

# MACHINE DE GALTON "INFORMATIQUE"

## PRINCIPE DE LA SIMULATION

2000 billes numérotées (N° verts sur fonds jaunes) descendent une par une au milieu de la planche à clous. Elles buttent sur le premier clou rencontré (O jaune sur fond noir).

Avant de faire tomber chaque nouvelle bille, ses déplacements horizontaux (X) et verticaux (Y) sont contrôlés par une attribution aléatoire de points (NX et NY) à chacune de leurs valeurs possibles. NX et NY sont ensuite triés par ordre croissant pour donner l'ordre et l'amplitude des mouvements de la bille.

Après 2 tests seulement, les valeurs de X donnant la meilleure simulation ont été fixées à :

**-4 -3 -2 -1 0 0 0 1 2 3 4**

Les valeurs de Y sont **1 2 3 4 5**, permettant la traversée complète de la planche (total de 15 cases après le 0).

## PARCOURS DE LA BILLE *(Les cases noires ne sont là que pour un effet visuel)*

Descente sur O

Déplacement horizontal de la 1<sup>ère</sup> valeur de X (ici = 0)

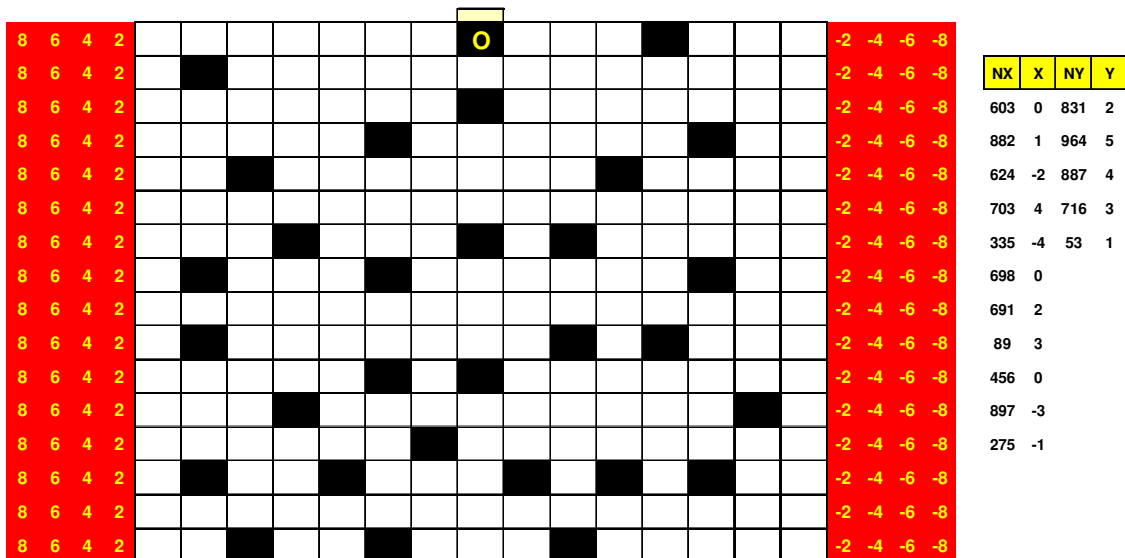
Déplacement vertical de la 1<sup>ère</sup> valeur de Y (ici = +2 cases)

Puis X = +1 ; Y = +5 ... Puis X = -2 ; Y = +4 ... Puis X = +4 ; Y = +3 ... Puis X = -4 ; Y = +1

*Signe + va vers la droite ; Signe - va vers la gauche*

Sa traversée terminée, la bille tombe à la verticale dans un des casiers numérotés de A à O

4
3
2
1



*Notes : A droite du graphique, les points NX et NY sont déjà régénérés pour la bille suivante. Les valeurs ne sont donc pas croissantes et ne correspondent pas aux valeurs de X et Y en cours.*

Les valeurs contenues dans les zones rouges, de chaque côté permettent de simuler le rebondissement des billes sur les parois. Un dépassement de 2 cases vers la droite renvoie la bille à 4 cases vers la gauche.

# SIMULATION 1 - REPARTITION OBTENUE DANS LES CASIERS

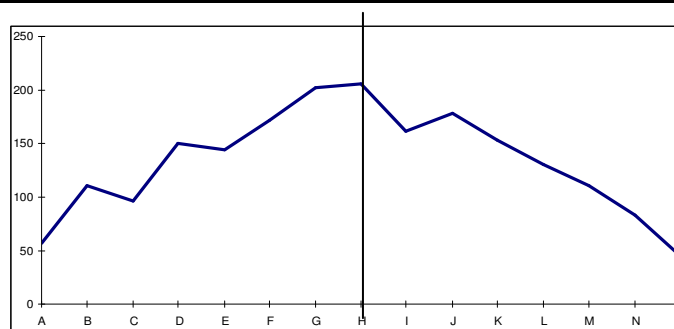
Pour une question de présentation, une partie des casiers a été occultée.

207																		
206																		
205																		
204																		
203																		
202																		
201																		
200																		
199																		
198																		
197																		
196																		
195																		
194																		
193																		
192																		
191																		
190																		
189																		
188																		
187																		
186																		
185																		
184																		
183																		
182																		
181																		
180																		
179																		
178																		
177																		
176																		
175																		
174																		
173																		
172																		
171																		
170																		
169																		
168																		
167																		
166																		
165																		
164																		
163																		
162																		
161																		
160																		
159																		
158																		
157																		
156																		
155																		
154																		
153																		
152																		
151																		
150																		
149																		
148																		
147																		
146																		
145																		
144																		
143																		
142																		
141																		
140																		
139																		
138																		
137																		
136																		
135																		
134																		
133																		
132																		
131																		
130																		
129																		
128																		
8	274	158	169	55	114	61	68	64	130	129	112	134	127	113	388			
7	215	132	155	47	109	59	51	60	115	91	96	126	100	84	369			
6	202	123	153	36	104	50	40	39	54	90	70	121	92	81	306			
5	124	111	150	30	101	43	38	35	37	73	62	120	83	77	298			
4	41	93	56	23	85	27	34	29	22	53	58	107	75	76	273			
3	11	89	52	20	66	13	32	28	21	46	45	88	69	65	116			
2	7	71	25	10	57	4	19	24	9	42	17	48	49	63	108			
1	1	31	15	6	44	2	8	5	3	33	16	14	18	26	12			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O			

## SIMULATION 1 - NOMBRE DE BILLES RECUPEREES

Nombre de billes par casiers

Casiers	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Sim1	57	111	96	150	144	172	202	206	162	178	153	130	111	83	45



## SIMULATION 1 - CALCUL DES ECARTS

Pour chaque casier ont fait la différence entre les billes, arrivées successivement, 2 à 2. 8 premières billes – 7 premiers Ecarts

59	26	14	8	5	2	17	4	15	38	16	8	27	29	19	
13	9	2	11	5	9	11	21	61	1	26	5	8	3	63	
78	12	3	6	3	7	2	4	17	17	8	1	9	4	8	
83	18	94	7	16	16	4	6	15	20	4	13	8	1	25	
30	4	4	3	19	14	2	1	1	7	13	19	6	11	157	
4	18	27	10	9	9	13	4	12	4	28	40	20	2	8	
6	40	10	4	13	2	11	19	6	9	1	34	31	37	96	
1	31	15	6	44	2	8	5	3	33	16	14	18	26	12	
Ecart	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO

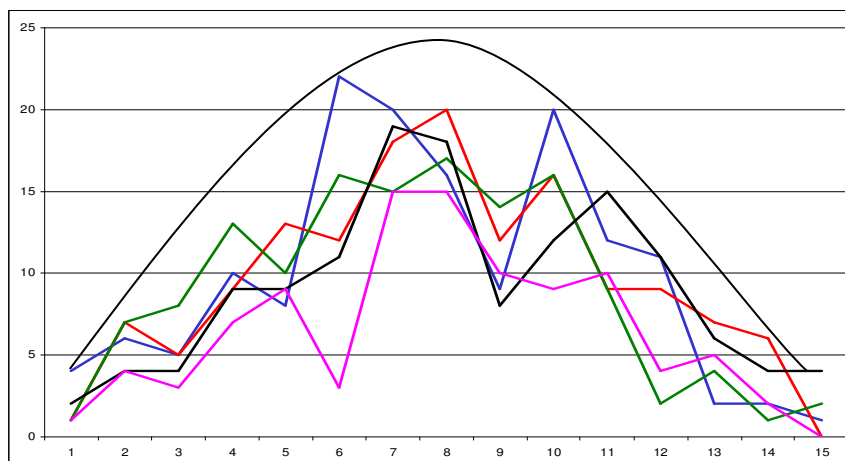
## SIMULATION 1 - DECOMPTE DES ECARTS

Pour toutes les billes de tous les casiers.

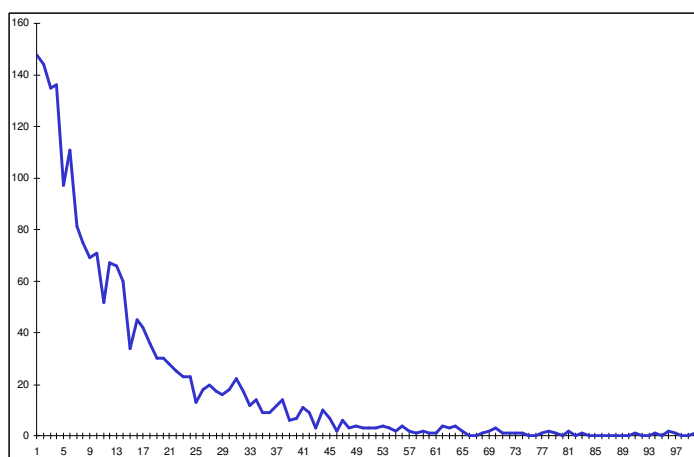
Ecart	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	Total Ecarts
1	4	6	5	10	8	22	20	16	9	20	12	11	2	2	1	148
2	1	7	5	9	13	12	18	20	12	16	9	9	7	6	2	144
3	1	7	8	13	10	16	15	17	14	16	9	2	4	1	2	135
4	2	4	4	9	11	19	18	8	12	15	11	6	4	4		136
5	1	4	3	7	9	3	15	15	10	9	10	4	5	2		97
6	3	6	4	11	6	6	9	20	8	13	7	8	7	3		111
7		3		7	6	10	13	10	11	4	5	6	3	3		81
8		5	3	6	5	5	6	8	7	6	5	6	7	4	2	75
9		4	4	4	5	11	5	10	2	8	6		6	3	1	69
10	2	3	3	8	8	6	7	3	4	6	5	9	3	4		71
11		4	2	4	4	7	8	3	4	7		5	1	3		52
12	2	3	7	4	1	7	7	8	9	4	9	3	3			67
13	3	3	2	8	7	3	7	8	3	5	5	4	2	4	2	66
14	1	2	2	5	3	5	6	9	8	5	2	5	5	1	1	60
15	1	5	1	2	3	3	4		3	4	2	2	2	2		34
16		1	3	2	6	7	6	4	4	5	6				1	45
17	1	3	2	3	2	3	6	2	7	3	2	2	5		1	42
18	2	4	4	3	1	3	3	3	1	3	3	4	1	1		36
19		1	1	4	1	3		3	6	2	3	4	1		1	30
20		2	2	3	1		6		3	3	2	2	4	2		30
21	1	1	2	1	3	4	3	5	3	3	1	1	2	1		28
22				1	2	2	2	3	3	2	4	3	2	1		25
23		2		2	1	3	1	2	3	2	4	1	1		1	23
24	1	2	1	2	4			2	2	1	3	2		3		23
25		2	1				2	1	1	1	1	2		1	1	13
26	1	1		1	1		2	1	1	1	3	2	4	1		18
27		3	1	1	1	4	2	2	2		2		1	1		20
28	2	2		1	3	1	1		1	1	1	1	1	1	2	17
29		1	1	1	1	1	1	2	2		2	3	1	1		16
30	2		2		1	1	3		2	2	1			2	2	18
31	3	2	1	2		3		1	3	1		3	1	2		22
32	1	1	2	2	3			1	1		2		3	1		17
33	1	2	2	1	1			2			1	1	1			12
34		1			3		2		1	1		2	1	1	2	14
35	1		1		2						2	1	1	1		9
36			1	1	1	2		1	1	1			1			9
37			1			1	1	1	1			1	2	3	2	12
38	2	1			1			1	1	3	2			3	1	14
39			2							2	2					6
40		2			1			1				2		1		7

Etc.

**SIMULATION 1 - COURBES DES ECARTS E1 à E5 (et enveloppe)**  
 E1 courbe Bleue ; E2 Rouge ; E3 Verte ; E4 Noire ; E5 Rose

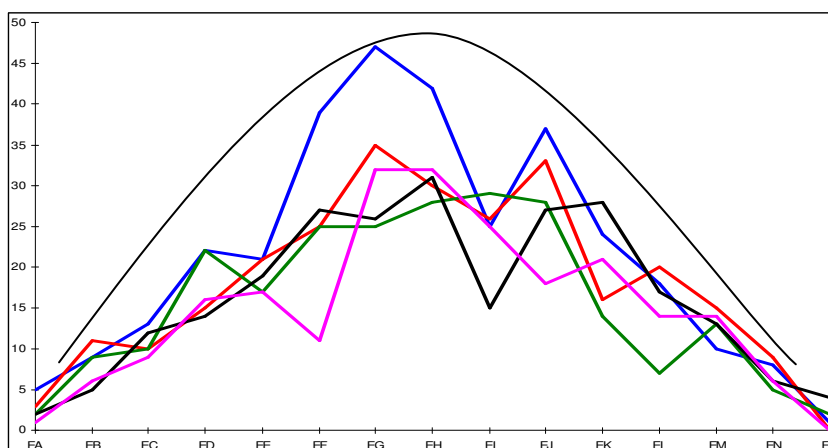


**SIMULATION 1 - COURBE DES ECARTS (Total)**

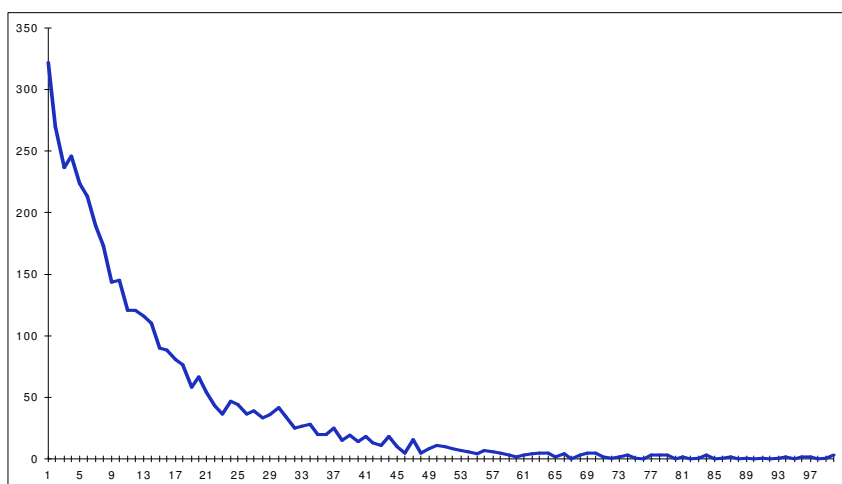


Une deuxième simulation est faite.

**SIMULATIONS 1 et 2 CUMULEES - COURBES DES ECARTS E1 à E5**  
 E1 courbe Bleue ; E2 Rouge ; E3 Verte ; E4 Noire ; E5 Rose (et enveloppe)



## SIMULATIONS 1 et 2 CUMULEES - COURBE DES ECARTS (Total)



## SIMULATIONS 1 et 2 SEPARÉES - COMPARAISONS

Nombre de billes par casiers

Casiers	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Sim 1	57	111	96	150	144	172	202	206	162	178	153	130	111	83	45
Sim 2	39	79	116	134	143	177	185	194	187	187	150	133	133	91	37
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>190</b>	<b>212</b>	<b>284</b>	<b>287</b>	<b>349</b>	<b>387</b>	<b>400</b>	<b>349</b>	<b>365</b>	<b>303</b>	<b>263</b>	<b>244</b>	<b>174</b>	<b>82</b>

Ecarts par casier

Ecarts	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	Total
Sim 1 - E1	4	6	5	10	8	22	20	16	9	20	12	11	2	2	1	148
Sim 1 - E2	1	7	5	9	13	12	18	20	12	16	9	9	7	6		144
Sim 1 - E3	1	7	8	13	10	16	15	17	14	16	9	2	4	1	2	135
Sim 1 - E4	2	4	4	9	9	11	19	18	8	12	15	11	6	4	4	136
Sim 1 - E5	1	4	3	7	9	3	15	15	10	9	10	4	5	2		97
Sim 1 - E6	3	6	4	11	6	6	9	20	8	13	7	8	7	3		111
Sim 1 - E7		3		7	6	10	13	10	11	4	5	6	3	3		81
Sim 1 - E8		5	3	6	5	5	6	8	7	6	5	6	7	4	2	75
Sim 1 - E9		4	4	4	5	11	5	10	2	8	6		6	3	1	69
Sim 1 - E10	2	3	3	8	8	6	7	3	4	6	5	9	3	4		71
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>49</b>	<b>39</b>	<b>84</b>	<b>79</b>	<b>102</b>	<b>127</b>	<b>137</b>	<b>85</b>	<b>110</b>	<b>83</b>	<b>66</b>	<b>50</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	

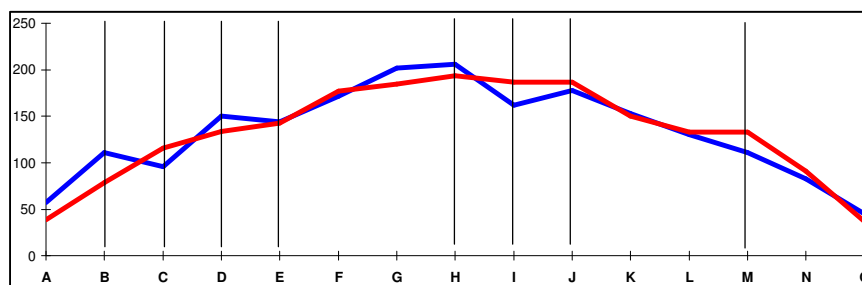
Sim 2 - E1	1	3	8	12	13	17	27	26	16	17	12	7	8	6		173
Sim 2 - E2	2	4	5	6	8	13	17	10	14	17	7	11	8	3		125
Sim 2 - E3	1	2	2	9	7	9	10	11	15	12	5	5	9	4		101
Sim 2 - E4		1	8	5	10	16	7	13	7	15	13	6	7	2		110
Sim 2 - E5		2	6	9	8	8	17	17	15	9	11	10	9	4		125
Sim 2 - E6		2	3	7	10	13	8	9	13	9	8	8	7	3	1	101
Sim 2 - E7	1	6	6	6	2	9	10	13	13	17	10	6	5	4		108
Sim 2 - E8		2	4	12	4	10	12	14	10	6	10	6	5	2		97
Sim 2 - E9		2	3	4	5	5	7	8	7	9	6	10	3	5		74
Sim 2 - E10	2	1	4	3	3	8	6	5	7	10	7	8	6	2	2	74
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>108</b>	<b>121</b>	<b>126</b>	<b>117</b>	<b>121</b>	<b>89</b>	<b>77</b>	<b>67</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	

## SIMULATIONS 1 et 2 CUMULEES - ECARTS PAR CASIER (voir dernier graphique)

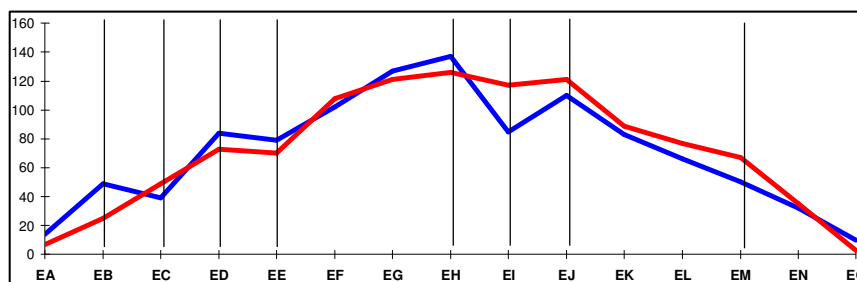
Ecarts	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO
Sim 1&2 - E1	5	9	13	22	21	39	47	42	25	37	24	18	10	8	1
Sim 1&2 - E2	3	11	10	15	21	25	35	30	26	33	16	20	15	9	
Sim 1&2 - E3	2	9	10	22	17	25	25	28	29	28	14	7	13	5	2
Sim 1&2 - E4	2	5	12	14	19	27	26	31	15	27	28	17	13	6	4
Sim 1&2 - E5	1	6	9	16	17	11	32	32	25	18	21	14	14	6	
Sim 1&2 - E6	3	8	7	18	16	19	17	29	21	22	15	16	14	6	1
Sim 1&2 - E7	1	9	6	13	8	19	23	23	24	21	15	12	8	7	
Sim 1&2 - E8		7	7	18	9	15	18	22	17	12	15	12	12	6	2
Sim 1&2 - E9		6	7	8	10	16	12	18	9	17	12	10	9	8	1
Sim 1&2 - E10	4	4	7	11	11	14	13	8	11	16	12	17	9	6	2
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>74</b>	<b>88</b>	<b>157</b>	<b>149</b>	<b>210</b>	<b>248</b>	<b>263</b>	<b>202</b>	<b>231</b>	<b>172</b>	<b>143</b>	<b>117</b>	<b>67</b>	<b>13</b>

## SIMULATIONS 1 et 2 SEPARÉES - GRAPHIQUES

Nombre de billes par casiers



Écarts par casier - SOMME DES 10 PLUS PETITS ECARTS (E1 à E10)



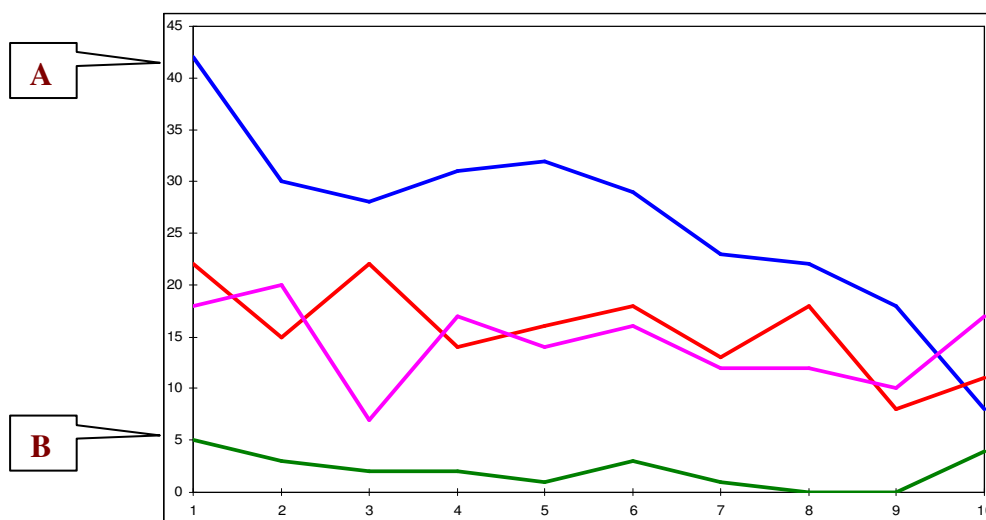
On peut voir, sur ces courbes,

**UNE NETTE SIMILITUDE ENTRE LE NOMBRE DE BILLES PAR CASIER ET LE NOMBRE D'ECARTS (cumulés E1 à E10) CORRESPONDANTS.**

## SIMULATIONS 1 et 2 CUMULÉES - ECARTS PAR CASIER

Couleurs en rapport avec le tableau précédent.

On retrouve également les courbes annoncées sur les pages précédentes : "Expérience de la machine de Galton – Petits graphiques A (ici courbe bleue) et B (ici courbe verte)"



**LA LOI DES ECARTS EST DONC BEL ET BIEN DIRECTEMENT  
LIEE AUX AUTRES AUTRES LOIS MATHÉMATIQUES**