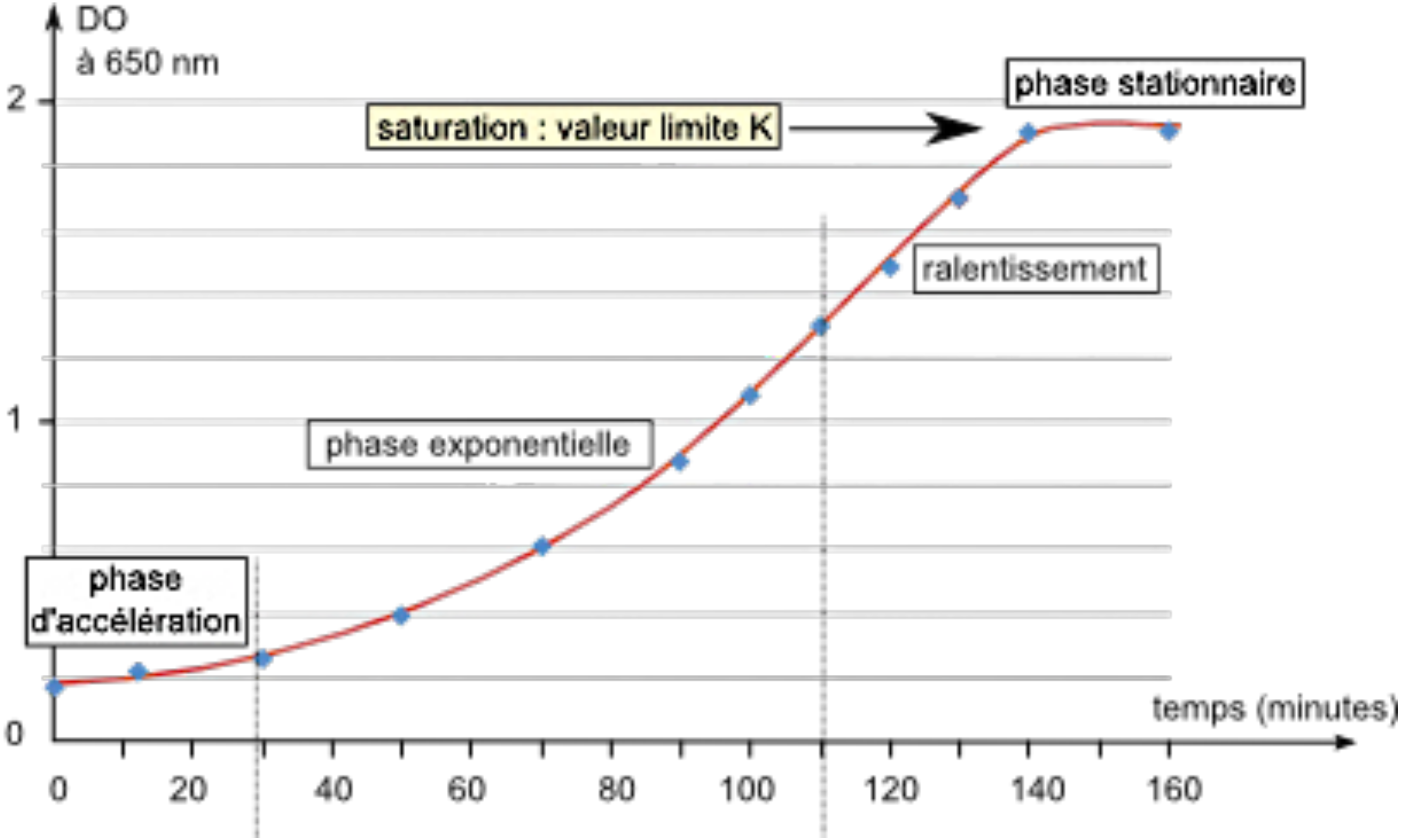
TD – Dynamique des populations

1. Étude pratique d’une culture bactérienne

Relevés de densité optique

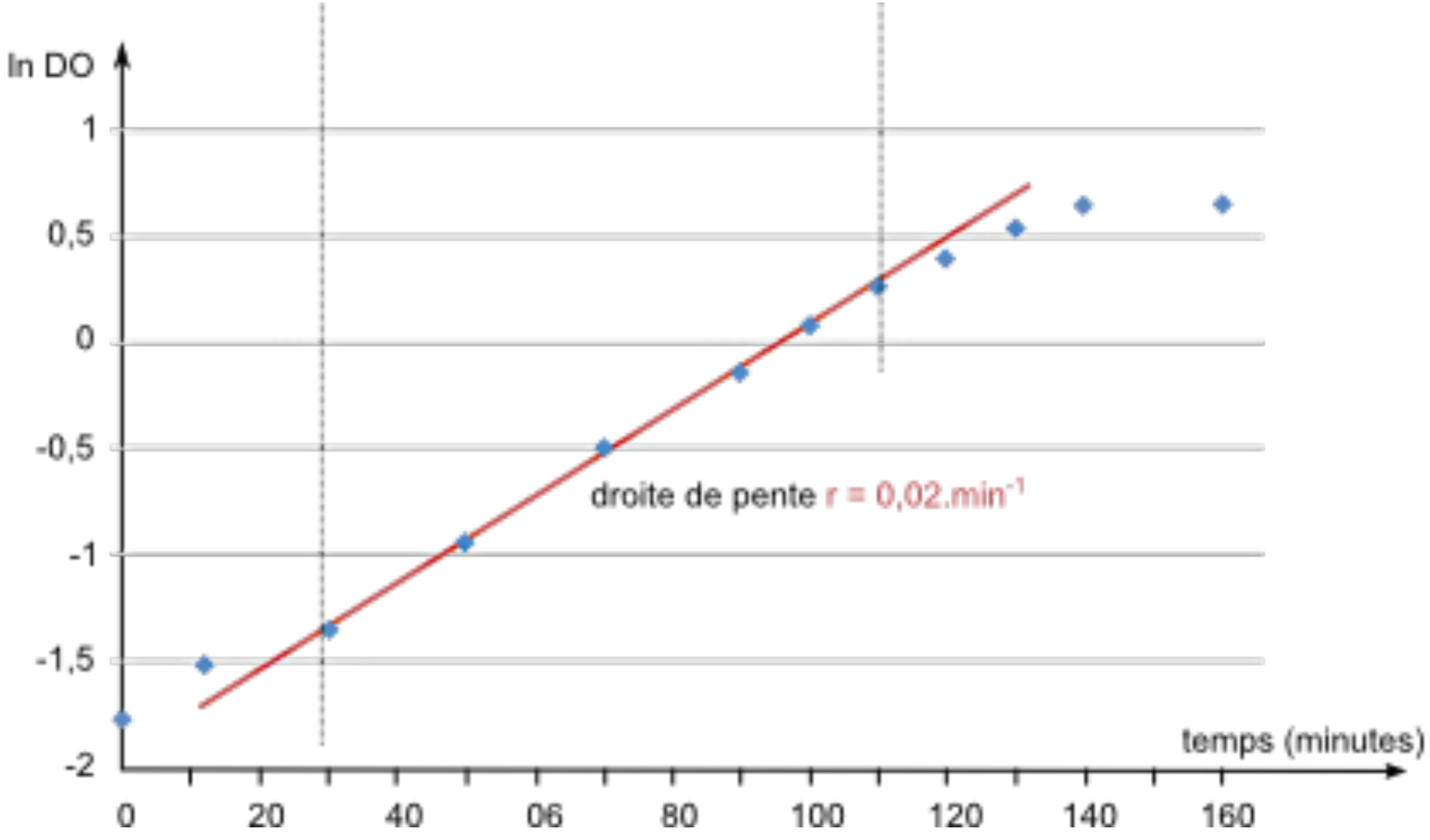
T (min)	0	12	30	50	70	90	100	110	120	130	140	160
DO	0,17	0,22	0,26	0,39	0,61							
DO corrigée						0,87	1,08	1,3	1,48	1,7	1,9	1,9
ln DO	-1,75	-1,5	-1,33	-0,94	-0,5	-0,14	0,05	0,26	0,39	0,52	0,64	0,64

Courbe associée



Source : C. Escuyer, Dunod, 2014

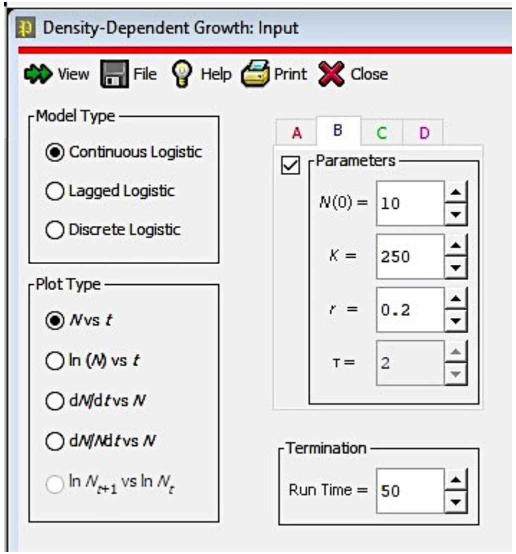
Courbe associée

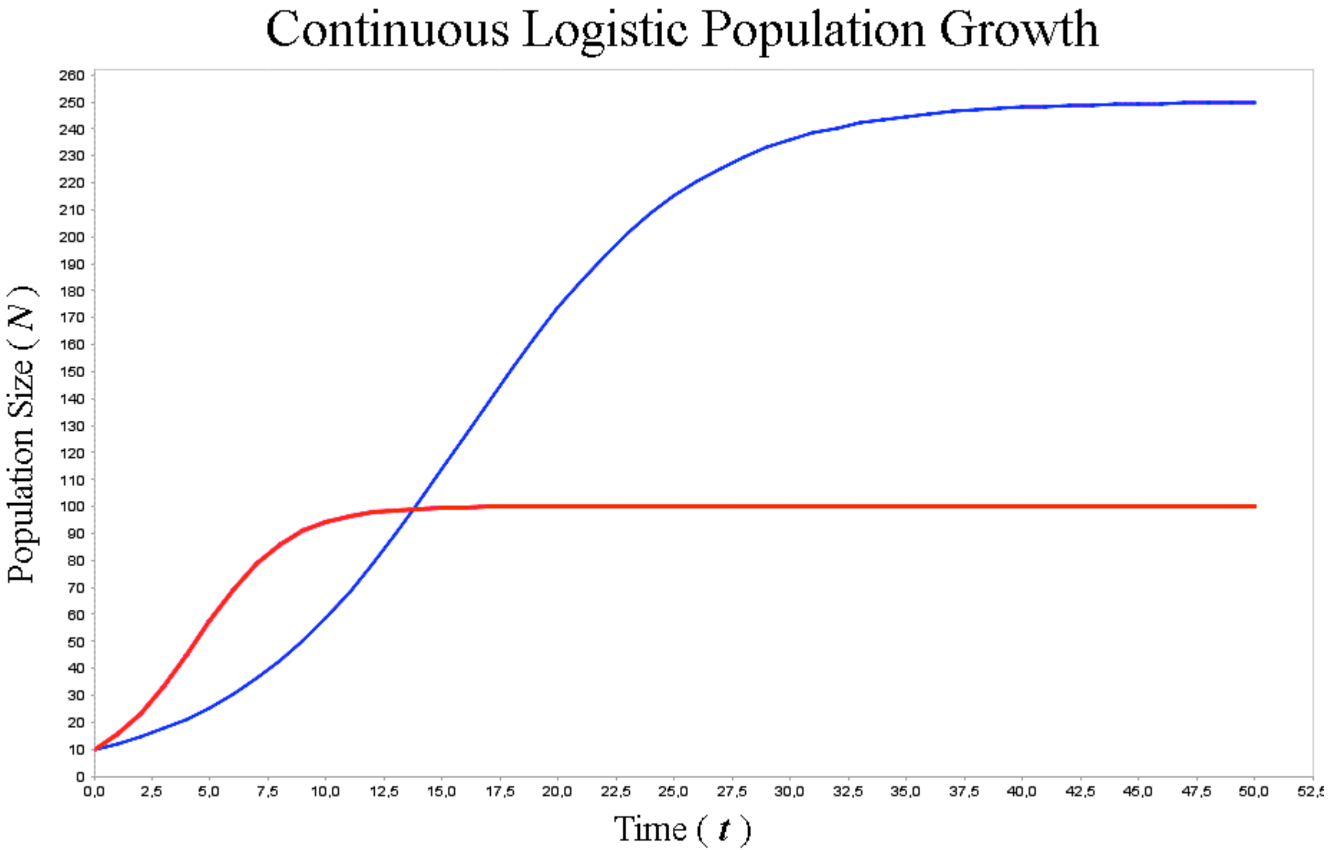


Source : C. Escuyer, Dunod, 2014

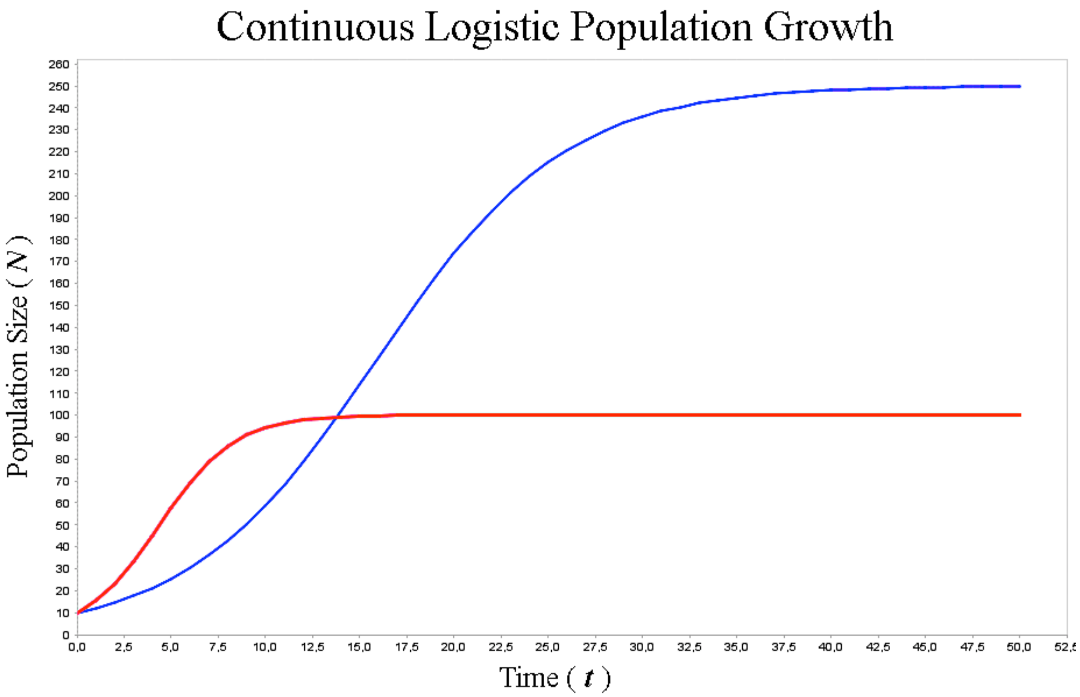
2. Modélisation avec Populus

Populus et modèle logistique





Populus et modèle logistique



Espèce B
Valeur de r assez faible et valeur de K assez élevée
→ Espèce de profil K ?

Espèce A
Valeur de r assez élevée et valeur de K assez faible
→ Espèce de profil r ?

Dans la réalité, les espèces r sont rarement à leur valeur limite K mais restent à des effectifs inférieurs.

Populus et compétition interspécifique

Deux espèces en compétition

Le facteur de compétition représente l'effet d'une espèce sur l'autre.

α = effet de l'espèce B sur l'espèce A

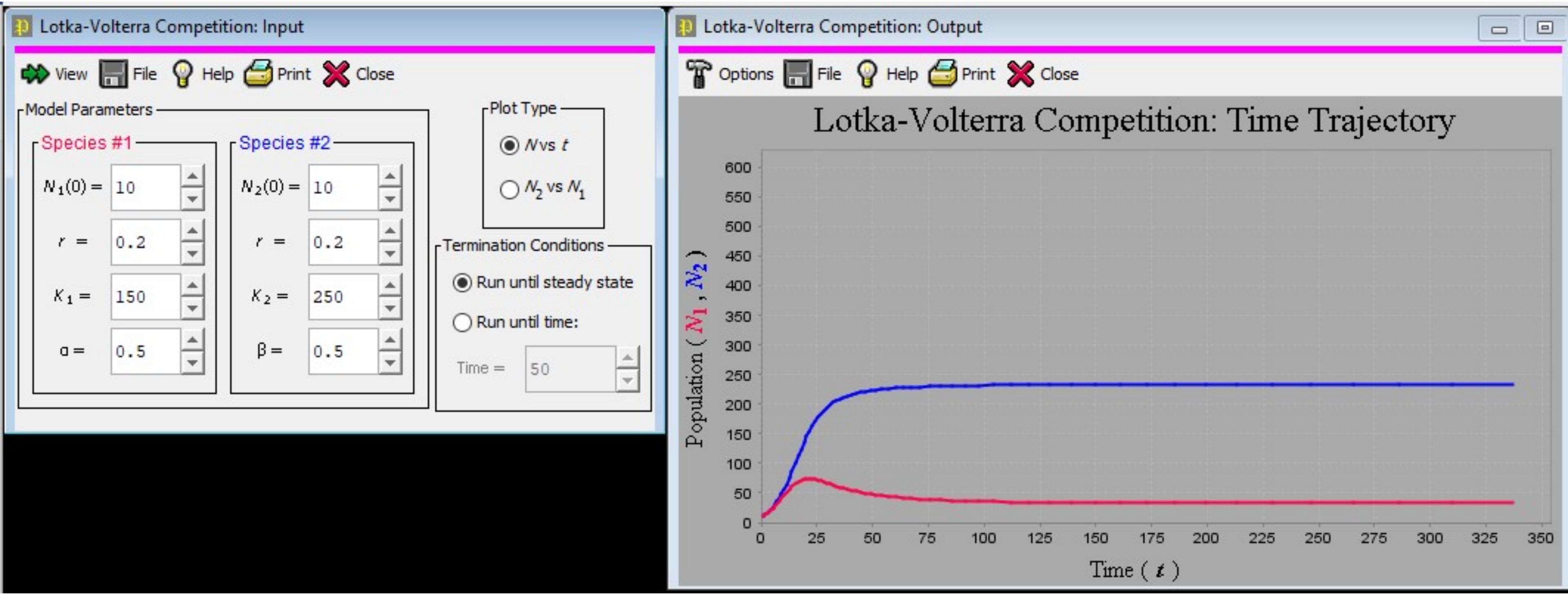
β = effet de l'espèce A sur l'espèce B

$$\frac{dN_A}{dt} = r_A.N_A.\frac{K_A - (N_A + \alpha.N_B)}{K_A}$$

$$\frac{dN_B}{dt} = r_B.N_B.\frac{K_B - (N_B + \beta.N_A)}{K_B}$$

α : par exemple, part des ressources en compétition entre A et B $\alpha = \beta$ = compétition symétrique (pas toujours !)

Populus et compétition interspécifique



Populus et compétition interspécifique

Essais - Faire varier :

- la stratégie des espèces : un faible r indique une espèce K et une forte valeur un stratège r
- les effectifs de départ
- le coefficient de compétition
- la capacité biotique de l’espèce (valeur de K)

Populus et compétition interspécifique

S'il y a un équilibre entre les populations A et B alors

$$\frac{\mathbf{dN_A}}{\mathbf{dt}} = 0 \text{ et } \qquad \frac{\mathbf{dN_B}}{\mathbf{dt}} = 0$$ mais avec N_A et N_B non nuls.

$$\frac{dN_A}{dt} = r_A.N_A.\frac{K_A - (N_A + \alpha.N_B)}{K_A} \qquad \text{alors } K_A - (N_A + \alpha.N_B) = 0$$

$$\frac{dN_B}{dt} = r_B.N_B.\frac{K_B - (N_B + \beta.N_A)}{K_B} \qquad \text{alors } K_B - (N_B + \beta.N_A) = 0$$

Populus et compétition interspécifique

S'il y a un équilibre entre les populations A et B alors

$$K_A - (N_A + \alpha.N_B) = 0 \text{ donc } N_B = \frac{-1}{\alpha} N_A + \frac{1}{\alpha} K_A$$

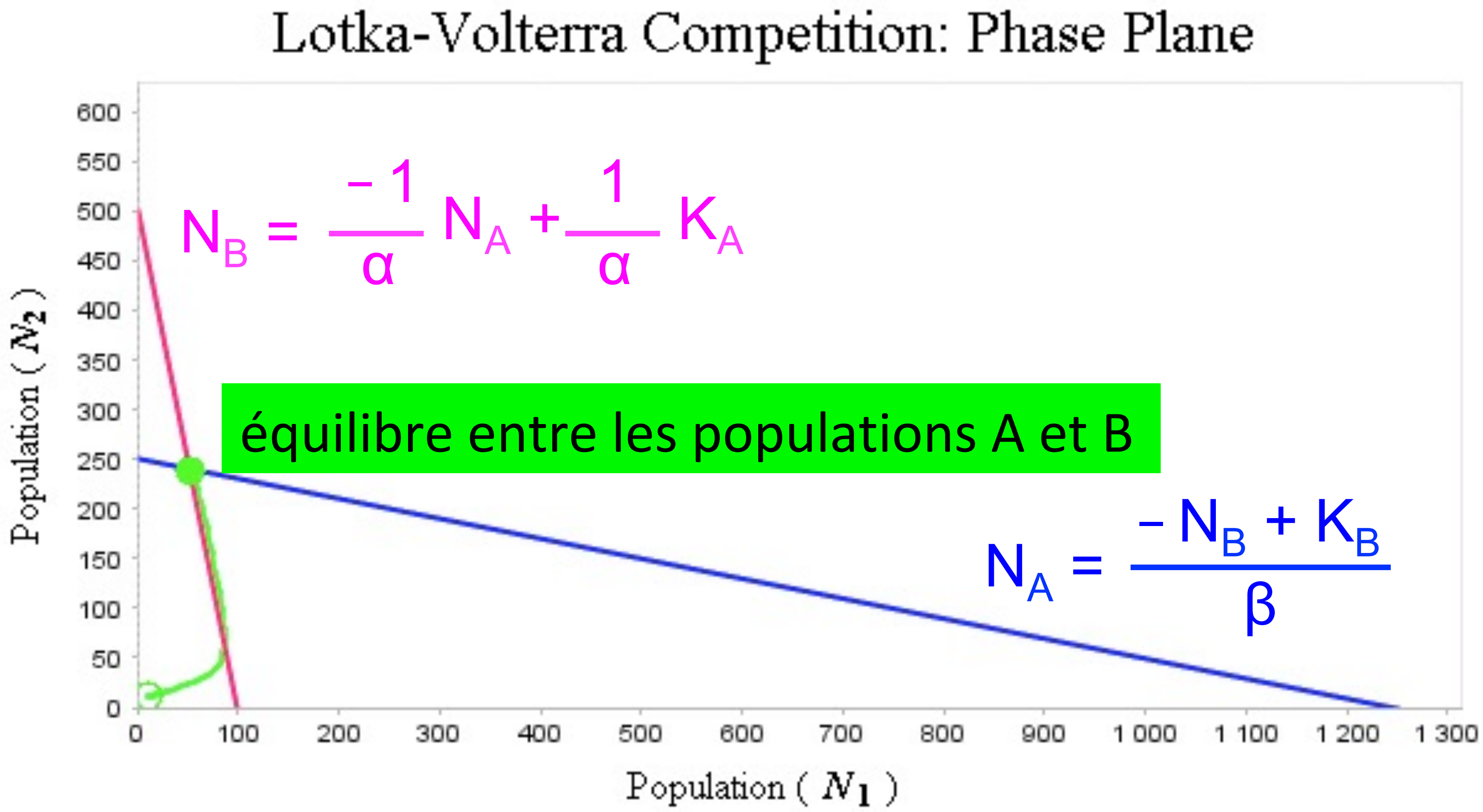
Équation de droite d'équilibre de A

$$K_B - (N_B + \beta.N_A) = 0 \text{ donc } N_A = \frac{-1}{\beta} N_B + \frac{1}{\beta} K_B$$

Équation de droite d'équilibre de B

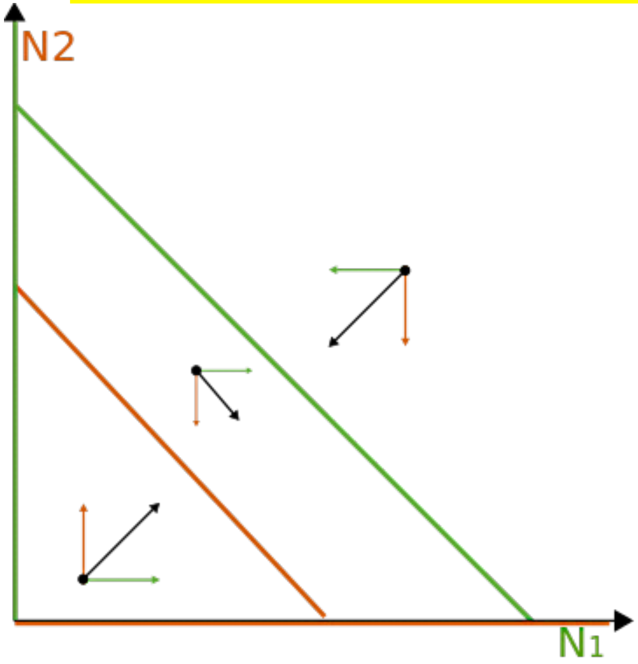
En traçant N_B en fonction de N_A, on obtient l'équilibre des 2 espèces lorsque les deux droites se coupent.

Populus et compétition interspécifique

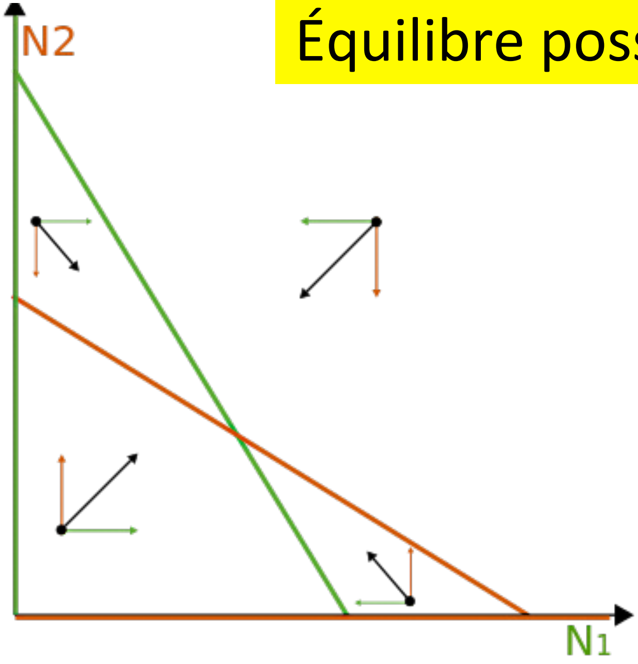


L’équilibre n’est parfois jamais possible

Exclusion de l’espèce 2

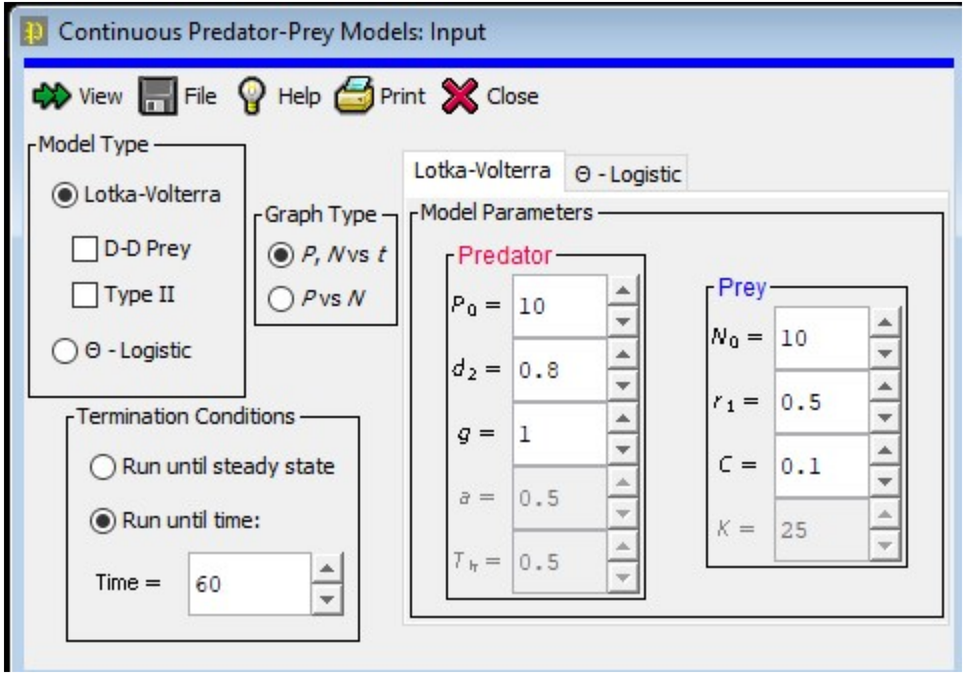


Équilibre possible



Le tracer avec Populus dans le cas de la ligne 1

Populus et modèle prédateur-proie



Prédateur

P_0 = effectifs de départ

d_2 représente le $-r_2$ du prédateur

g.c = constante de prédation

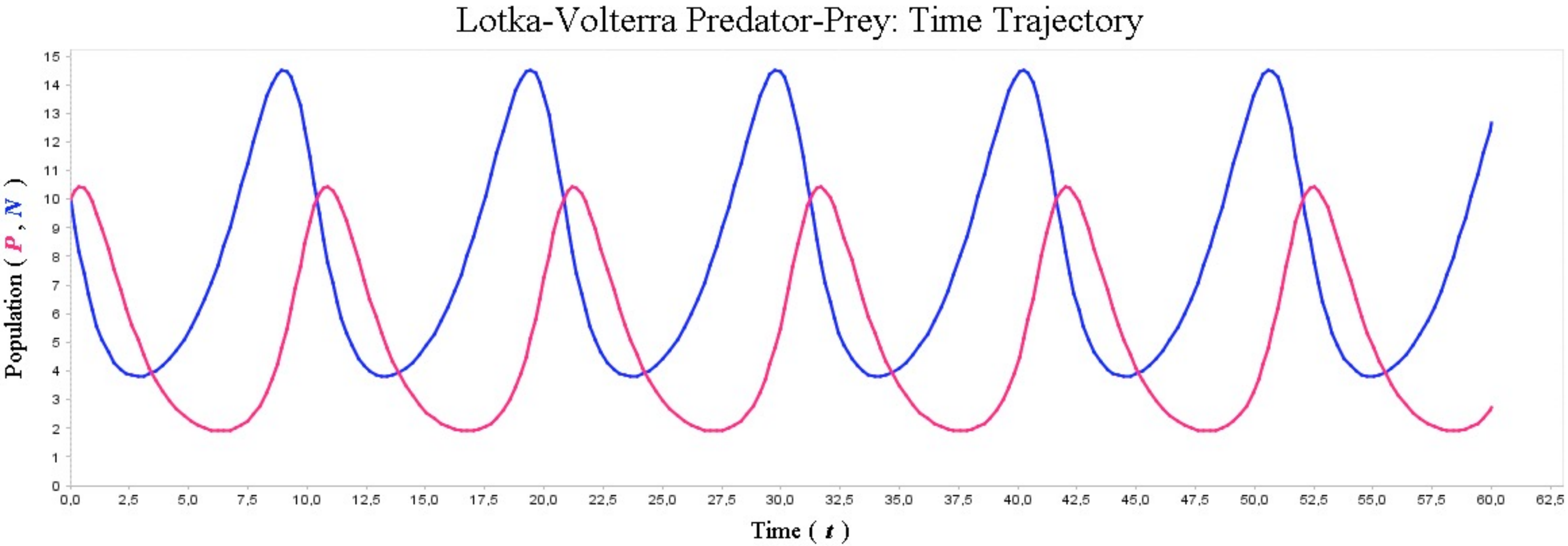
Proie

N_0 = effectifs de départ

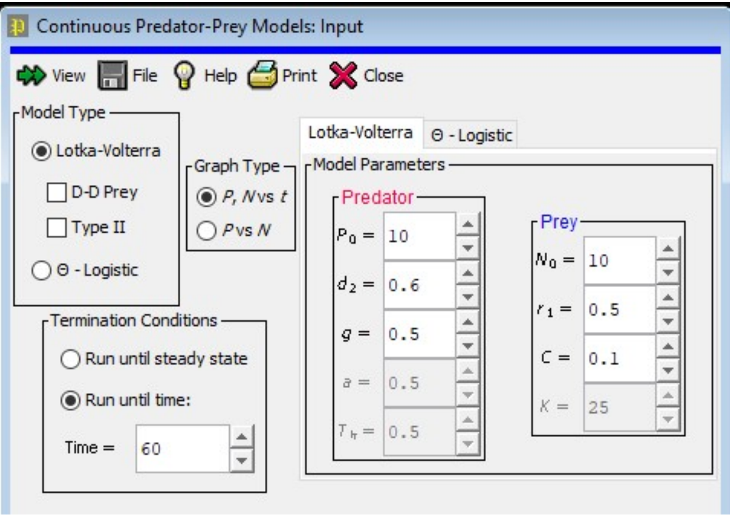
r_1 = taux d'accroissement

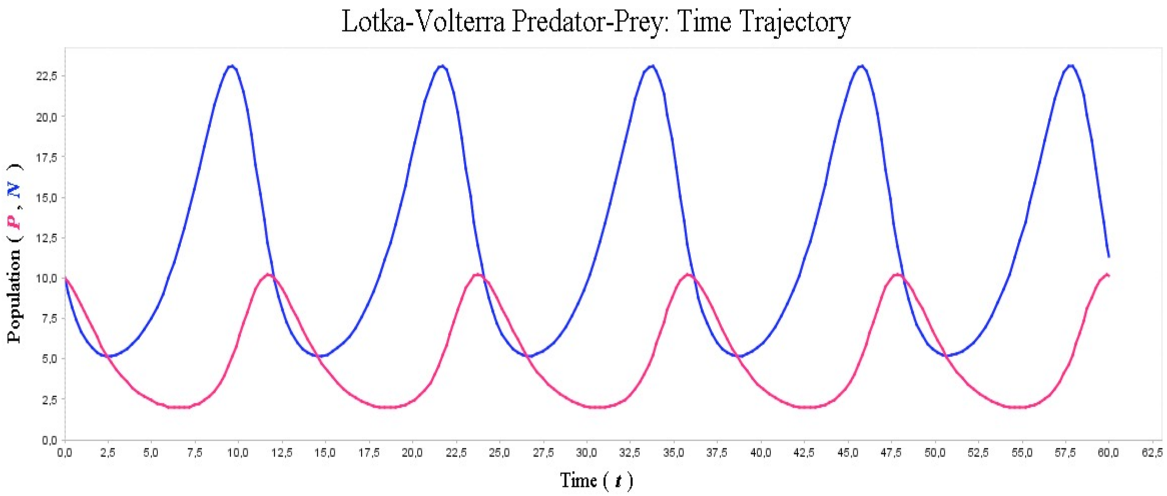
c = probabilité de s'échapper (coefficient de capturabilité).

Populus et modèle prédateur-proie



Populus et modèle prédateur-proie





Prédateur un peu plus stratège r et prédation un peu moins efficace

3. Exercices

Exercice 1

A) Soit une population hypothétique de 1 000 individus vivant dans un milieu idéal et sans migration.
Il y a 34 naissances et 16 morts par année.
Quel est son taux d'accroissement intrinsèque ?

$r_{max} = b – d = 34/1000 – 16/1000 = 18/1000 = 0,018$

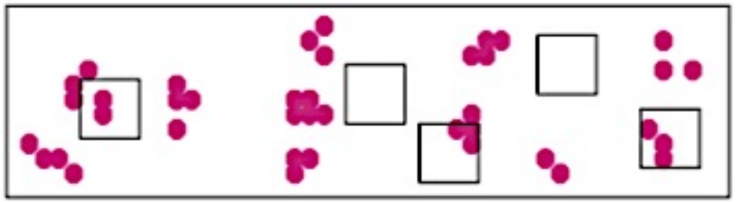
B) Soit une population hypothétique de 1 500 individus vivant dans un milieu idéal et sans migration.
Le taux de natalité est de 0,37 et le taux de mortalité est de 0,25.

Quels seront les nombres de naissances et de morts sur une année ?

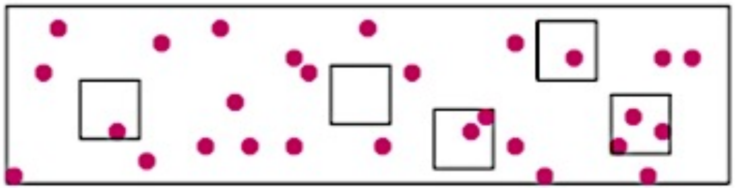
$B = b.N = 0,37 \times 1500 = 555$ naissances

$D = d.N = 0,25 \times 1500 = 375$ morts

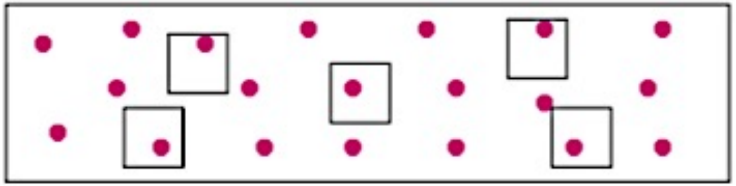
Exercice 2 - Comptage et répartition



Répartition agrégative
Exemple : Puce, Vache, Trèfle



Répartition aléatoire
Exemple : Plancton



Répartition uniforme
Exemple : Mésange, Manchot

Comptage et répartition (1)

Numéro de placette	1	2	3	4	5	6	7	8
Effectif compté	21	47	67	27	38	25	18	61

Moyenne = μ = 38 pour 10 m^2.

4 ha représentent 40 000 m^2 donc il y a 152 000 pissenlits sur la parcelle.

σ = 347

$\sigma \gg \mu$ donc la répartition est agrégative.

Comptage et répartition (2)

Numéro de placette	1	2	3	4	5	6
Effectif compté	3	4	3	5	4	2

Moyenne = μ = 3,5 pour 1 m^2.

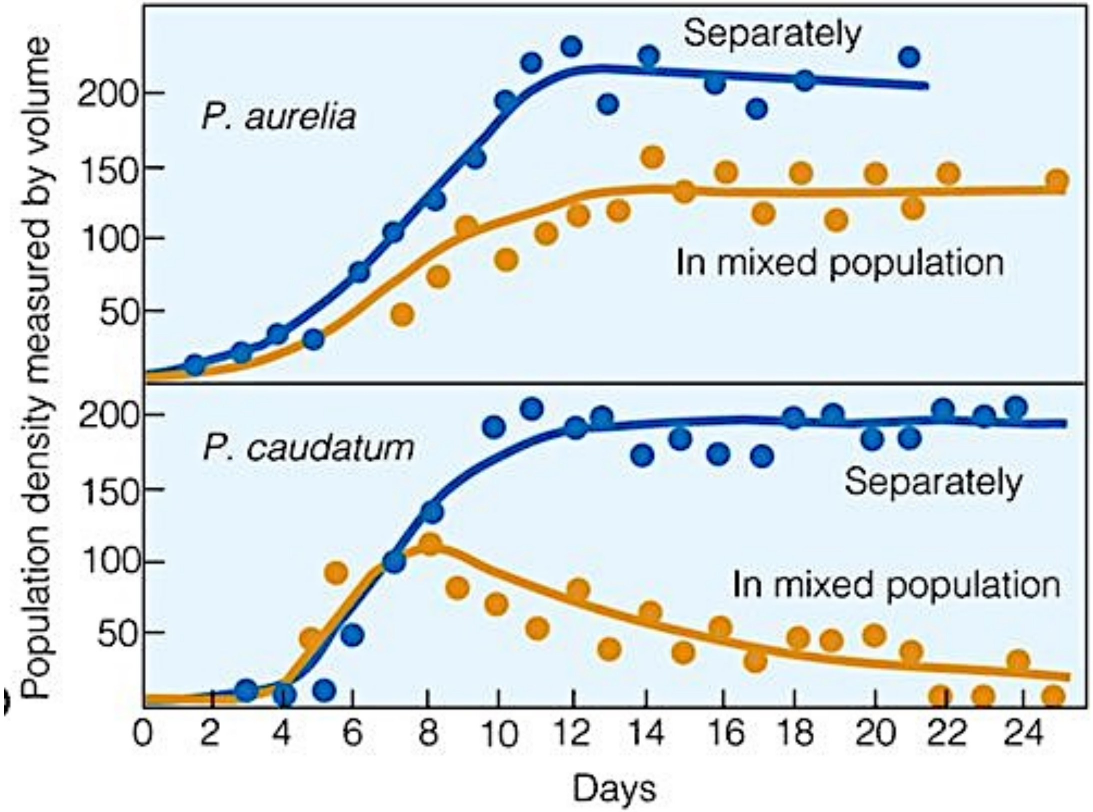
La valeur est cohérente avec la question précédente.

$\sigma = 1{,}1$

$\sigma \ll \mu$ donc la répartition est uniforme.

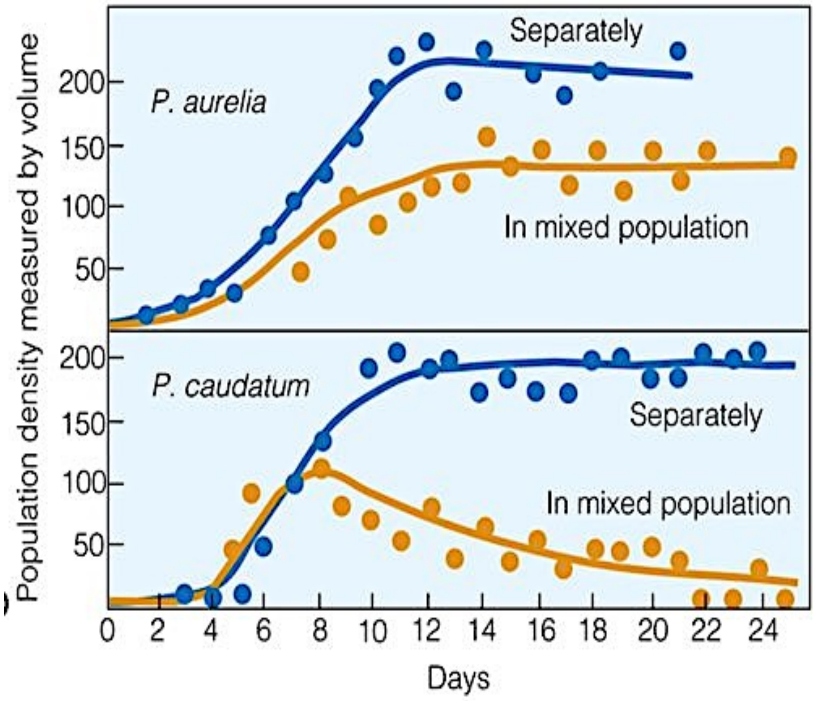
Cette situation est fréquente : en changeant d'échelle, la répartition apparaît différente.

Exercice 3A



Source : d'après Gause, 1934

Exercice 3A



Séparément

P. aurelia et P. caudatum présentent une croissance logistique jusqu'à une valeur de 200 unités environ.

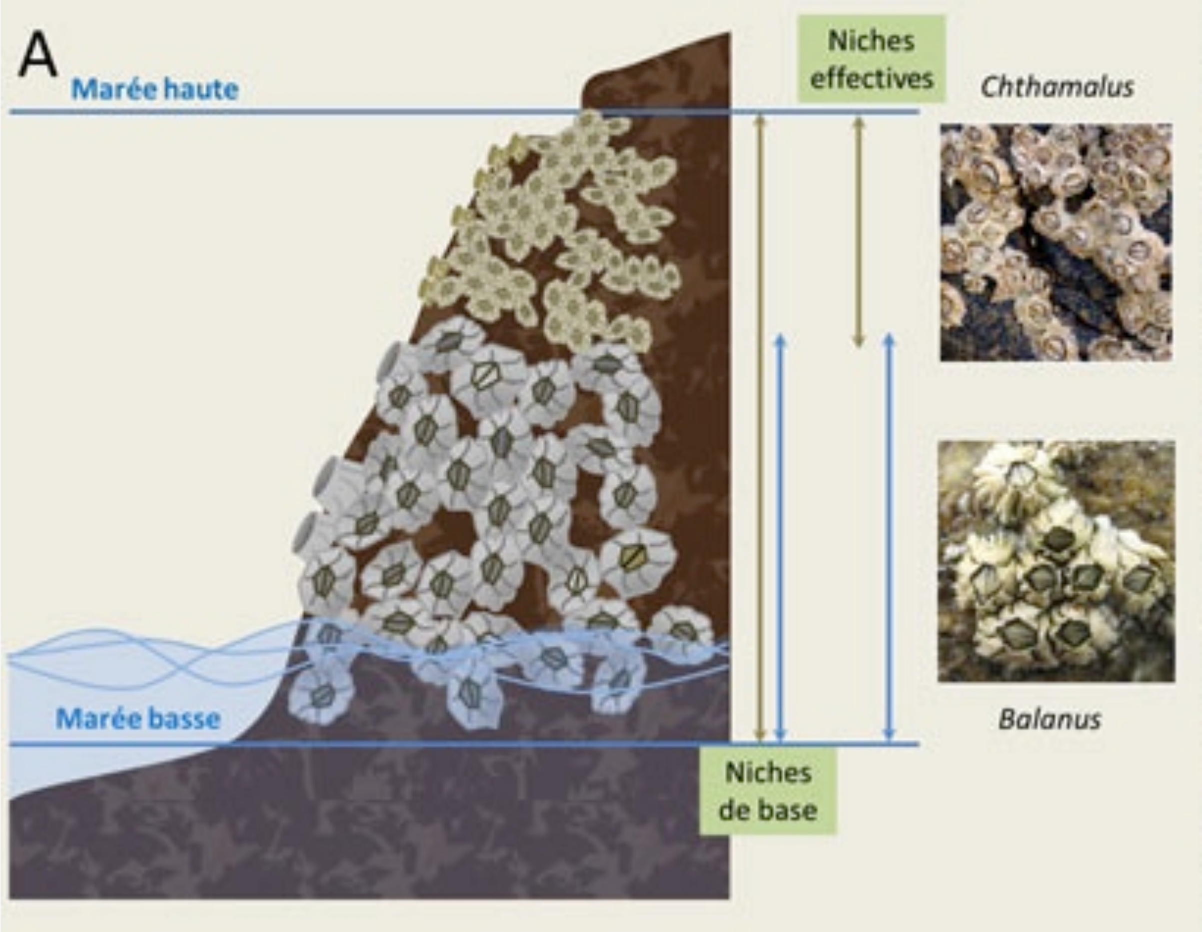
En coexistence

P. aurelia présente une croissance logistique jusqu'à une valeur plus faible de K, environ 120 unités.

P. caudatum voit sa population augmenter pendant 8 jours mais elle décline alors et disparaît vers 24 jours.

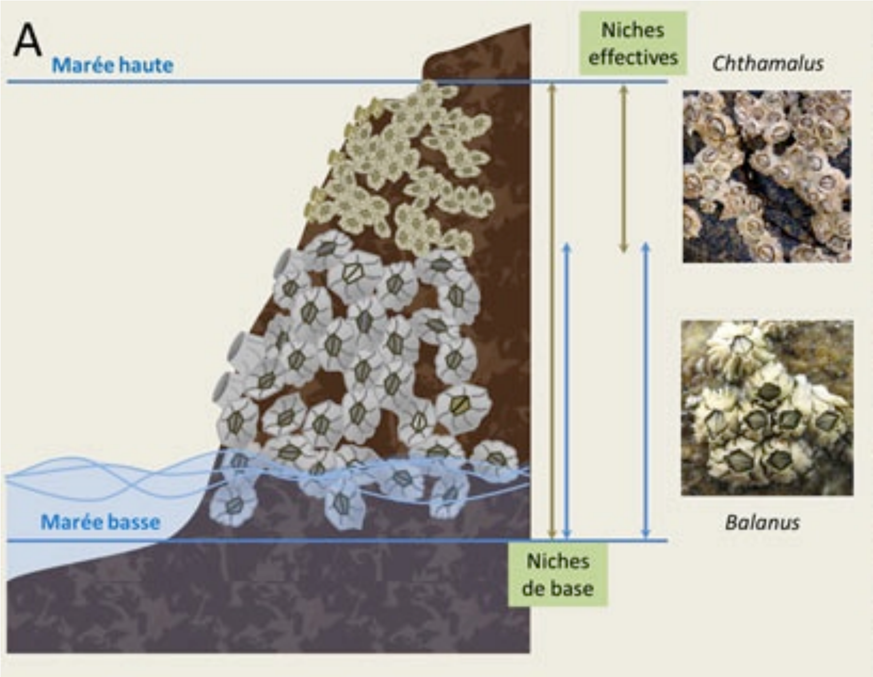
La présence de P. aurelia a éliminé l'espèce caudatum : il s'agit d'une exclusion compétitive. Ce n'est pas de la prédation car seules, les espèces prolifèrent.

Exercice 3B – les crustacés cirripèdes



Source : d'après Connell

Exercice 3B

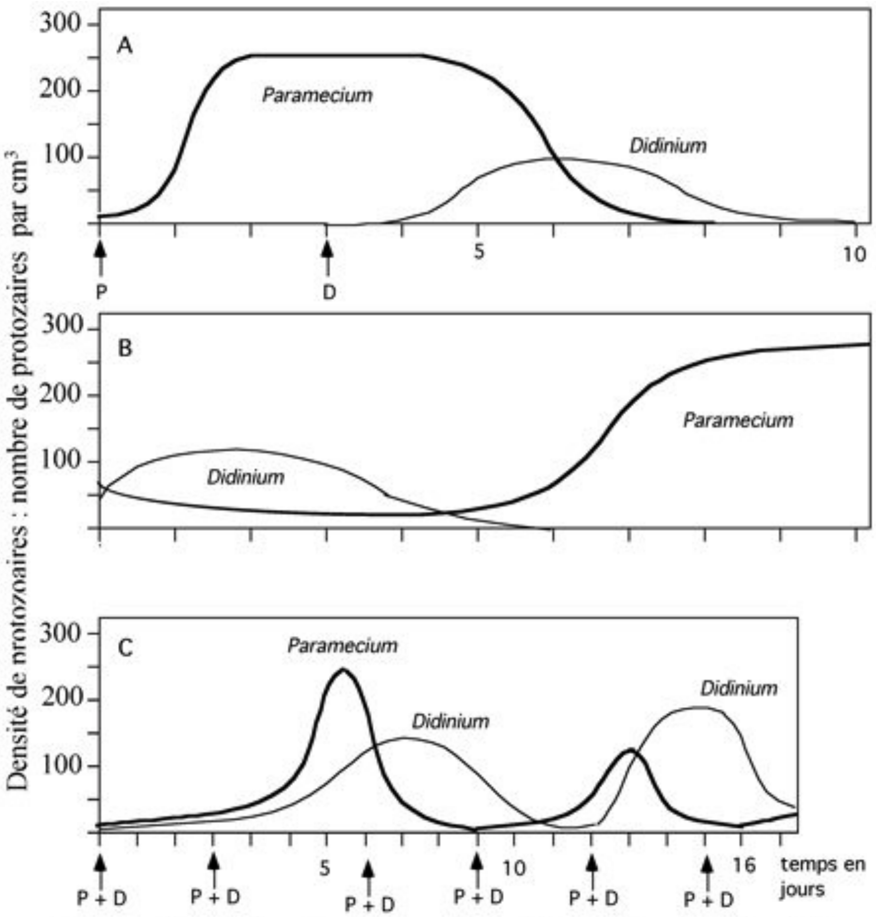


La répartition de *Balanus* est due aux conditions abiotiques du milieu (pas trop longtemps exondé).

La répartition de *Chthamalus* est due à l'exclusion compétitive par *Balanus*, plus compétitif.

Source : d'après Connell

Exercice 4



La présence de *Didinium* provoque la disparition de *Paramecium*.
La disparition de *Paramecium* induit la disparition de *Didinium*.

La présence d'un refuge permet à *Paramecium* d'échapper à *Didinium*.

Idée : *Didinium* est le **prédateur** de *Paramecium*.

On retrouve les oscillations classiques des courbes de Lotka-Volterra.

Source : Gause, 1934