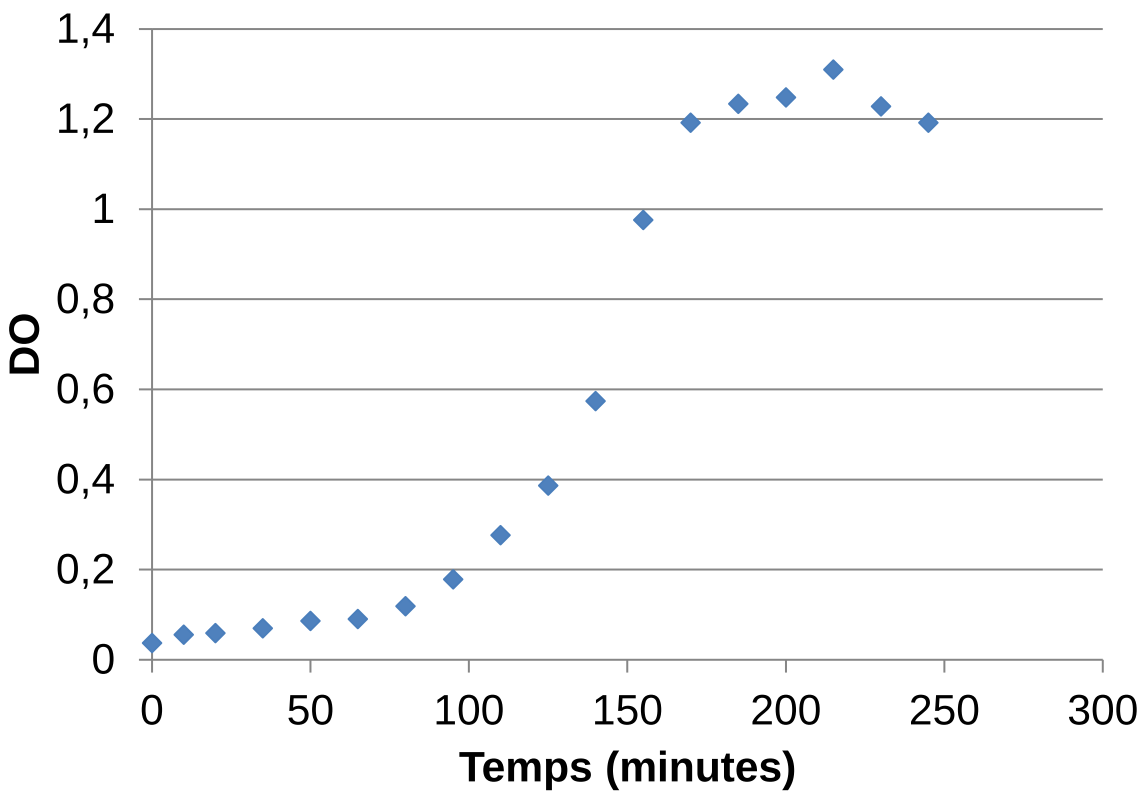
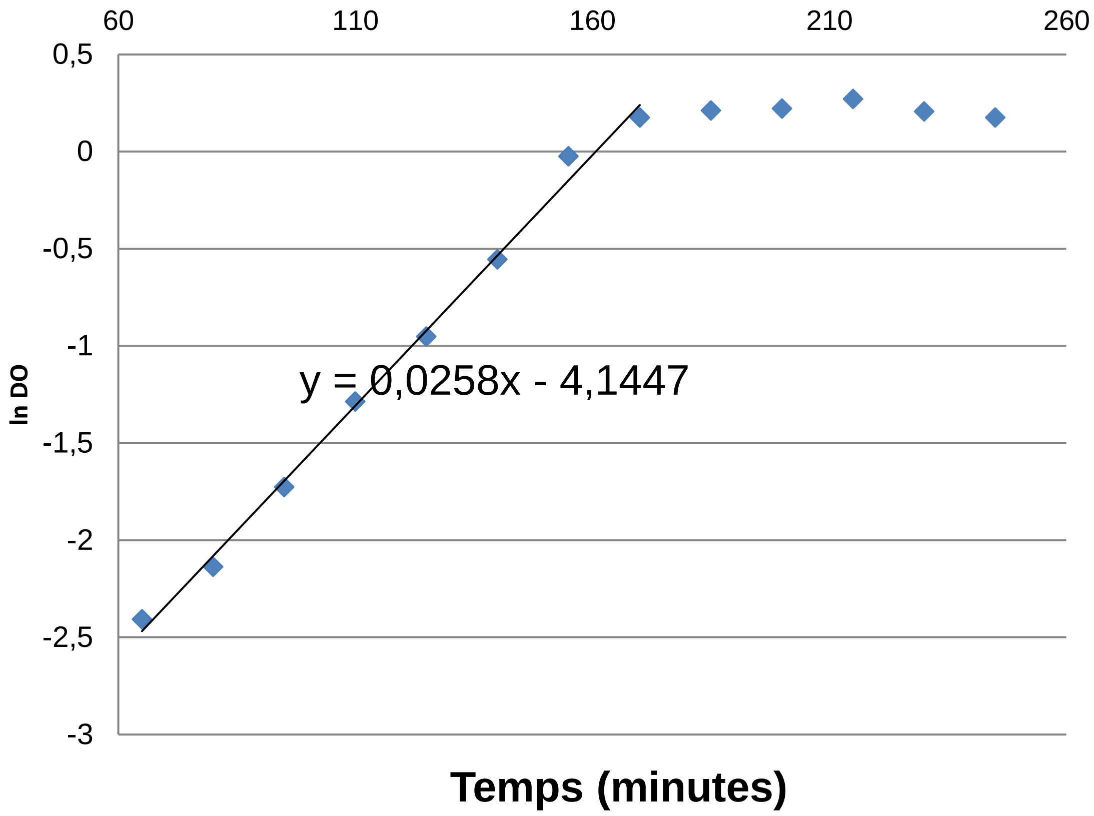
TP 28 : Les populations et leur démographie

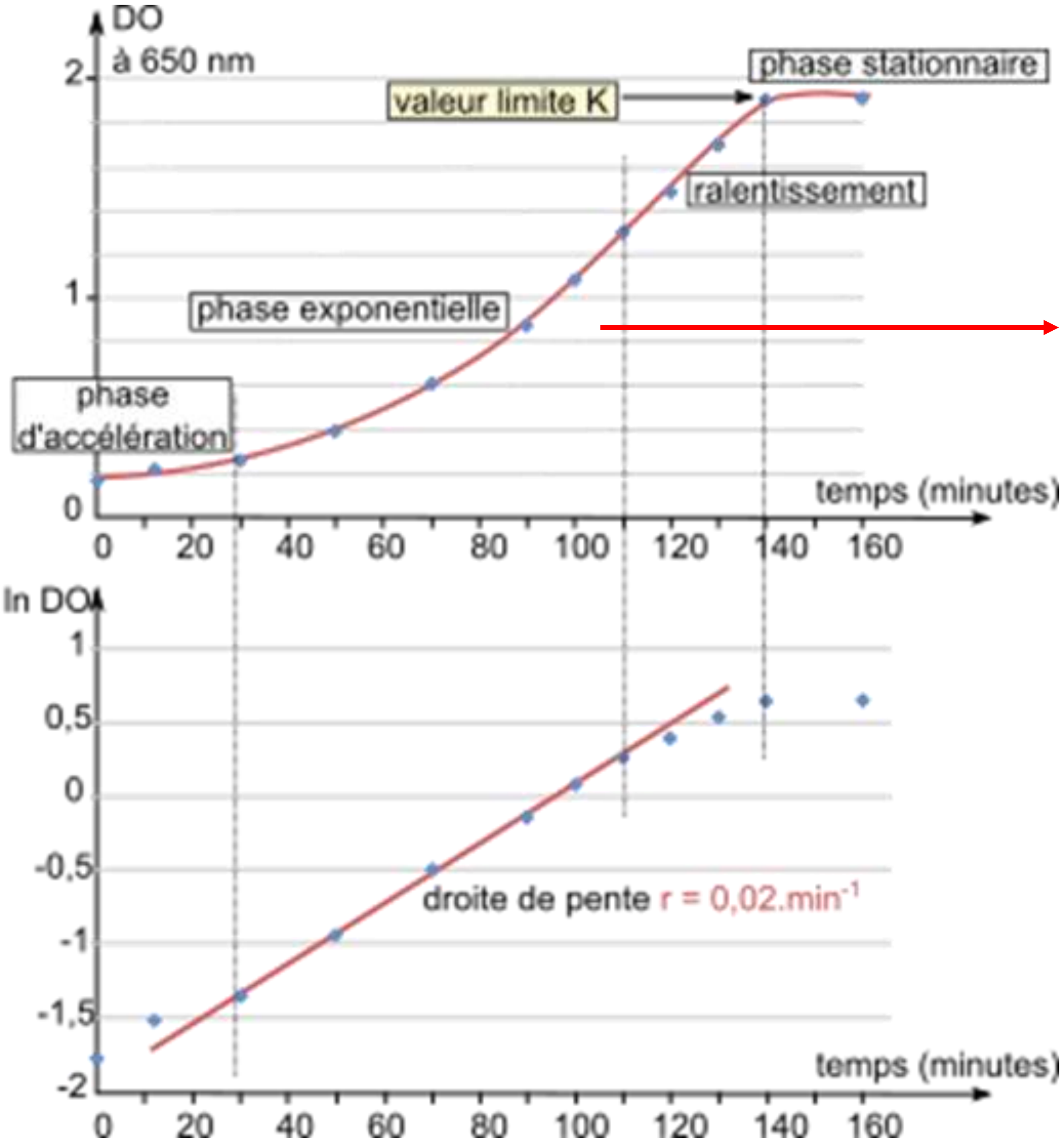
I. Etude expérimentale du modèle logistique : variation des effectifs d’une population bactérienne en culture

Exemple de résultats obtenus :

t (min)	0	10	30	50	70	90	100	110	120	130	140	160
DO mesurée	0,17	0,22	0,26	0,39	0,61	0,44	0,54	0,65	0,49	0,57	0,64	0,64
dilution	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
DO corrigée						0,88	1,08	1,30	1,47	1,71	1,92	1,92
ln DO	-1,75	-1,5	-1,33	-0,94	-0,5	-0,13	0,05	0,26	0,39	0,54	0,65	0,65


1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
DO
0
50
100
150
200
250
300
Temps (minutes)


60
110
160
210
260
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
-2
-2,5
-3
ln DO
y = 0,0258x - 4,1447
Temps (minutes)



Valeur limite **K : capacité biotique du milieu**

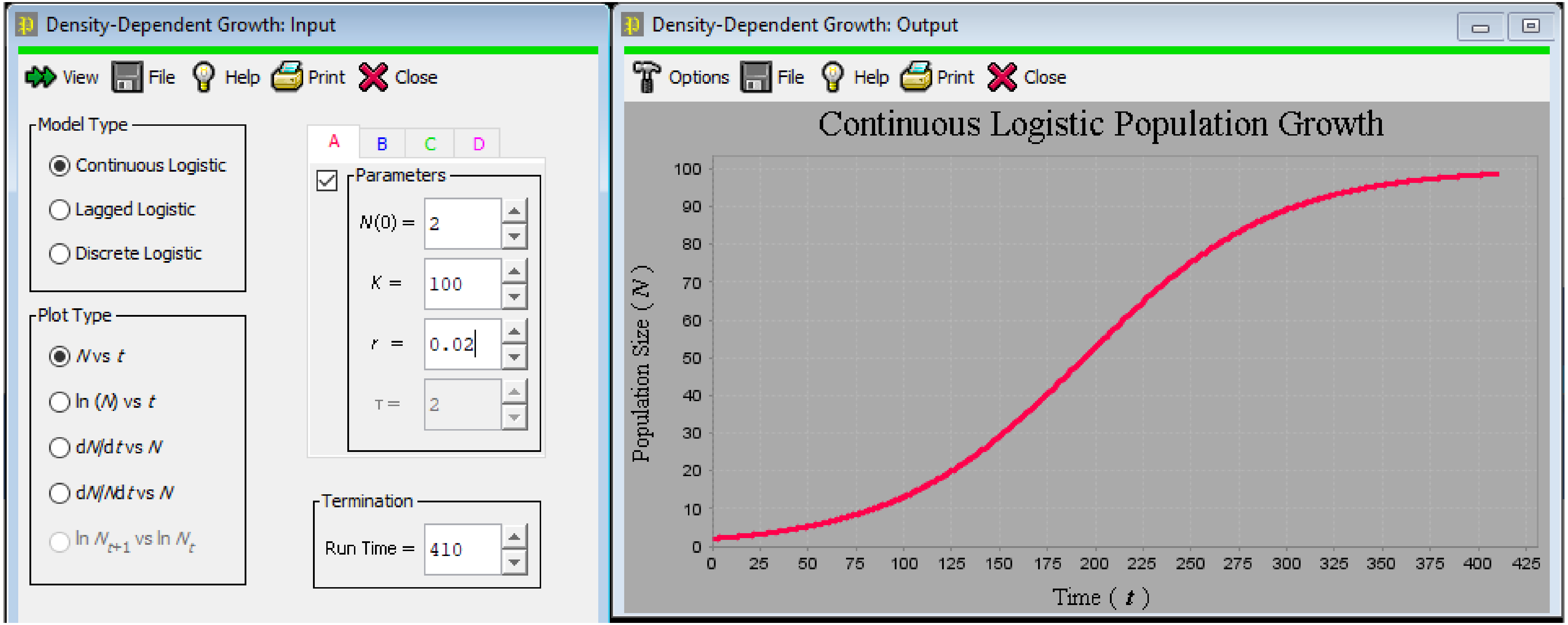
K = 1,9*7.10^8 bactéries.mL^{-1} = **1,3. 10^9 bactéries.mL^{-1}**

L'effectif N augmente selon la relation : **$N = N_0. e^{rt}$.**

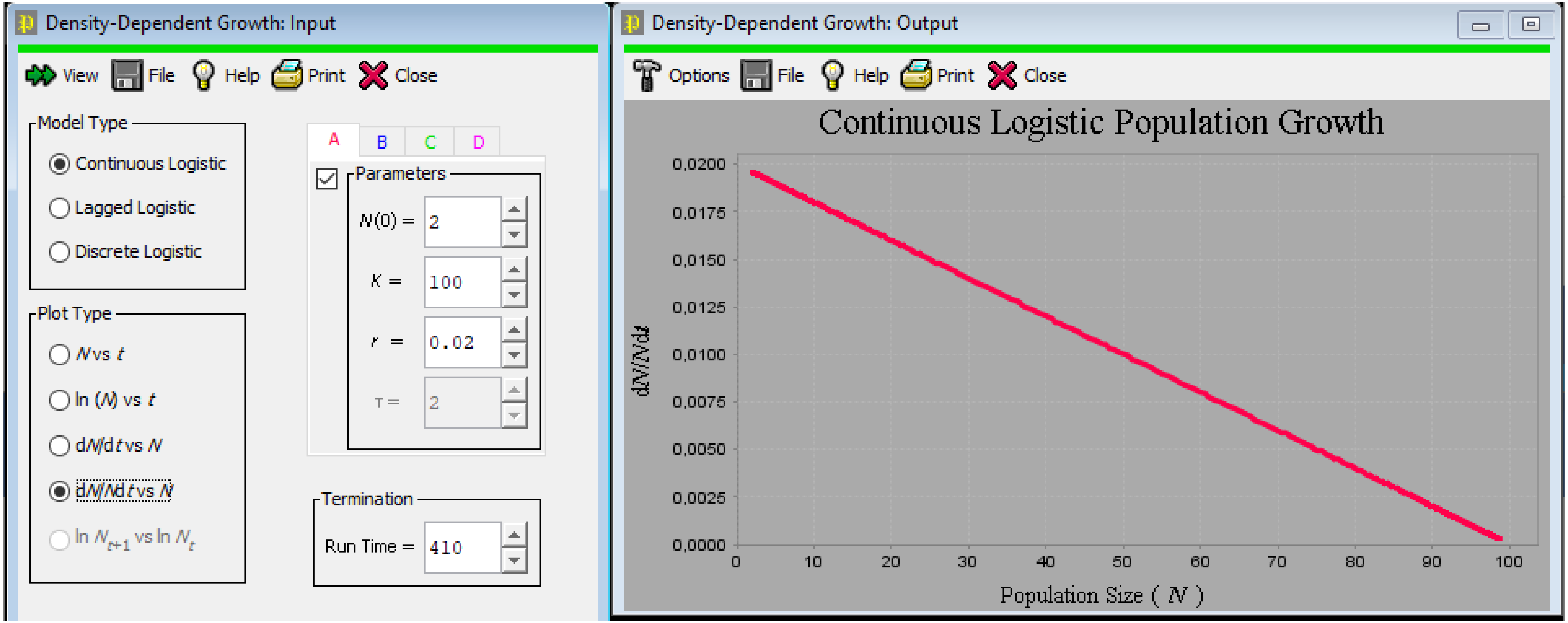
r = taux d'accroissement de la population

II. Modélisation informatique des variations d'effectifs d'une population

2. Simulation d'une croissance logistique continue



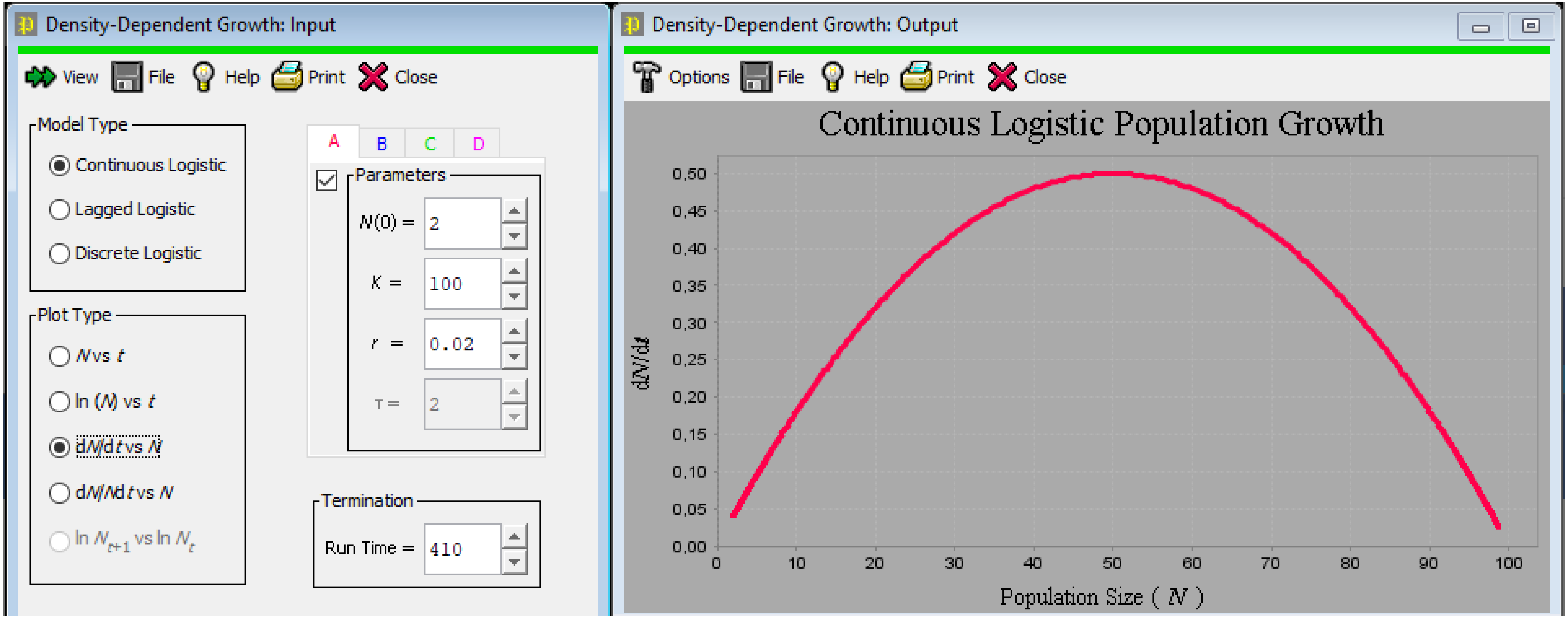
→ **Comment varie le taux d'accroissement r per capita dN/Ndt en fonction de N ?**



De la relation du modèle logistique on déduit :

$$\mathbf{r = \frac{dN}{N.dt} = r_{max}.\left[1 - \frac{N}{K}\right]}$$

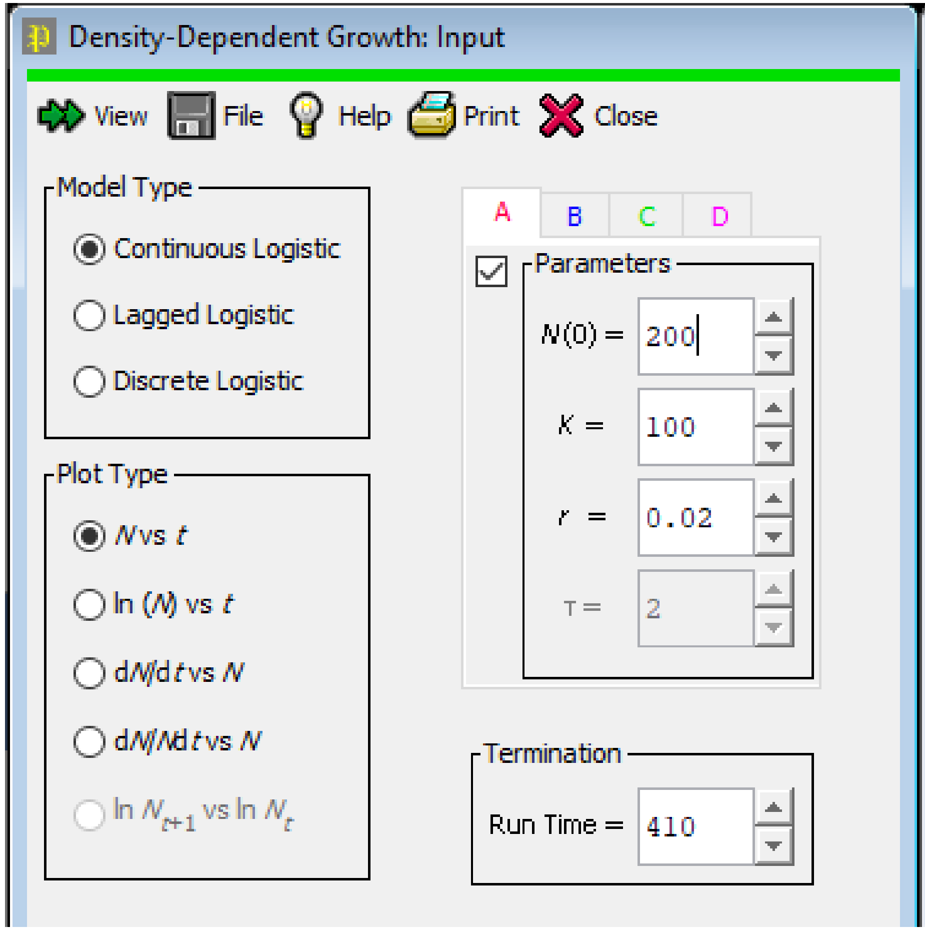
→ Comment varie le taux d'accroissement de la population entière dN/dt en fonction de N ?

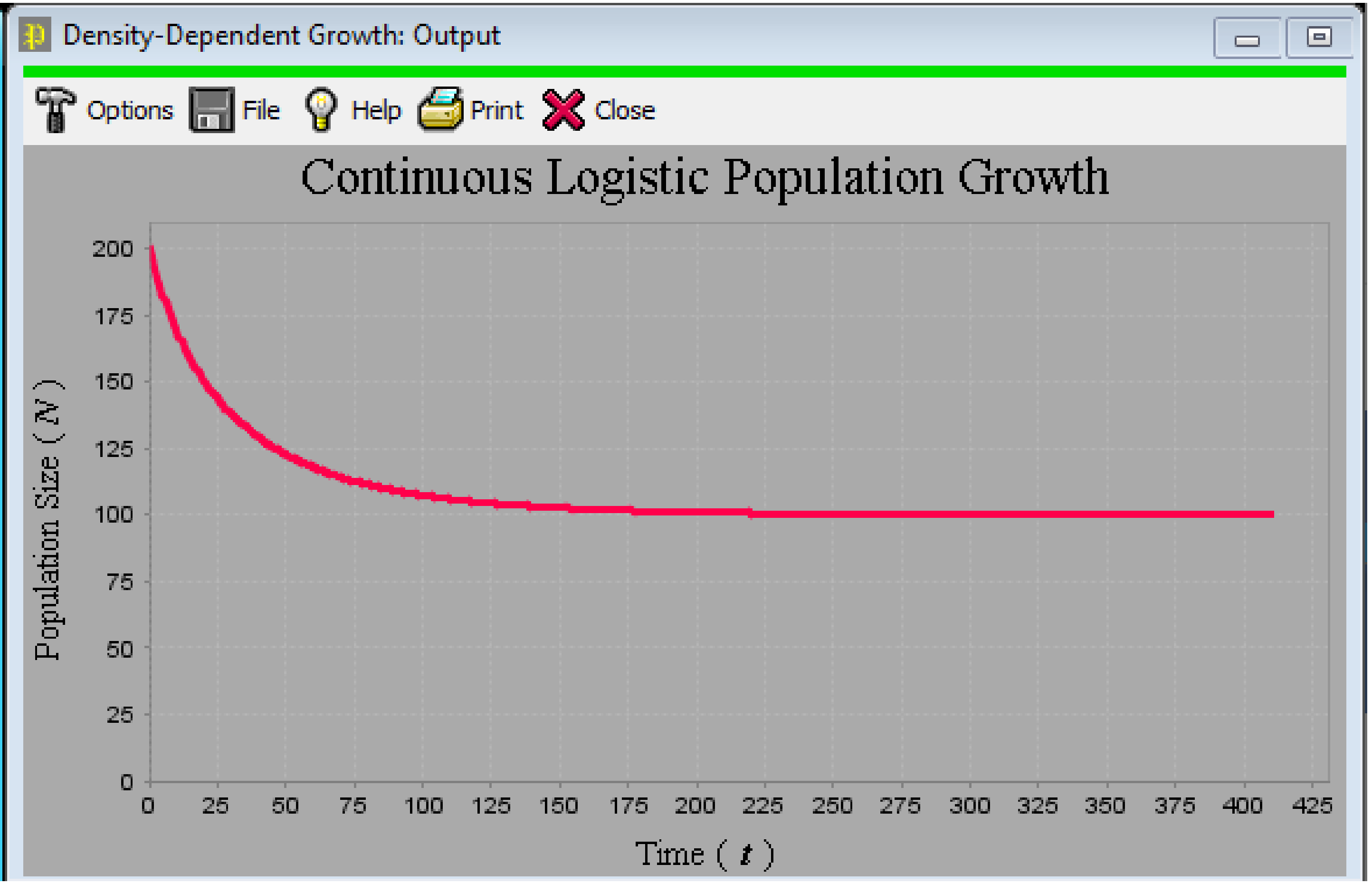


Le taux d'accroissement de la population entière est dN/dt

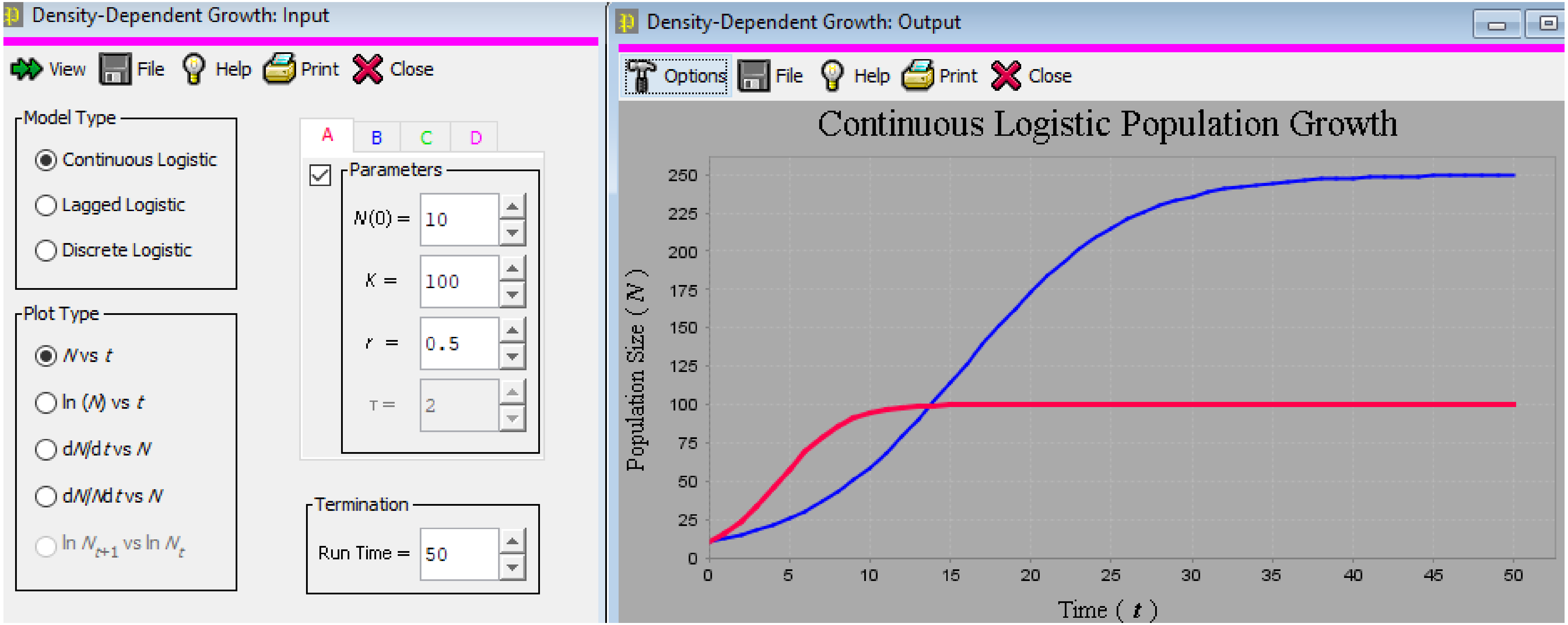
$$\frac{dN}{dt} = r_{max} . N \left[1 - \frac{N}{K}\right]$$

→ **Quel est l'effet de l'effectif initial sur l'évolution de la population.**



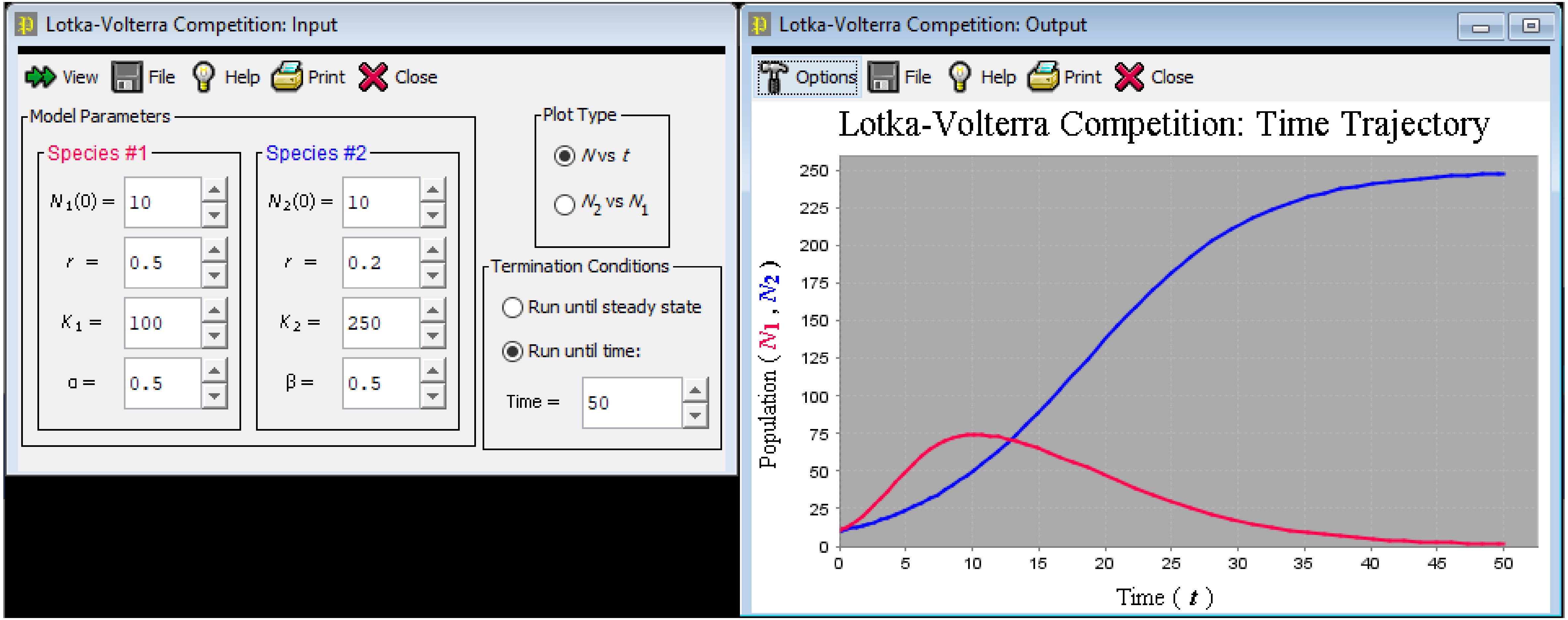


3. Simulation d'une dynamique densité – dépendante



4. Simulation d’une compétition interspécifique

a. Simulation de la compétition entre les espèces A et B



4. Simulation d’une compétition interspécifique

b. Recherche par essais et erreurs des paramètres permettant une coexistence stable des deux populations

essai	valeurs des paramètres									
	population de l’espèce A					population de l’espèce B				
	$N_A(0)$	r_A	K_A	α	$N_A(fin)$	$N_B(0)$	r_B	K_B	β	$N_B(fin)$
1	10	0,5	100	0,5	0	10	0,2	250	0,5	250
2	10	0,05	100	0,5	0	10	0,2	250	0,5	250
3	10	0,5	100	0,5	0	10	0,2	200	0,5	200
4	10	0,5	100	0,5	20	10	0,2	180	0,5	170
5	10	0,5	100	0,5	40	10	0,2	150	0,5	130
6	10	0,5	100	0,1	80	10	0,2	250	0,1	240
7	10	0,5	100	1	0	10	0,2	150	1	150

RÉSULTATS DE DIVERSES SIMULATIONS DE COMPÉTITION INTERSPÉCIFIQUE.

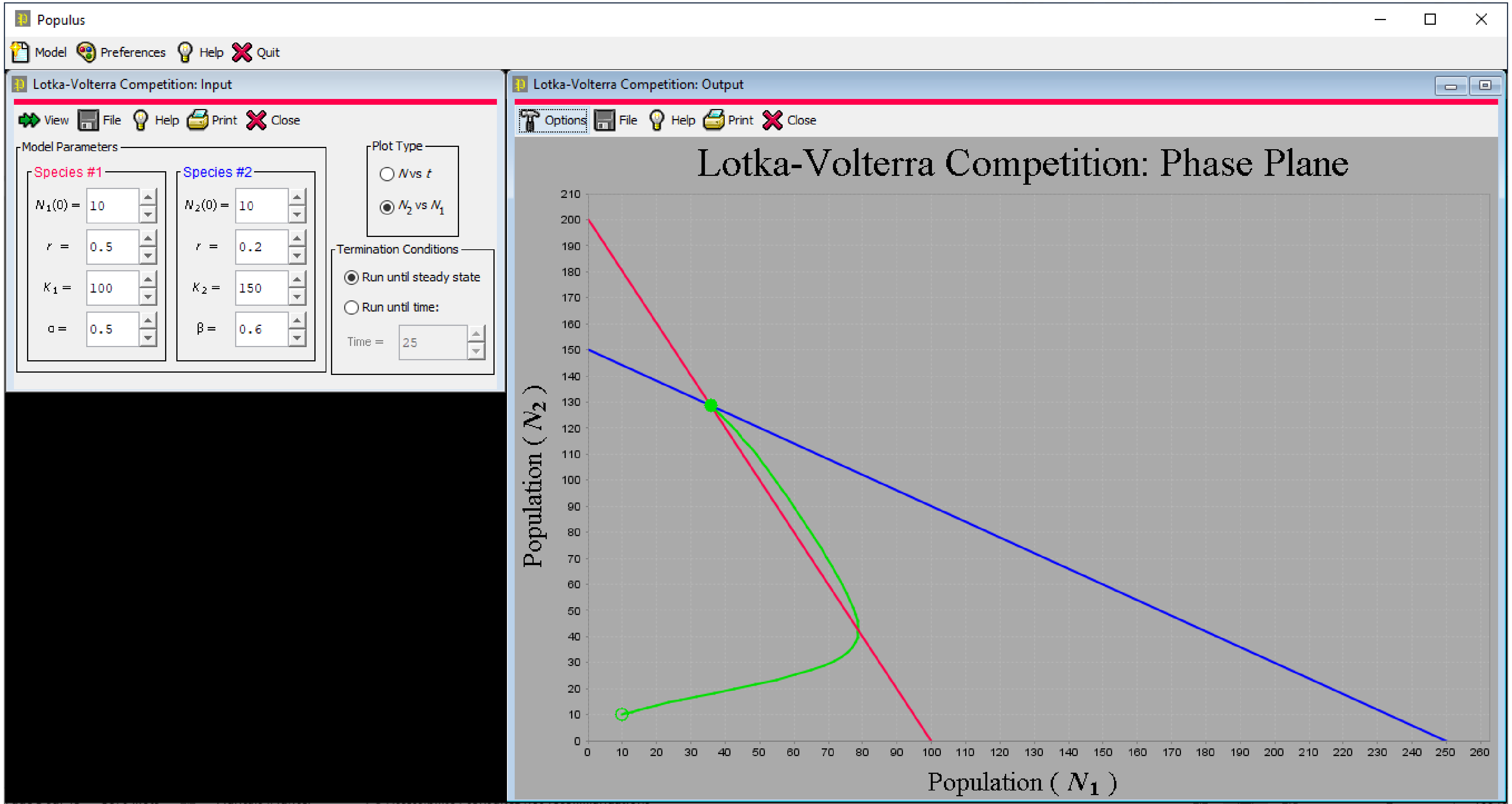
En rouge, pour chaque essai, la valeur du paramètre qui a été modifié par rapport à l’essai 1 ; en vert, les effectifs finaux de la population A quand elle n’a pas été exclue par la compétition avec B.

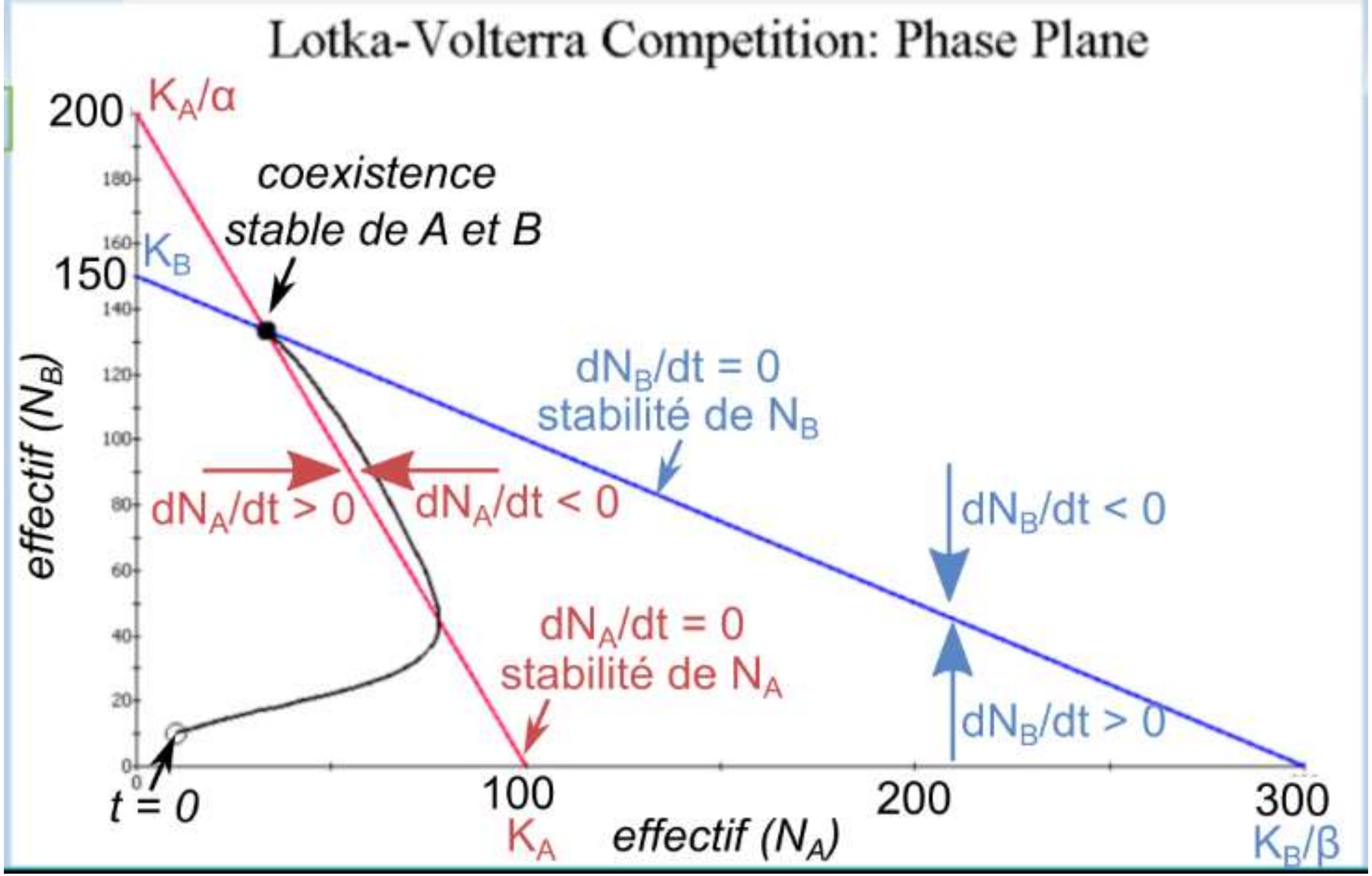
$$N_B = -\frac{1}{\alpha} N_A + \frac{K_A}{\alpha}$$

Équation de la droite rouge qui donne les couples d'effectifs (N_A, N_B) pour lesquels la population A est stable

$$N_A = -\frac{1}{\beta} N_B + \frac{K_B}{\beta}$$

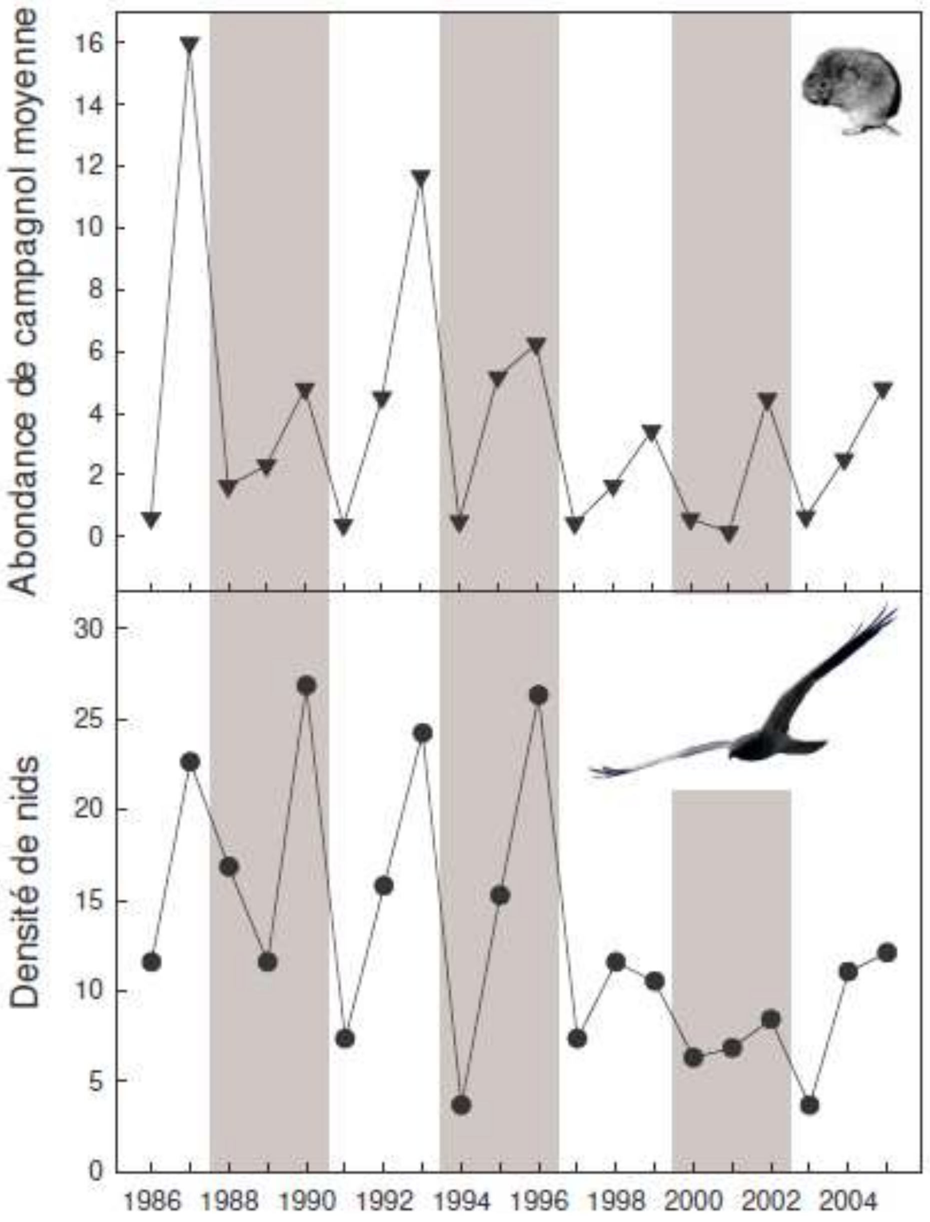
Équation de la droite bleue qui donne les couples d'effectifs (N_A, N_B) pour lesquels la population B est stable



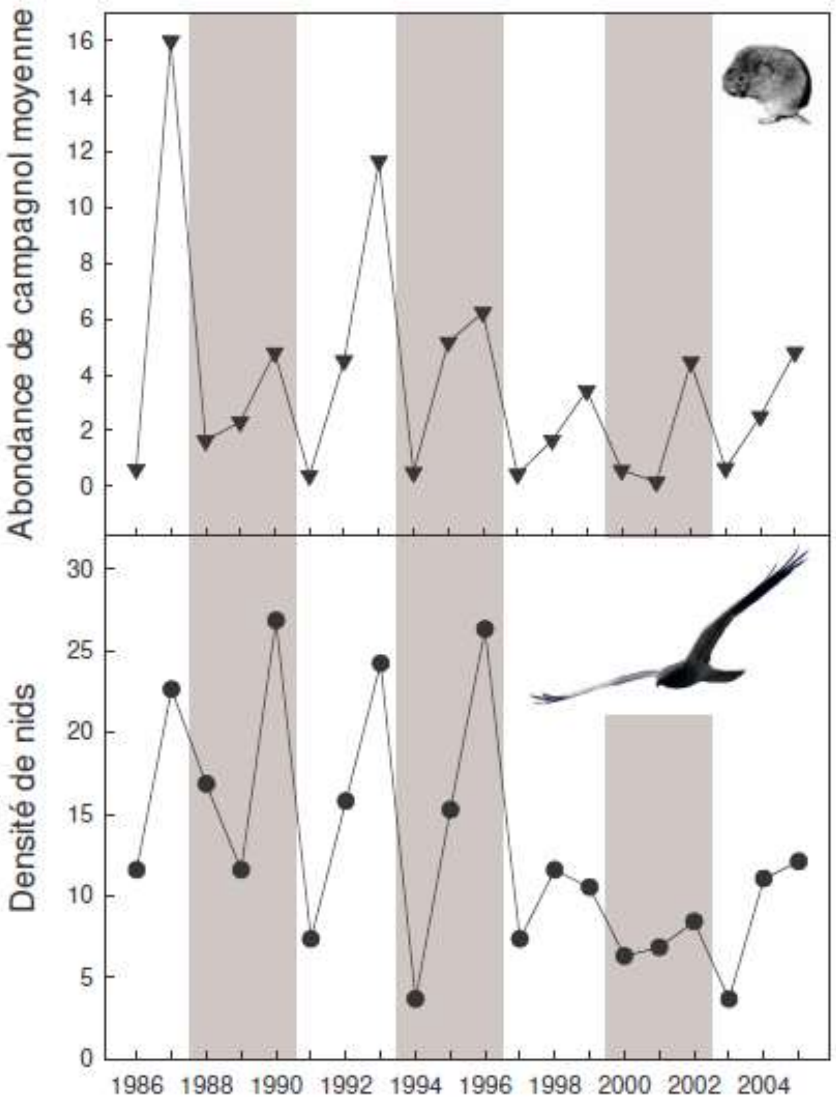


Lotka-Volterra Competition: Phase Plane
200
K_A/α
coexistence
stable de A et B
K_B
150
$dN_B/dt = 0$
stabilité de N_B
effectif (N_B)
$dN_A/dt > 0$
$dN_A/dt < 0$
$dN_B/dt < 0$
$dN_A/dt = 0$
stabilité de N_A
$dN_B/dt > 0$
t = 0
100
K_A
effectif (N_A)
200
300
K_B/β

4. Simulation des effets de la prédation sur les variations d'effectifs des populations



4. Simulation des effets de la prédation sur les variations d'effectifs des populations



$$\frac{dN}{dt} = r \,.\, N - a.\, P.\, N$$

$$\frac{dP}{dt} = -\, q.\, P + f.\, a.\, N.\, P$$

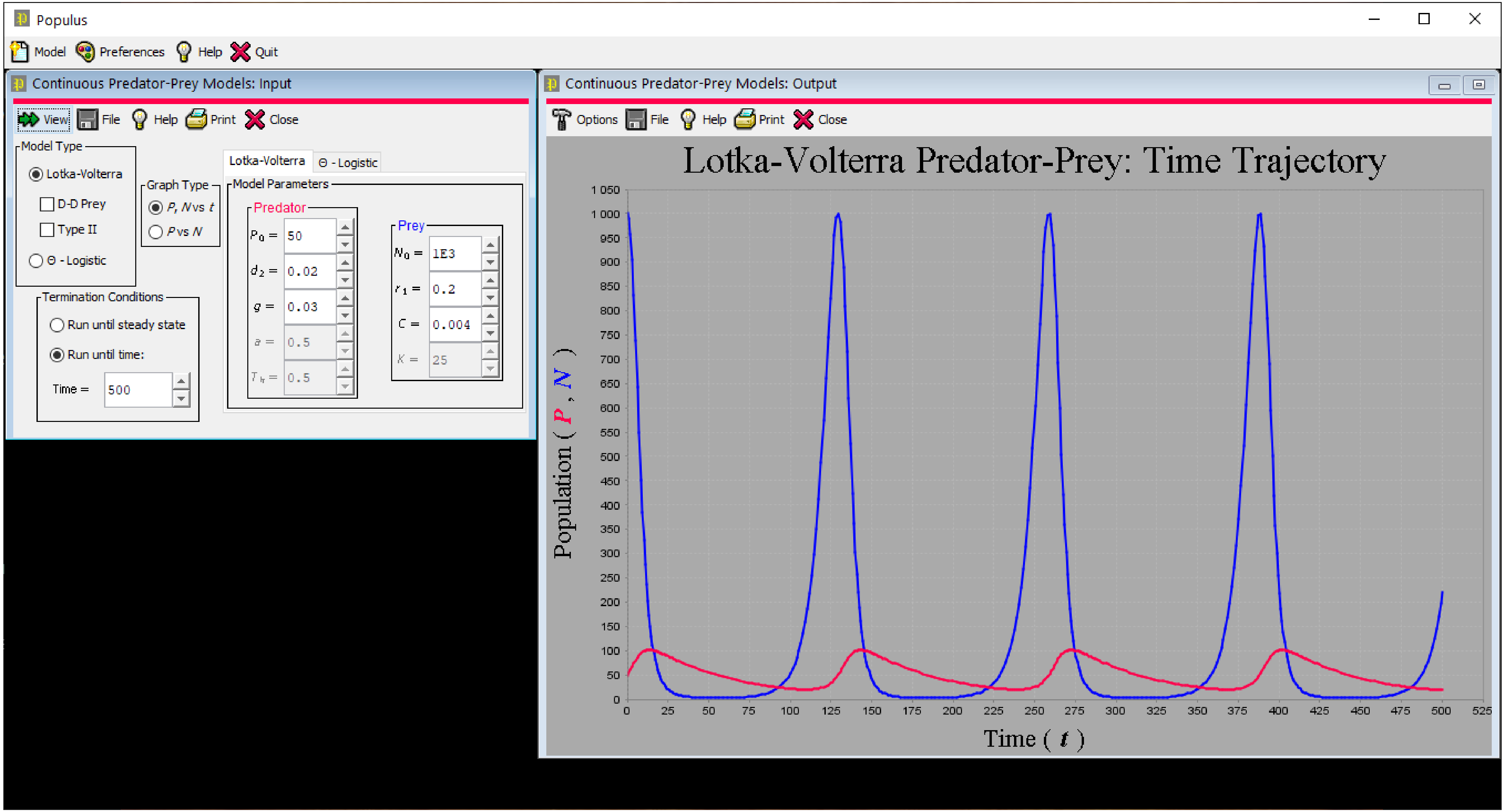
r = taux d'accroissement des proies (la natalité moins la mortalité liée à d'autres raisons que la prédation)

a = taux d'attaque des prédateurs. Le produit a.P de la première équation correspond au taux de mortalité des proies par prédation, par individu et par unité de temps

q = taux de mortalité des prédateurs

f = facteur de conversion de proies en jeunes prédateurs, c'est-à-dire le nombre des descendants qu'un prédateur peut engendrer après l'ingestion d'une proie.

Dénombrement initial à J_0	Dénombrement à J + 2 jours	Mortalité
N_t = 1000 chlorelles / L	En monoculture : N_{t+1} = 1 200 chlorelles / L En co-culture : N_{t+1} = 1 100 chlorelles / L	
P_t = 50 daphnies / L	P_{t+1} = 55 daphnies / L	1 daphnie / L


Populus
Model
Preferences
Help
Quit
Continuous Predator-Prey Models: Input
View
File
Help
Print
Close
Model Type
Lotka-Volterra
D-D Prey
Type II
Θ - Logistic
Graph Type
P, N vs t
P vs N
Lotka-Volterra
Θ - Logistic
Model Parameters
Predator
P0 = 50
d2 = 0.02
g = 0.03
a = 0.5
Th = 0.5
Prey
N0 = 1E3
r1 = 0.2
C = 0.004
K = 25
Termination Conditions
Run until steady state
Run until time:
Time = 500
Continuous Predator-Prey Models: Output
Options
File
Help
Print
Close
Lotka-Volterra Predator-Prey: Time Trajectory
Population (P , N)
Time (t)
1 050
1 000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
325
350
375
400
425
450
475
500
525