8394	0,0933
0,313	0,2659	0,8075	5,8803	0,0933
0,314	0,2667	0,8134	5,9215	0,0932
0,315	0,2675	0,8193	5,9629	0,0932
0,316	0,2683	0,8253	6,0047	0,0931
0,317	0,2691	0,8313	6,0468	0,0931
0,318	0,2700	0,8373	6,0892	0,0930
0,319	0,2708	0,8434	6,1319	0,0930
0,320	0,2716	0,8496	6,1750	0,0930
0,321	0,2725	0,8557	6,2183	0,0929
0,322	0,2733	0,8619	6,2620	0,0929
0,323	0,2742	0,8682	6,3060	0,0928
0,324	0,2751	0,8745	6,3503	0,0928
0,325	0,2759	0,8809	6,3950	0,0927
0,326	0,2768	0,8873	6,4400	0,0927
0,327	0,2777	0,8937	6,4853	0,0926
0,328	0,2786	0,9002	6,5309	0,0926
0,329	0,2795	0,9067	6,5769	0,0926
0,330	0,2804	0,9133	6,6233	0,0925
0,331	0,2813	0,9199	6,6699	0,0925
0,332	0,2823	0,9266	6,7170	0,0924
0,333	0,2832	0,9333	6,7643	0,0924
0,334	0,2841	0,9401	6,8121	0,0923
0,335	0,2851	0,9469	6,8601	0,0923
0,336	0,2860	0,9537	6,9086	0,0922
0,337	0,2870	0,9606	6,9574	0,0921
0,338	0,2879	0,9676	7,0065	0,0921
0,339	0,2889	0,9746	7,0560	0,0920
0,340	0,2899	0,9817	7,1059	0,0920
0,341	0,2908	0,9888	7,1562	0,0919
0,342	0,2918	0,9959	7,2068	0,0919
0,343	0,2928	1,0031	7,2578	0,0918
0,344	0,2938	1,0104	7,3092	0,0918
0,345	0,2948	1,0177	7,3609	0,0917
0,346	0,2959	1,0251	7,4131	0,0916
0,347	0,2969	1,0325	7,4656	0,0916
0,348	0,2979	1,0399	7,5185	0,0915
0,349	0,2989	1,0475	7,5718	0,0915
0,350	0,3000	1,0550	7,6255	0,0914
0,351	0,3011	1,0627	7,6796	0,0913
0,352	0,3021	1,0703	7,7341	0,0913
0,353	0,3032	1,0781	7,7890	0,0912
0,354	0,3043	1,0859	7,8443	0,0911
0,355	0,3053	1,0937	7,9001	0,0911
0,356	0,3064	1,1016	7,9562	0,0910
0,357	0,3075	1,1096	8,0127	0,0909
0,358	0,3087	1,1176	8,0697	0,0909
0,359	0,3098	1,1256	8,1271	0,0908
0,360	0,3109	1,1338	8,1849	0,0907
0,361	0,3120	1,1420	8,2431	0,0907
0,362	0,3132	1,1502	8,3017	0,0906
0,363	0,3143	1,1585	8,3608	0,0905
0,364	0,3155	1,1669	8,4204	0,0904
0,365	0,3166	1,1753	8,4803	0,0904
0,366	0,3178	1,1838	8,5407	0,0903
0,367	0,3190	1,1923	8,6016	0,0902
0,368	0,3202	1,2009	8,6629	0,0901
0,369	0,3214	1,2096	8,7247	0,0901
0,370	0,3226	1,2183	8,7869	0,0900
0,371	0,3238	1,2271	8,8496	0,0899
0,372	0,3251	1,2359	8,9127	0,0898
0,373	0,3263	1,2448	8,9763	0,0897
0,374	0,3275	1,2538	9,0404	0,0896
0,375	0,3288	1,2629	9,1049	0,0896
0,376	0,3301	1,2720	9,1699	0,0895
0,377	0,3313	1,2811	9,2354	0,0894
0,378	0,3326	1,2904	9,3014	0,0893
0,379	0,3339	1,2997	9,3679	0,0892
0,380	0,3352	1,3090	9,4348	0,0891
0,381	0,3365	1,3185	9,5023	0,0890
0,382	0,3378	1,3280	9,5702	0,0889
0,383	0,3392	1,3375	9,6387	0,0888
0,384	0,3405	1,3472	9,7076	0,0887
0,385	0,3418	1,3569	9,7771	0,0886
0,386	0,3432	1,3667	9,8470	0,0885
0,387	0,3446	1,3765	9,9175	0,0885
0,388	0,3459	1,3864	9,9885	0,0883
0,389	0,3473	1,3964	10,0600	0,0882
0,390	0,3487	1,4065	10,1321	0,0881
0,391	0,3501	1,4166	10,2047	0,0880
0,392	0,3515	1,4268	10,2778	0,0879
0,393	0,3530	1,4371	10,3514	0,0878
0,394	0,3544	1,4474	10,4256	0,0877
0,395	0,3559	1,4579	10,5004	0,0876
0,396	0,3573	1,4684	10,5757	0,0875
0,397	0,3588	1,4789	10,6515	0,0874
0,398	0,3603	1,4896	10,7279	0,0873
0,399	0,3617	1,5003	10,8049	0,0872

400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503

0,400	0,3632	1,5111	10,8824	0,0870
0,401	0,3648	1,5220	10,9605	0,0869
0,402	0,3663	1,5330	11,0392	0,0868
0,403	0,3678	1,5440	11,1184	0,0867
0,404	0,3694	1,5551	11,1983	0,0866
0,405	0,3709	1,5663	11,2787	0,0864
0,406	0,3725	1,5776	11,3597	0,0863
0,407	0,3741	1,5890	11,4413	0,0862
0,408	0,3756	1,6004	11,5235	0,0860
0,409	0,3772	1,6119	11,6063	0,0859
0,410	0,3789	1,6235	11,6897	0,0858
0,411	0,3805	1,6352	11,7738	0,0856
0,412	0,3821	1,6470	11,8584	0,0855
0,413	0,3838	1,6589	11,9437	0,0854
0,414	0,3854	1,6708	12,0295	0,0852
0,415	0,3871	1,6828	12,1161	0,0851
0,416	0,3888	1,6950	12,2032	0,0849
0,417	0,3905	1,7072	12,2910	0,0848
0,418	0,3922	1,7194	12,3794	0,0846
0,419	0,3939	1,7318	12,4685	0,0845
0,420	0,3956	1,7443	12,5582	0,0843
0,421	0,3974	1,7569	12,6486	0,0842
0,422	0,3991	1,7695	12,7397	0,0840
0,423	0,4009	1,7822	12,8314	0,0839
0,424	0,4027	1,7951	12,9238	0,0837
0,425	0,4045	1,8080	13,0168	0,0836
0,426	0,4063	1,8210	13,1106	0,0834
0,427	0,4081	1,8341	13,2050	0,0832
0,428	0,4099	1,8473	13,3001	0,0831
0,429	0,4118	1,8606	13,3959	0,0829
0,430	0,4136	1,8740	13,4924	0,0827
0,431	0,4155	1,8875	13,5896	0,0825
0,432	0,4174	1,9011	13,6875	0,0824
0,433	0,4193	1,9148	13,7862	0,0822
0,434	0,4212	1,9286	13,8855	0,0820
0,435	0,4232	1,9425	13,9856	0,0818
0,436	0,4251	1,9565	14,0864	0,0816
0,437	0,4271	1,9705	14,1879	0,0814
0,438	0,4290	1,9847	14,2902	0,0812
0,439	0,4310	1,9990	14,3932	0,0810
0,440	0,4330	2,0134	14,4970	0,0808
0,441	0,4350	2,0279	14,6015	0,0806
0,442	0,4370	2,0425	14,7068	0,0804
0,443	0,4391	2,0572	14,8128	0,0802
0,444	0,4411	2,0720	14,9196	0,0800
0,445	0,4432	2,0869	15,0272	0,0798
0,446	0,4453	2,1020	15,1356	0,0796
0,447	0,4474	2,1171	15,2448	0,0794
0,448	0,4495	2,1324	15,3547	0,0792
0,449	0,4517	2,1477	15,4654	0,0789
0,450	0,4538	2,1632	15,5770	0,0787
0,451	0,4560	2,1788	15,6893	0,0785
0,452	0,4581	2,1944	15,8025	0,0783
0,453	0,4603	2,2102	15,9165	0,0780
0,454	0,4626	2,2262	16,0313	0,0778
0,455	0,4648	2,2422	16,1469	0,0775
0,456	0,4670	2,2583	16,2633	0,0773
0,457	0,4693	2,2746	16,3807	0,0771
0,458	0,4716	2,2910	16,4988	0,0768
0,459	0,4738	2,3075	16,6178	0,0766
0,460	0,4762	2,3241	16,7376	0,0763
0,461	0,4785	2,3408	16,8584	0,0760
0,462	0,4808	2,3577	16,9799	0,0758
0,463	0,4832	2,3747	17,1024	0,0755
0,464	0,4856	2,3918	17,2257	0,0752
0,465	0,4879	2,4090	17,3499	0,0750
0,466	0,4904	2,4264	17,4750	0,0747
0,467	0,4928	2,4438	17,6010	0,0744
0,468	0,4952	2,4614	17,7279	0,0741
0,469	0,4977	2,4792	17,8557	0,0738
0,470	0,5002	2,4970	17,9844	0,0735
0,471	0,5027	2,5150	18,1141	0,0732
0,472	0,5052	2,5331	18,2446	0,0729
0,473	0,5077	2,5514	18,3761	0,0726
0,474	0,5103	2,5697	18,5085	0,0723
0,475	0,5128	2,5882	18,6419	0,0720
0,476	0,5154	2,6069	18,7762	0,0717
0,477	0,5180	2,6257	18,9115	0,0714
0,478	0,5206	2,6446	19,0477	0,0710
0,479	0,5233	2,6636	19,1849	0,0707
0,480	0,5260	2,6828	19,3231	0,0704
0,481	0,5286	2,7021	19,4622	0,0700
0,482	0,5313	2,7216	19,6023	0,0697
0,483	0,5341	2,7412	19,7434	0,0693
0,484	0,5368	2,7609	19,8855	0,0690
0,485	0,5396	2,7808	20,0286	0,0686
0,486	0,5423	2,8008	20,1727	0,0682
0,487	0,5451	2,8210	20,3178	0,0679
0,488	0,5480	2,8413	20,4639	0,0675
0,489	0,5508	2,8618	20,6111	0,0671
0,490	0,5537	2,8824	20,7592	0,0667
0,491	0,5566	2,9032	20,9085	0,0664
0,492	0,5595	2,9241	21,0587	0,0660
0,493	0,5624	2,9451	21,2100	0,0656
0,494	0,5653	2,9663	21,3624	0,0652
0,495	0,5683	2,9877	21,5158	0,0647
0,496	0,5713	3,0092	21,6702	0,0643
0,497	0,5743	3,0309	21,8258	0,0639
0,498	0,5773	3,0527	21,9824	0,0635
0,499	0,5804	3,0747	22,1401	0,0630
0,500	0,5834	3,0968	22,2989	0,0626
0,501	0,5865	3,1191	22,4587	0,0622
0,502	0,5897	3,1416	22,6197	0,0617
0,503	0,5928	3,1642	22,7818	0,0613

504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583

0,504	0,5960	3,1870	22,9450	0,0608
0,505	0,5992	3,2099	23,1093	0,0603
0,506	0,6024	3,2331	23,2747	0,0598
0,507	0,6056	3,2563	23,4412	0,0594
0,508	0,6089	3,2798	23,6089	0,0589
0,509	0,6121	3,3034	23,7777	0,0584
0,510	0,6154	3,3272	23,9477	0,0579
0,511	0,6188	3,3511	24,1188	0,0574
0,512	0,6221	3,3752	24,2910	0,0569
0,513	0,6255	3,3995	24,4644	0,0563
0,514	0,6289	3,4240	24,6390	0,0558
0,515	0,6323	3,4486	24,8147	0,0553
0,516	0,6358	3,4734	24,9917	0,0547
0,517	0,6392	3,4984	25,1698	0,0542
0,518	0,6427	3,5236	25,3490	0,0536
0,519	0,6463	3,5489	25,5295	0,0530
0,520	0,6498	3,5745	25,7112	0,0525
0,521	0,6534	3,6002	25,8941	0,0519
0,522	0,6570	3,6261	26,0781	0,0513
0,523	0,6606	3,6522	26,2634	0,0507
0,524	0,6643	3,6784	26,4499	0,0501
0,525	0,6679	3,7049	26,6376	0,0495
0,526	0,6716	3,7315	26,8266	0,0489
0,527	0,6754	3,7583	27,0167	0,0482
0,528	0,6791	3,7854	27,2081	0,0476
0,529	0,6829	3,8126	27,4007	0,0470
0,530	0,6867	3,8400	27,5946	0,0463
0,531	0,6906	3,8676	27,7897	0,0456
0,532	0,6944	3,8953	27,9861	0,0450
0,533	0,6983	3,9233	28,1837	0,0443
0,534	0,7023	3,9515	28,3826	0,0436
0,535	0,7062	3,9799	28,5827	0,0429
0,536	0,7102	4,0085	28,7841	0,0422
0,537	0,7142	4,0373	28,9868	0,0415
0,538	0,7182	4,0663	29,1907	0,0407
0,539	0,7223	4,0954	29,3959	0,0400
0,540	0,7264	4,1248	29,6024	0,0392
0,541	0,7305	4,1544	29,8102	0,0385
0,542	0,7347	4,1843	30,0192	0,0377
0,543	0,7389	4,2143	30,2296	0,0369
0,544	0,7431	4,2445	30,4412	0,0361
0,545	0,7473	4,2749	30,6541	0,0353
0,546	0,7516	4,3056	30,8683	0,0345
0,547	0,7559	4,3365	31,0838	0,0337
0,548	0,7602	4,3675	31,3006	0,0329
0,549	0,7646	4,3988	31,5187	0,0320
0,550	0,7690	4,4304	31,7381	0,0312
0,551	0,7734	4,4621	31,9588	0,0303
0,552	0,7779	4,4941	32,1808	0,0294
0,553	0,7824	4,5262	32,4041	0,0285
0,554	0,7869	4,5586	32,6287	0,0276
0,555	0,7915	4,5913	32,8546	0,0267
0,556	0,7961	4,6241	33,0818	0,0258
0,557	0,8007	4,6572	33,3103	0,0248
0,558	0,8053	4,6905	33,5402	0,0239
0,559	0,8100	4,7241	33,7713	0,0229
0,560	0,8148	4,7578	34,0038	0,0220
0,561	0,8195	4,7918	34,2375	0,0210
0,562	0,8243	4,8261	34,4725	0,0200
0,563	0,8291	4,8606	34,7089	0,0190
0,564	0,8340	4,8953	34,9465	0,0179
0,565	0,8389	4,9302	35,1855	0,0169
0,566	0,8438	4,9654	35,4257	0,0158
0,567	0,8488	5,0008	35,6673	0,0148
0,568	0,8538	5,0365	35,9101	0,0137
0,569	0,8588	5,0724	36,1542	0,0126
0,570	0,8639	5,1085	36,3996	0,0115
0,571	0,8690	5,1449	36,6463	0,0103
0,572	0,8742	5,1816	36,8943	0,0092
0,573	0,8793	5,2185	37,1435	0,0080
0,574	0,8846	5,2556	37,3940	0,0069
0,575	0,8898	5,2930	37,6458	0,0057
0,576	0,8951	5,3307	37,8988	0,0045
0,577	0,9004	5,3686	38,1531	0,0032
0,578	0,9058	5,4067	38,4086	0,0020
0,579	0,9112	5,4451	38,6654	0,0008
0,580	0,9167	5,4838	38,9234	-0,0005
0,581	0,9221	5,5227	39,1826	-0,0018
0,582	0,9277	5,5619	39,4431	-0,0031
0,583	0,9332	5,6013	39,7047	-0,0044
t_{max} (s) θ_{max} (°)				
0,580	52,4			

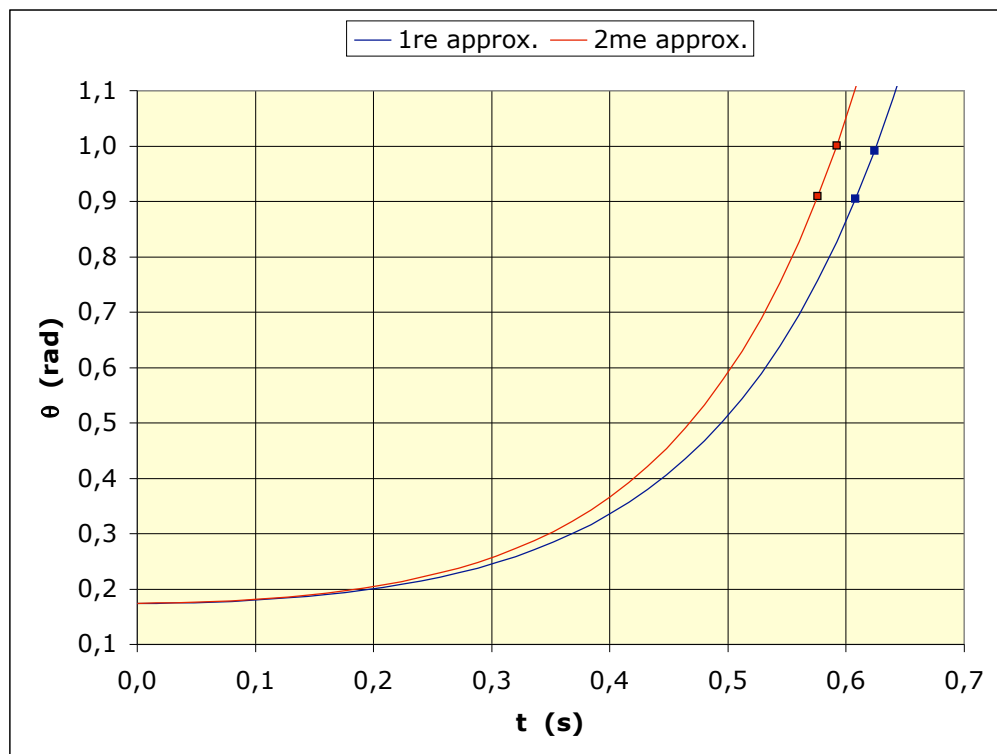


- La courbe obtenue par intégration approchée est d'autant plus précise que le pas de calcul est fin. Pour obtenir un résultat raisonnablement sûr, il faut estimer l'ordre de grandeur de la taille du pas à partir de laquelle toute amélioration supplémentaire serait illusoire (la taille du dernier pas, pendant lequel se produit le décollage, est ici indiquée sur les trois courbes exemples pour donner une idée de la précision)

Point glissant sur un cercle vertical
Méthode d'Euler

r (m) 0,20
g (m.s⁻²) 9,8
λ 0,15
θ₀ (°) 10
θ° (°s⁻¹) 0
m (kg) 0,010
Δt (s) 0,016

						2 ^{me} approximation en deux étanes						
1 ^{re} approximation						calcul intermédiaire			2 ^{me} approximation			
n	t (s)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)
0	0,000	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965				0,1745	0,0000	1,2704	0,0965
1	0,016	0,1745	0,0203	1,2705	0,0965	0,1747	0,0203	1,2785	0,1747	0,0204	1,2786	0,0965
2	0,032	0,1749	0,0407	1,2868	0,0965	0,1752	0,0408	1,3030	0,1752	0,0410	1,3031	0,0965
3	0,048	0,1755	0,0612	1,3193	0,0965	0,1760	0,0619	1,3442	0,1760	0,0622	1,3443	0,0965
4	0,064	0,1765	0,0824	1,3683	0,0965	0,1772	0,0837	1,4027	0,1772	0,0842	1,4028	0,0965
5	0,080	0,1778	0,1042	1,4342	0,0964	0,1787	0,1066	1,4791	0,1787	0,1073	1,4794	0,0964
6	0,096	0,1795	0,1272	1,5176	0,0964	0,1806	0,1309	1,5746	0,1806	0,1317	1,5749	0,0964
7	0,112	0,1815	0,1515	1,6194	0,0963	0,1829	0,1569	1,6903	0,1829	0,1578	1,6907	0,0963
8	0,128	0,1839	0,1774	1,7407	0,0963	0,1857	0,1849	1,8279	0,1857	0,1860	1,8284	0,0962
9	0,144	0,1868	0,2052	1,8828	0,0962	0,1889	0,2152	1,9890	0,1889	0,2165	1,9896	0,0962
10	0,160	0,1901	0,2354	2,0474	0,0961	0,1926	0,2483	2,1759	0,1926	0,2498	2,1766	0,0961
11	0,176	0,1938	0,2681	2,2363	0,0960	0,1969	0,2846	2,3910	0,1969	0,2864	2,3919	0,0959
12	0,192	0,1981	0,3039	2,4516	0,0959	0,2018	0,3246	2,6373	0,2018	0,3266	2,6382	0,0958
13	0,208	0,2030	0,3431	2,6960	0,0958	0,2074	0,3688	2,9179	0,2074	0,3710	2,9190	0,0956
14	0,224	0,2085	0,3863	2,9723	0,0956	0,2137	0,4177	3,2366	0,2137	0,4203	3,2379	0,0954
15	0,240	0,2146	0,4338	3,2838	0,0954	0,2209	0,4721	3,5977	0,2209	0,4750	3,5993	0,0952
16	0,256	0,2216	0,4864	3,6342	0,0951	0,2290	0,5326	4,0062	0,2290	0,5358	4,0080	0,0949
17	0,272	0,2294	0,5445	4,0276	0,0948	0,2381	0,5999	4,4675	0,2381	0,6036	4,4696	0,0945
18	0,288	0,2381	0,6089	4,4688	0,0945	0,2483	0,6751	4,9880	0,2484	0,6793	4,9905	0,0941
19	0,304	0,2478	0,6804	4,9633	0,0941	0,2599	0,7591	5,5747	0,2599	0,7638	5,5776	0,0935
20	0,320	0,2587	0,7599	5,5170	0,0936	0,2729	0,8530	6,2357	0,2729	0,8583	6,2391	0,0929
21	0,336	0,2709	0,8481	6,1366	0,0930	0,2874	0,9581	6,9802	0,2875	0,9641	6,9842	0,0921
22	0,352	0,2844	0,9463	6,8298	0,0923	0,3038	1,0758	7,8183	0,3038	1,0825	7,8230	0,0912
23	0,368	0,2996	1,0556	7,6052	0,0914	0,3222	1,2077	8,7616	0,3222	1,2152	8,7673	0,0900
24	0,384	0,3165	1,1773	8,4722	0,0904	0,3428	1,3554	9,8232	0,3429	1,3639	9,8299	0,0886
25	0,400	0,3353	1,3128	9,4415	0,0891	0,3659	1,5212	11,0174	0,3660	1,5307	11,0255	0,0868
26	0,416	0,3563	1,4639	10,5251	0,0876	0,3919	1,7071	12,3607	0,3920	1,7178	12,3703	0,0847
27	0,432	0,3797	1,6323	11,7361	0,0857	0,4211	1,9157	13,8708	0,4212	1,9277	13,8823	0,0820
28	0,448	0,4058	1,8201	13,0890	0,0834	0,4538	2,1498	15,5675	0,4539	2,1633	15,5813	0,0787
29	0,464	0,4350	2,0295	14,5999	0,0806	0,4905	2,4126	17,4722	0,4906	2,4277	17,4888	0,0747
30	0,480	0,4674	2,2631	16,2862	0,0772	0,5317	2,7075	19,6076	0,5318	2,7245	19,6277	0,0696
31	0,496	0,5036	2,5237	18,1667	0,0731	0,5779	3,0385	21,9976	0,5781	3,0575	22,0218	0,0634
32	0,512	0,5440	2,8143	20,2610	0,0680	0,6298	3,4098	24,6660	0,6300	3,4310	24,6951	0,0556
33	0,528	0,5891	3,1385	22,5896	0,0618	0,6881	3,8261	27,6352	0,6883	3,8496	27,6703	0,0461
34	0,544	0,6393	3,5000	25,1729	0,0541	0,7534	4,2924	30,9243	0,7536	4,3184	30,9664	0,0342
35	0,560	0,6953	3,9027	28,0300	0,0448	0,8267	4,8138	34,5453	0,8269	4,8425	34,5956	0,0195
36	0,576	0,7577	4,3512	31,1768	0,0333	0,9088	5,3960	38,4988	0,9090	5,4272	38,5584	0,0013
37	0,592	0,8273	4,8500	34,6241	0,0193	1,0008	6,0442	42,7671	1,0011	6,0778	42,8371	-0,0210
38	0,608	0,9049	5,4040	38,3731	0,0021	1,1038	6,7632	47,3057	1,1041	6,7990	47,3866	-0,0484
39	0,624	0,9914	6,0180	42,4111	-0,0188	1,2189	7,5572	52,0316	1,2192	7,5943	52,1231	-0,0816
40	0,640	1,0877	6,6966	46,7045	-0,0442	1,3474	8,4283	56,8099	1,3477	8,4658	56,9103	-0,1217
41	0,656	1,1948	7,4438	51,1905	-0,0748	1,4905	9,3764	61,4395	1,4907	9,4126	61,5449	-0,1694
θ _{max} (°)						θ _{max} (°)						
52,4						52,4						
t _{max} (s)						t _{max} (s)						
0,610						0,577						



- La seconde approximation améliore nettement les courbes si le pas de calcul est grand (ici environ autant qu'une division du pas par 16) mais elle nécessite par contre un calcul intermédiaire non évident dans le cas étudié ici, à cause de la double intégration.

Point glissant sur un cercle vertical
Méthode d'Euler

r (m) 0,20
g (m.s⁻²) 9,8
λ 0,15
θ₀ (°) 10
θ° (°·s⁻¹) 0
m (kg) 0,010
Δt (s) 0,004

						2 ^{me} approximation en deux étapes							
		1 ^{re} approximation				calcul intermédiaire			2 ^{me} approximation				
n	t (s)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	θ (rad)	θ° (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)	
0	0,000	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965				0,1745	0,0000	1,2704	0,0965	
1	0,004	0,1745	0,0051	1,2704	0,0965	0,1745	0,0051	1,2709	0,1745	0,0051	1,2709	0,0965	
2	0,008	0,1746	0,0102	1,2714	0,0965	0,1746	0,0102	1,2725	0,1746	0,0102	1,2725	0,0965	
3	0,012	0,1746	0,0152	1,2735	0,0965	0,1746	0,0153	1,2750	0,1746	0,0153	1,2750	0,0965	
4	0,016	0,1747	0,0203	1,2765	0,0965	0,1747	0,0204	1,2785	0,1747	0,0204	1,2786	0,0965	
5	0,020	0,1747	0,0254	1,2806	0,0965	0,1748	0,0255	1,2831	0,1748	0,0255	1,2831	0,0965	
6	0,024	0,1748	0,0306	1,2857	0,0965	0,1749	0,0306	1,2887	0,1749	0,0306	1,2887	0,0965	
7	0,028	0,1750	0,0357	1,2918	0,0965	0,1750	0,0358	1,2954	0,1750	0,0358	1,2954	0,0965	
8	0,032	0,1751	0,0409	1,2989	0,0965	0,1752	0,0410	1,3030	0,1752	0,0410	1,3030	0,0965	
9	0,036	0,1753	0,0461	1,3071	0,0965	0,1754	0,0462	1,3117	0,1754	0,0462	1,3117	0,0965	
10	0,040	0,1755	0,0513	1,3163	0,0965	0,1756	0,0515	1,3215	0,1756	0,0515	1,3215	0,0965	
11	0,044	0,1757	0,0566	1,3265	0,0965	0,1758	0,0568	1,3323	0,1758	0,0568	1,3323	0,0965	
12	0,048	0,1759	0,0619	1,3378	0,0965	0,1760	0,0621	1,3442	0,1760	0,0622	1,3442	0,0965	
13	0,052	0,1761	0,0672	1,3502	0,0965	0,1763	0,0675	1,3572	0,1763	0,0676	1,3572	0,0965	
14	0,056	0,1764	0,0726	1,3636	0,0965	0,1766	0,0730	1,3712	0,1766	0,0730	1,3712	0,0965	
15	0,060	0,1767	0,0781	1,3782	0,0965	0,1769	0,0785	1,3863	0,1769	0,0785	1,3863	0,0965	
16	0,064	0,1770	0,0836	1,3938	0,0965	0,1772	0,0841	1,4026	0,1772	0,0841	1,4026	0,0965	
17	0,068	0,1773	0,0892	1,4105	0,0964	0,1775	0,0897	1,4199	0,1775	0,0898	1,4200	0,0964	
18	0,072	0,1777	0,0948	1,4283	0,0964	0,1779	0,0954	1,4385	0,1779	0,0955	1,4385	0,0964	
19	0,076	0,1781	0,1005	1,4472	0,0964	0,1783	0,1012	1,4581	0,1783	0,1013	1,4581	0,0964	
20	0,080	0,1785	0,1063	1,4673	0,0964	0,1787	0,1071	1,4789	0,1787	0,1071	1,4789	0,0964	
21	0,084	0,1789	0,1122	1,4886	0,0964	0,1791	0,1131	1,5010	0,1791	0,1131	1,5010	0,0964	
22	0,088	0,1793	0,1181	1,5110	0,0964	0,1796	0,1191	1,5242	0,1796	0,1192	1,5242	0,0964	
23	0,092	0,1798	0,1242	1,5346	0,0964	0,1801	0,1252	1,5486	0,1801	0,1253	1,5486	0,0964	
24	0,096	0,1803	0,1303	1,5595	0,0964	0,1806	0,1315	1,5743	0,1806	0,1315	1,5743	0,0964	
25	0,100	0,1808	0,1366	1,5855	0,0964	0,1812	0,1378	1,6012	0,1812	0,1379	1,6012	0,0964	
26	0,104	0,1814	0,1429	1,6129	0,0964	0,1817	0,1443	1,6295	0,1817	0,1444	1,6295	0,0963	
27	0,108	0,1820	0,1494	1,6414	0,0963	0,1823	0,1509	1,6590	0,1823	0,1509	1,6590	0,0963	
28	0,112	0,1826	0,1559	1,6713	0,0963	0,1829	0,1576	1,6899	0,1829	0,1576	1,6899	0,0963	
29	0,116	0,1832	0,1626	1,7025	0,0963	0,1836	0,1644	1,7221	0,1836	0,1645	1,7221	0,0963	
30	0,120	0,1838	0,1694	1,7351	0,0963	0,1842	0,1713	1,7557	0,1842	0,1714	1,7557	0,0963	
31	0,124	0,1845	0,1764	1,7690	0,0963	0,1849	0,1784	1,7907	0,1849	0,1785	1,7907	0,0963	
32	0,128	0,1852	0,1834	1,8043	0,0963	0,1857	0,1857	1,8272	0,1857	0,1857	1,8272	0,0962	
33	0,132	0,1859	0,1906	1,8410	0,0962	0,1864	0,1930	1,8651	0,1864	0,1931	1,8651	0,0962	
34	0,136	0,1867	0,1980	1,8792	0,0962	0,1872	0,2006	1,9046	0,1872	0,2007	1,9046	0,0962	
35	0,140	0,1875	0,2055	1,9189	0,0962	0,1880	0,2083	1,9455	0,1880	0,2084	1,9456	0,0962	
36	0,144	0,1883	0,2132	1,9601	0,0962	0,1889	0,2161	1,9881	0,1889	0,2162	1,9881	0,0962	
37	0,148	0,1892	0,2210	2,0028	0,0962	0,1898	0,2242	2,0322	0,1898	0,2243	2,0322	0,0961	
38	0,152	0,1901	0,2291	2,0471	0,0961	0,1907	0,2324	2,0780	0,1907	0,2325	2,0780	0,0961	
39	0,156	0,1910	0,2372	2,0931	0,0961	0,1916	0,2408	2,1255	0,1916	0,2409	2,1255	0,0961	
40	0,160	0,1919	0,2456	2,1406	0,0961	0,1926	0,2494	2,1747	0,1926	0,2495	2,1747	0,0961	
41	0,164	0,1929	0,2542	2,1899	0,0961	0,1936	0,2582	2,2256	0,1936	0,2583	2,2256	0,0960	
42	0,168	0,1939	0,2629	2,2409	0,0960	0,1947	0,2672	2,2784	0,1947	0,2673	2,2784	0,0960	
43	0,172	0,1950	0,2719	2,2937	0,0960	0,1958	0,2764	2,3329	0,1958	0,2765	2,3330	0,0960	
44	0,176	0,1961	0,2811	2,3483	0,0960	0,1969	0,2859	2,3894	0,1969	0,2860	2,3894	0,0959	
45	0,180	0,1972	0,2905	2,4047	0,0959	0,1980	0,2955	2,4478	0,1980	0,2956	2,4478	0,0959	
46	0,184	0,1983	0,3001	2,4631	0,0959	0,1993	0,3054	2,5082	0,1993	0,3056	2,5082	0,0959	
47	0,188	0,1995	0,3099	2,5234	0,0959	0,2005	0,3156	2,5707	0,2005	0,3157	2,5707	0,0958	
48	0,192	0,2008	0,3200	2,5857	0,0958	0,2018	0,3260	2,6352	0,2018	0,3261	2,6352	0,0958	
49	0,196	0,2021	0,3304	2,6501	0,0958	0,2031	0,3367	2,7018	0,2031	0,3368	2,7019	0,0958	
50	0,200	0,2034	0,3410	2,7165	0,0957	0,2045	0,3476	2,7707	0,2045	0,3477	2,7707	0,0957	
51	0,204	0,2048	0,3518	2,7851	0,0957	0,2059	0,3588	2,8418	0,2059	0,3590	2,8418	0,0957	
52	0,208	0,2062	0,3630	2,8559	0,0957	0,2073	0,3703	2,9152	0,2073	0,3705	2,9153	0,0956	
53	0,212	0,2076	0,3744	2,9290	0,0956	0,2088	0,3821	2,9910	0,2089	0,3823	2,9911	0,0956	
54	0,216	0,2091	0,3861	3,0044	0,0956	0,2104	0,3943	3,0693	0,2104	0,3944	3,0693	0,0955	
55	0,220	0,2107	0,3981	3,0822	0,0955	0,2120	0,4067	3,1500	0,2120	0,4069	3,1500	0,0955	
56	0,224	0,2122	0,4105	3,1625	0,0955	0,2137	0,4195	3,2333	0,2137	0,4196	3,2334	0,0954	
57	0,228	0,2139	0,4231	3,2452	0,0954	0,2154	0,4326	3,3193	0,2154	0,4327	3,3193	0,0954	
58	0,232	0,2156	0,4361	3,3306	0,0954	0,2171	0,4460	3,4080	0,2171	0,4462	3,4080	0,0953	
59	0,236	0,2173	0,4494	3,4186	0,0953	0,2189	0,4598	3,4994	0,2189	0,4600	3,4995	0,0952	
60	0,240	0,2191	0,4631	3,5093	0,0952	0,2208	0,4740	3,5937	0,2208	0,4742	3,5938	0,0952	
61	0,244	0,2210	0,4771	3,6029	0,0952	0,2227	0,4886	3,6910	0,2227	0,4888	3,6911	0,0951	
62	0,248	0,2229	0,4915	3,6993	0,0951	0,2247	0,5035	3,7913	0,2247	0,5037	3,7914	0,0950	
63	0,252	0,2249	0,5063	3,7986	0,0950	0,2268	0,5189	3,8947	0,2268	0,5191	3,8948	0,0950	
64	0,256	0,2269	0,5215	3,9010	0,0949	0,2289	0,5347	4,0013	0,2289	0,5349	4,0014	0,0949	
65	0,260	0,2290	0,5371	4,0065	0,0949	0,2310	0,5509	4,1113	0,2310	0,5511	4,1113	0,0948	
66	0,264	0,2311	0,5532	4,1153	0,0948	0,2333	0,5676	4,2245	0,2333	0,5678	4,2246	0,0947	
67	0,268	0,2333	0,5696	4,2273	0,0947	0,2356	0,5847	4,3413	0,2356	0,5849	4,3414	0,0946	
68	0,272	0,2356	0,5865	4,3427	0,0946	0,2380	0,6023	4,4617	0,2380	0,6025	4,4617	0,0945	
69	0,276	0,2379	0,6039	4,4616	0,0945	0,2404	0,6204	4,5857	0,2404	0,6206	4,5858	0,0944	
70	0,280	0,2404	0,6218	4,5841	0,0944	0,2429	0,6390	4,7135	0,2429	0,6392	4,7136	0,0943	
71	0,284	0,2429	0,6401	4,7103	0,0943	0,2455	0,6581	4,8452	0,2455	0,6583	4,8453	0,0942	
72	0,288	0,2454	0,6589	4,8402	0,0942	0,2482	0,6777	4,9810	0,2482	0,6780	4,9810	0,0941	
73	0,292	0,2480	0,6783	4,9741	0,0941	0,2509	0,6979	5,1208	0,2509	0,6982	5,1209	0,0940	
74	0,296	0,2508	0,6982	5,1119	0,0940	0,2538	0,7187	5,2649	0,2538	0,7190	5,2650	0,0938	

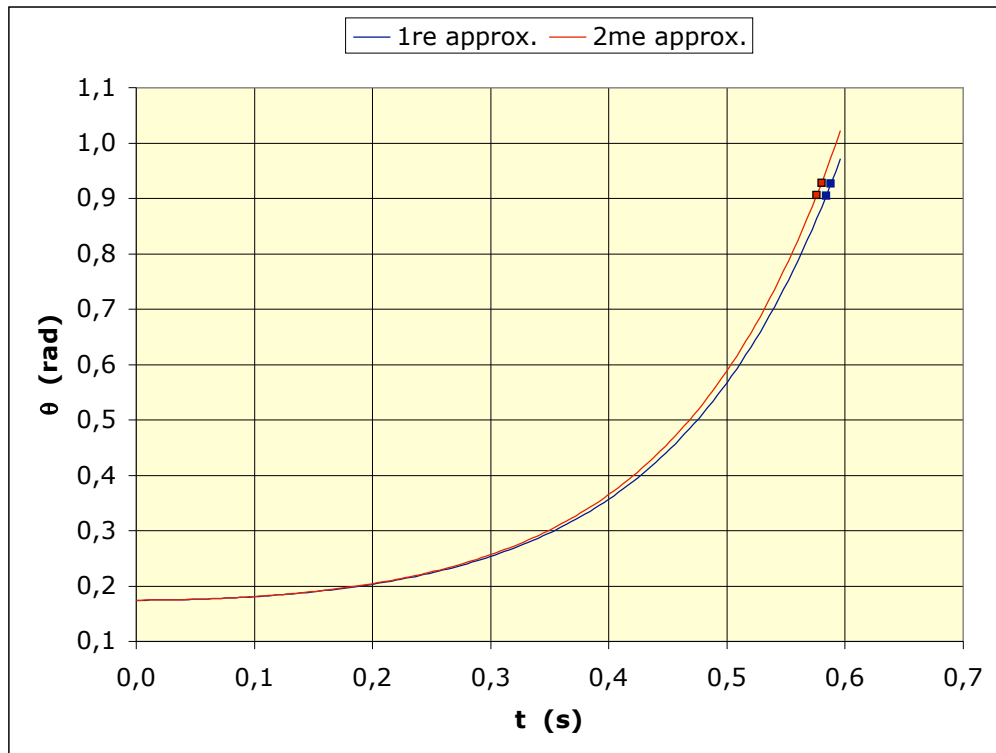
75	0,300	0,2536	0,7186	5,2539	0,0938	0,2567	0,7400	5,4134	0,2567	0,7403	5,4135	0,0937
76	0,304	0,2564	0,7397	5,4002	0,0937	0,2597	0,7620	5,5663	0,2597	0,7623	5,5664	0,0936
77	0,308	0,2594	0,7613	5,5507	0,0936	0,2628	0,7845	5,7239	0,2628	0,7849	5,7240	0,0934
78	0,312	0,2624	0,7835	5,7058	0,0934	0,2660	0,8078	5,8862	0,2660	0,8081	5,8864	0,0932
79	0,316	0,2656	0,8063	5,8655	0,0933	0,2693	0,8316	6,0535	0,2693	0,8320	6,0536	0,0931
80	0,320	0,2688	0,8297	6,0299	0,0931	0,2726	0,8562	6,2258	0,2726	0,8565	6,2259	0,0929
81	0,324	0,2721	0,8539	6,1993	0,0929	0,2761	0,8814	6,4033	0,2761	0,8818	6,4034	0,0927
82	0,328	0,2755	0,8787	6,3736	0,0928	0,2797	0,9074	6,5861	0,2797	0,9078	6,5862	0,0925
83	0,332	0,2790	0,9042	6,5532	0,0926	0,2834	0,9341	6,7744	0,2834	0,9345	6,7746	0,0923
84	0,336	0,2827	0,9304	6,7380	0,0924	0,2872	0,9616	6,9684	0,2872	0,9620	6,9686	0,0921
85	0,340	0,2864	0,9573	6,9283	0,0922	0,2911	0,9898	7,1683	0,2911	0,9902	7,1684	0,0919
86	0,344	0,2902	0,9850	7,1243	0,0920	0,2951	1,0189	7,3741	0,2951	1,0193	7,3742	0,0917
87	0,348	0,2941	1,0135	7,3261	0,0917	0,2992	1,0488	7,5861	0,2992	1,0492	7,5863	0,0914
88	0,352	0,2982	1,0428	7,5338	0,0915	0,3035	1,0796	7,8045	0,3035	1,0800	7,8047	0,0912
89	0,356	0,3024	1,0730	7,7477	0,0913	0,3079	1,1112	8,0294	0,3079	1,1117	8,0296	0,0909
90	0,360	0,3067	1,1040	7,9679	0,0910	0,3124	1,1438	8,2611	0,3124	1,1443	8,2613	0,0906
91	0,364	0,3111	1,1358	8,1946	0,0907	0,3170	1,1773	8,4997	0,3170	1,1778	8,4999	0,0903
92	0,368	0,3156	1,1686	8,4280	0,0904	0,3218	1,2118	8,7455	0,3218	1,2123	8,7457	0,0900
93	0,372	0,3203	1,2023	8,6683	0,0901	0,3267	1,2473	8,9986	0,3267	1,2478	8,9988	0,0897
94	0,376	0,3251	1,2370	8,9157	0,0898	0,3318	1,2838	9,2593	0,3318	1,2843	9,2595	0,0894
95	0,380	0,3301	1,2727	9,1704	0,0895	0,3370	1,3213	9,5278	0,3370	1,3219	9,5281	0,0890
96	0,384	0,3351	1,3093	9,4326	0,0891	0,3424	1,3600	9,8043	0,3424	1,3605	9,8046	0,0886
97	0,388	0,3404	1,3471	9,7025	0,0887	0,3479	1,3997	10,0891	0,3479	1,4003	10,0894	0,0882
98	0,392	0,3458	1,3859	9,9804	0,0884	0,3536	1,4407	10,3824	0,3536	1,4413	10,3827	0,0878
99	0,396	0,3513	1,4258	10,2664	0,0879	0,3594	1,4828	10,6845	0,3594	1,4834	10,6848	0,0873
100	0,400	0,3570	1,4669	10,5609	0,0875	0,3654	1,5261	10,9956	0,3654	1,5268	10,9959	0,0869
101	0,404	0,3629	1,5091	10,8640	0,0871	0,3716	1,5707	11,3159	0,3716	1,5714	11,3163	0,0864
102	0,408	0,3689	1,5526	11,1761	0,0866	0,3780	1,6166	11,6458	0,3780	1,6173	11,6462	0,0858
103	0,412	0,3751	1,5973	11,4973	0,0861	0,3846	1,6639	11,9856	0,3846	1,6646	11,9860	0,0853
104	0,416	0,3815	1,6433	11,8279	0,0856	0,3913	1,7125	12,3354	0,3913	1,7132	12,3358	0,0847
105	0,420	0,3881	1,6906	12,1682	0,0850	0,3983	1,7626	12,6956	0,3983	1,7633	12,6961	0,0841
106	0,424	0,3949	1,7392	12,5185	0,0844	0,4054	1,8141	13,0665	0,4054	1,8148	13,0670	0,0835
107	0,428	0,4018	1,7893	12,8790	0,0838	0,4128	1,8671	13,4484	0,4128	1,8678	13,4489	0,0828
108	0,432	0,4090	1,8408	13,2501	0,0831	0,4204	1,9216	13,8417	0,4204	1,9224	13,8422	0,0821
109	0,436	0,4163	1,8938	13,6320	0,0825	0,4282	1,9778	14,2465	0,4282	1,9786	14,2471	0,0813
110	0,440	0,4239	1,9484	14,0251	0,0817	0,4362	2,0356	14,6633	0,4362	2,0364	14,6639	0,0805
111	0,444	0,4317	2,0045	14,4296	0,0810	0,4445	2,0951	15,0924	0,4445	2,0959	15,0930	0,0797
112	0,448	0,4397	2,0622	14,8458	0,0802	0,4530	2,1563	15,5341	0,4530	2,1572	15,5348	0,0788
113	0,452	0,4480	2,1216	15,2741	0,0793	0,4617	2,2193	15,9888	0,4618	2,2202	15,9895	0,0779
114	0,456	0,4565	2,1827	15,7149	0,0784	0,4708	2,2842	16,4567	0,4708	2,2851	16,4575	0,0769
115	0,460	0,4652	2,2455	16,1683	0,0775	0,4800	2,3509	16,9384	0,4800	2,3519	16,9392	0,0759
116	0,464	0,4742	2,3102	16,6349	0,0765	0,4896	2,4197	17,4341	0,4896	2,4207	17,4349	0,0748
117	0,468	0,4834	2,3767	17,1148	0,0755	0,4994	2,4904	17,9441	0,4994	2,4914	17,9450	0,0736
118	0,472	0,4929	2,4452	17,6085	0,0744	0,5095	2,5632	18,4690	0,5095	2,5642	18,4699	0,0724
119	0,476	0,5027	2,5156	18,1164	0,0732	0,5199	2,6381	19,0090	0,5199	2,6392	19,0099	0,0711
120	0,480	0,5128	2,5881	18,6386	0,0720	0,5306	2,7152	19,5644	0,5306	2,7163	19,5655	0,0698
121	0,484	0,5231	2,6626	19,1758	0,0707	0,5417	2,7946	20,1358	0,5417	2,7957	20,1369	0,0683
122	0,488	0,5338	2,7394	19,7281	0,0694	0,5530	2,8763	20,7235	0,5530	2,8775	20,7246	0,0668
123	0,492	0,5447	2,8183	20,2959	0,0679	0,5647	2,9604	21,3277	0,5647	2,9616	21,3289	0,0652
124	0,496	0,5560	2,8994	20,8797	0,0664	0,5767	3,0469	21,9490	0,5767	3,0481	21,9503	0,0636
125	0,500	0,5676	2,9830	21,4798	0,0648	0,5891	3,1359	22,5877	0,5891	3,1372	22,5890	0,0618
126	0,504	0,5795	3,0689	22,0964	0,0632	0,6018	3,2276	23,2442	0,6018	3,2289	23,2456	0,0599
127	0,508	0,5918	3,1573	22,7301	0,0614	0,6149	3,3219	23,9188	0,6149	3,3232	23,9202	0,0580
128	0,512	0,6044	3,2482	23,3811	0,0595	0,6284	3,4189	24,6118	0,6284	3,4203	24,6134	0,0559
129	0,516	0,6174	3,3417	24,0498	0,0576	0,6423	3,5187	25,3237	0,6423	3,5201	25,3253	0,0537
130	0,520	0,6308	3,4379	24,7366	0,0555	0,6566	3,6214	26,0547	0,6566	3,6229	26,0564	0,0514
131	0,524	0,6445	3,5369	25,4417	0,0533	0,6713	3,7271	26,8052	0,6713	3,7286	26,8070	0,0489
132	0,528	0,6587	3,6386	26,1655	0,0510	0,6864	3,8358	27,5755	0,6864	3,8374	27,5774	0,0464
133	0,532	0,6732	3,7433	26,9082	0,0486	0,7020	3,9477	28,3658	0,7020	3,9493	28,3678	0,0436
134	0,536	0,6882	3,8509	27,6702	0,0460	0,7180	4,0627	29,1764	0,7180	4,0644	29,1785	0,0408
135	0,540	0,7036	3,9616	28,4518	0,0433	0,7345	4,1811	30,0075	0,7345	4,1827	30,0097	0,0377
136	0,544	0,7195	4,0754	29,2531	0,0405	0,7515	4,3028	30,8593	0,7515	4,3045	30,8616	0,0346
137	0,548	0,7358	4,1924	30,0744	0,0375	0,7689	4,4279	31,7319	0,7689	4,4297	31,7344	0,0312
138	0,552	0,7525	4,3127	30,9159	0,0343	0,7869	4,5566	32,6255	0,7869	4,5584	32,6281	0,0276
139	0,556	0,7698	4,4364	31,7776	0,0310	0,8054	4,6889	33,5401	0,8054	4,6907	33,5428	0,0239
140	0,560	0,7875	4,5635	32,6598	0,0275	0,8244	4,8249	34,4758	0,8244	4,8268	34,4786	0,0199
141	0,564	0,8058	4,6941	33,5624	0,0238	0,8440	4,9647	35,4324	0,8440	4,9666	35,4353	0,0158
142	0,568	0,8246	4,8284	34,4856	0,0199	0,8642	5,1083	36,4098	0,8642	5,1103	36,4129	0,0114
143	0,572	0,8439	4,9663	35,4291	0,0158	0,8849	5,2559	37,4078	0,8849	5,2579	37,4111	0,0068
144	0,576	0,8637	5,1080	36,3929	0,0115	0,9063	5,4075	38,4262	0,9063	5,4096	38,4296	0,0019
145	0,580	0,8842	5,2536	37,3769	0,0069	0,9282	5,5633	39,4645	0,9282	5,5654	39,4681	-0,0032
146	0,584	0,9052	5,4031	38,3807	0,0021	0,9508	5,7232	40,5223	0,9508	5,7253	40,5261	-0,0086
147	0,588	0,9268	5,5566	39,4040	-0,0029	0,9740	5,8875	41,5990	0,9740	5,8896	41,6029	-0,0143
148	0,592	0,9490	5,7143	40,4464	-0,0082	0,9979	6,0560	42,6938	0,9979	6,0582	42,6979	-0,0203
149	0,596	0,9719	5,8760	41,5072	-0,0138	1,0225	6,2290	43,8058	1,0225	6,2312	43,8101	-0,0266

$\theta_{\max}$ (°)
52,4

$t_{\max}$ (s)
0,586

$\theta_{\max}$ (°)
52,4

$t_{\max}$ (s)
0,577

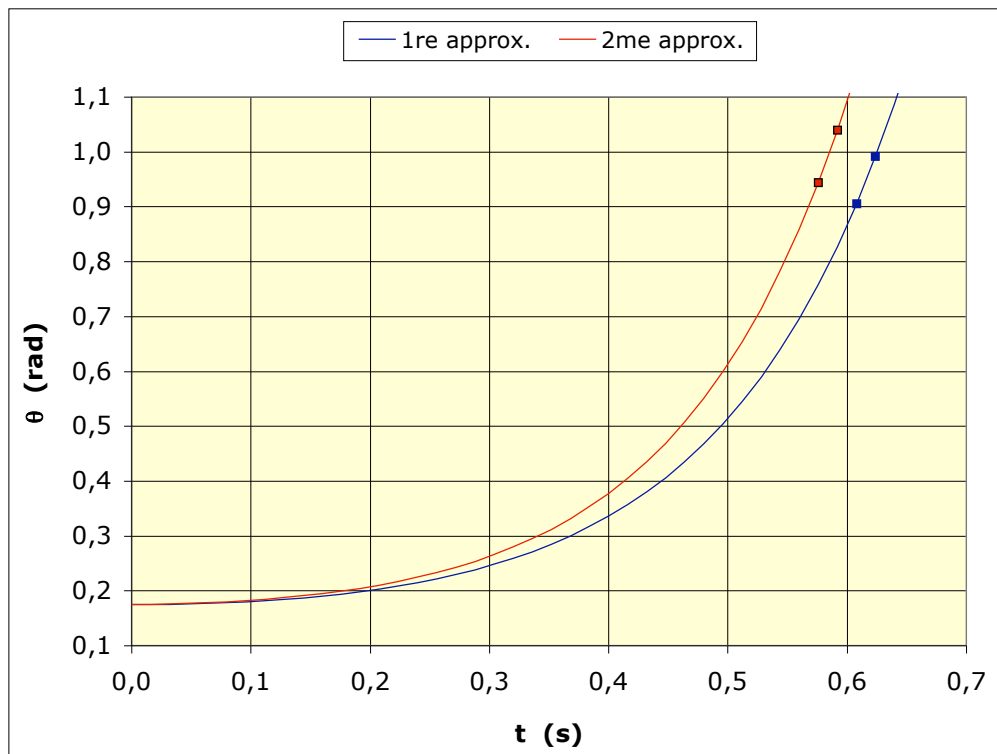


- La seconde approximation améliore nettement moins les courbes si le pas de calcul est fin : son intérêt est surtout d'éviter de nécessiter un pas trop fin pour obtenir un résultat acceptable (mais avec en contrepartie un calcul un peu moins simple).
 - ◊ remarque : cette amélioration était indispensable du temps où la finesse du pas de calcul était limitée par la capacité des mémoires d'ordinateur (12 à 20 chiffres significatifs), elle l'est moins maintenant que les calculs usuels utilisent 80 chiffres significatifs.

Point glissant sur un cercle vertical
Méthode d'Euler-Newton-Hooke

r (m) 0,20
g (m.s⁻²) 9,8
λ 0,15
θ₀ (°) 10
θ' (°.s⁻¹) 0
m (kg) 0,010
Δt (s) 0,016

n	t (s)	1 ^{re} approximation				2 ^{me} approximation simplifiée			
		θ (rad)	θ' (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)	θ (rad)	θ' (rad.s ⁻¹)	θ'' (rad.s ⁻²)	R (N)
0	0,000	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965	0,1745	0,0000	1,2704	0,0965
1	0,016	0,1745	0,0203	1,2705	0,0965	0,1749	0,0203	1,2866	0,0965
2	0,032	0,1749	0,0407	1,2868	0,0965	0,1755	0,0409	1,3192	0,0965
3	0,048	0,1755	0,0612	1,3193	0,0965	0,1765	0,0620	1,3687	0,0965
4	0,064	0,1765	0,0824	1,3683	0,0965	0,1778	0,0839	1,4357	0,0964
5	0,080	0,1778	0,1042	1,4342	0,0964	0,1796	0,1069	1,5210	0,0964
6	0,096	0,1795	0,1272	1,5176	0,0964	0,1817	0,1312	1,6259	0,0964
7	0,112	0,1815	0,1515	1,6194	0,0963	0,1842	0,1572	1,7516	0,0963
8	0,128	0,1839	0,1774	1,7407	0,0963	0,1871	0,1853	1,8998	0,0962
9	0,144	0,1868	0,2052	1,8828	0,0962	0,1906	0,2157	2,0725	0,0961
10	0,160	0,1901	0,2354	2,0474	0,0961	0,1946	0,2488	2,2718	0,0960
11	0,176	0,1938	0,2681	2,2363	0,0960	0,1991	0,2852	2,5006	0,0959
12	0,192	0,1981	0,3039	2,4516	0,0959	0,2043	0,3252	2,7617	0,0957
13	0,208	0,2030	0,3431	2,6960	0,0958	0,2102	0,3694	3,0586	0,0956
14	0,224	0,2085	0,3863	2,9723	0,0956	0,2169	0,4183	3,3953	0,0954
15	0,240	0,2146	0,4338	3,2838	0,0954	0,2245	0,4726	3,7763	0,0951
16	0,256	0,2216	0,4864	3,6342	0,0951	0,2330	0,5330	4,2066	0,0948
17	0,272	0,2294	0,5445	4,0276	0,0948	0,2426	0,6004	4,6921	0,0944
18	0,288	0,2381	0,6089	4,4688	0,0945	0,2534	0,6754	5,2393	0,0940
19	0,304	0,2478	0,6804	4,9633	0,0941	0,2656	0,7593	5,8556	0,0934
20	0,320	0,2587	0,7599	5,5170	0,0936	0,2792	0,8529	6,5493	0,0927
21	0,336	0,2709	0,8481	6,1366	0,0930	0,2946	0,9577	7,3298	0,0919
22	0,352	0,2844	0,9463	6,8298	0,0923	0,3118	1,0750	8,2076	0,0910
23	0,368	0,2996	1,0556	7,6052	0,0914	0,3311	1,2063	9,1947	0,0898
24	0,384	0,3165	1,1773	8,4722	0,0904	0,3527	1,3534	10,3042	0,0883
25	0,400	0,3353	1,3128	9,4415	0,0891	0,3770	1,5183	11,5509	0,0865
26	0,416	0,3563	1,4639	10,5251	0,0876	0,4043	1,7031	12,9511	0,0843
27	0,432	0,3797	1,6323	11,7361	0,0857	0,4348	1,9103	14,5227	0,0816
28	0,448	0,4058	1,8201	13,0890	0,0834	0,4691	2,1427	16,2852	0,0782
29	0,464	0,4350	2,0295	14,5999	0,0806	0,5076	2,4033	18,2593	0,0741
30	0,480	0,4674	2,2631	16,2862	0,0772	0,5507	2,6954	20,4668	0,0690
31	0,496	0,5036	2,5237	18,1667	0,0731	0,5991	3,0229	22,9297	0,0627
32	0,512	0,5440	2,8143	20,2610	0,0680	0,6533	3,3898	25,6693	0,0548
33	0,528	0,5891	3,1385	22,5896	0,0618	0,7141	3,8005	28,7041	0,0452
34	0,544	0,6393	3,5000	25,1729	0,0541	0,7823	4,2597	32,0474	0,0332
35	0,560	0,6953	3,9027	28,0300	0,0448	0,8586	4,7725	35,7033	0,0185
36	0,576	0,7577	4,3512	31,1768	0,0333	0,9441	5,3438	39,6618	0,0004
37	0,592	0,8273	4,8500	34,6241	0,0193	1,0398	5,9783	43,8909	-0,0219
38	0,608	0,9049	5,4040	38,3731	0,0021	1,1467	6,6806	48,3280	-0,0489
39	0,624	0,9914	6,0180	42,4111	-0,0188	1,2659	7,4538	52,8680	-0,0817
40	0,640	1,0877	6,6966	46,7045	-0,0442	1,3987	8,2997	57,3505	-0,1210
41	0,656	1,1948	7,4438	51,1905	-0,0748	1,5462	9,2173	61,5482	-0,1675
θ _{max} (°)		52,4				θ _{max} (°)		54,2	
t _{max} (s)		0,610				t _{max} (s)		0,576	



- Lorsqu'on intègre une équation du second ordre (ici, à partir de l'accélération), sans avoir besoin d'autant de précision sur l'intégrale première (ici, la vitesse), la seconde approximation peut être obtenue plus simplement par compensation des écarts sur la première approximation.
- Ceci améliore nettement les courbes même si le pas de calcul est grand (ici presque autant qu'une division du pas par 16), mais la correction est tout de même moins efficace que par la méthode détaillée (ici la durée est bien améliorée, mais l'angle limite est surestimé).