

SV-J TP La dynamique des populations



BCPST1, Lycée Hoche

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

A) Etude d'une population de mésanges charbonnières

Année 1

<i>Age</i>	<i>Effectif</i>	<i>mâles</i>	<i>femelles</i>	<i>Oeufs pondus</i>	<i>Nombre d'oeufs par femelle</i>
0-1	241	124	117	0	0
1-2	128	63	65	455	7
2-3	67	36	31	279	9
3-4	30	13	17	102	6
4-5	5	2	3	9	3
TOTAL	471	238	233	845	



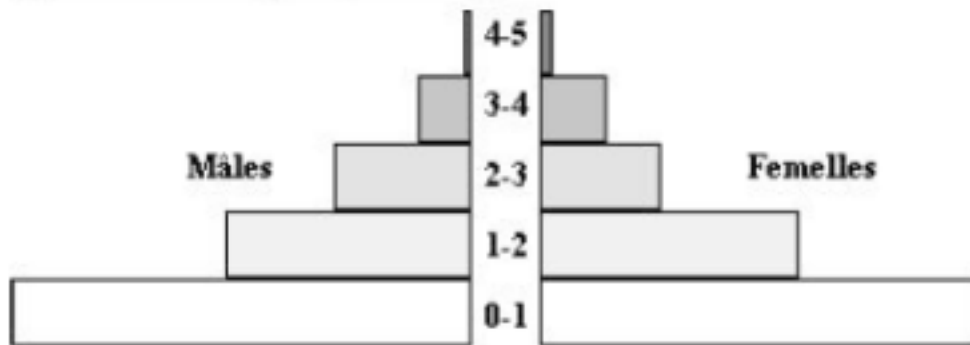
Année 2

<i>Age</i>	<i>Effectif</i>	<i>mâles</i>	<i>femelles</i>	<i>Oeufs pondus</i>	<i>Nombre d'oeufs par femelle</i>
0-1	266	131	135	0	0
1-2	132	70	62	496	8
2-3	66	31	35	315	9
3-4	35	15	20	100	5
4-5	8	5	3	12	4
TOTAL	507	252	255	923	

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

A) Etude d'une population de mésanges charbonnières

Pyramide des âges (Année 1)



Sex ratio pour l'année 1 = $238/233 = 1,02$

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

A) Etude d'une population de mésanges charbonnières

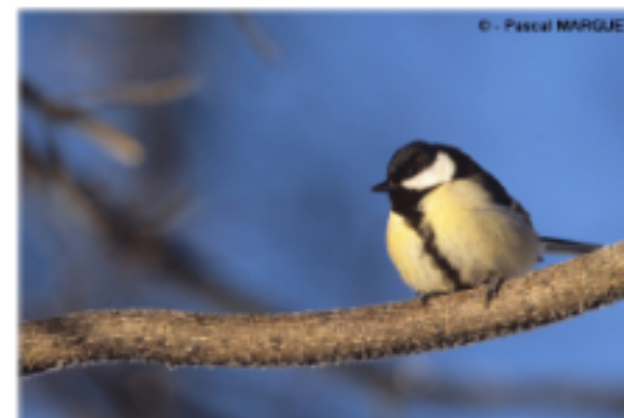
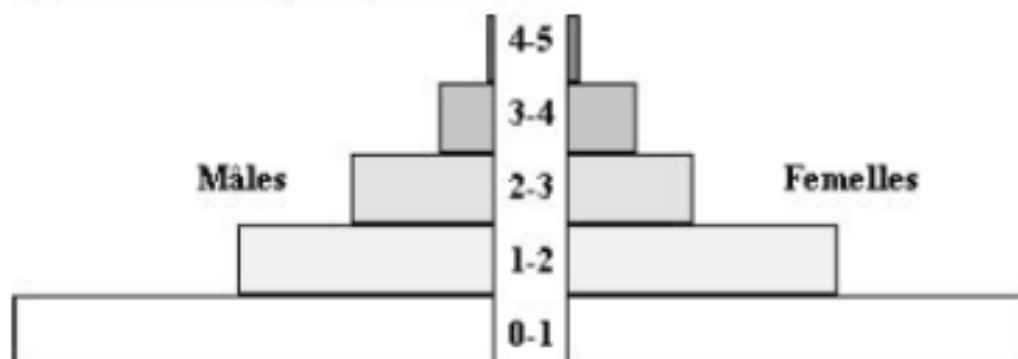
Taux d'éclosion = nb d'individus 0-1 de l'année 2 / nb d'œufs pondus à l'année 1

Taux d'éclosion = $266 / 845 = 31,5\%$

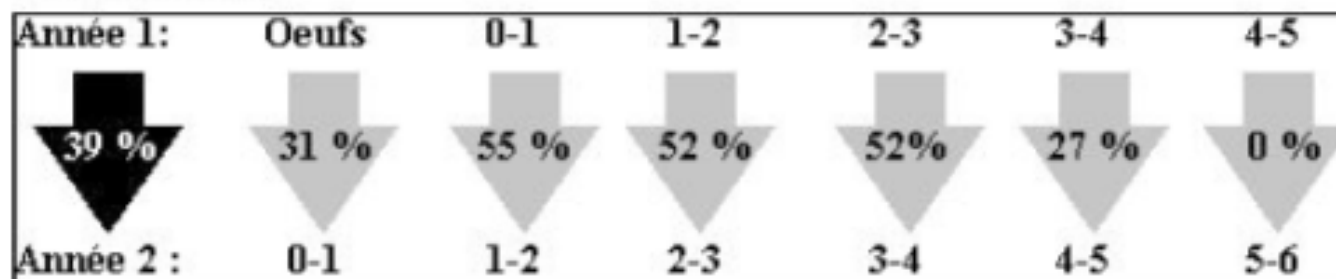
Taux de survie de chaque classe d'âge entre l'année 1 et l'année 2

Année 1	Oeufs	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
	= $7*65 + 9*31 + 6*17 + 3*3$ = 845	241	126 128	67	30	5
Année 2	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	
	266	132	66	35	8	0
Taux de survie	= $266/845$ = 31,5% Taux d'éclosion	= $132/241$ = 55%	= $66/126$ 128 = 52%	= $35/67$ = 52%	= $8/30$ = 27 %	= $0/5$ = 0%

Pyramide des âges (Année 1)



Taux de survie



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

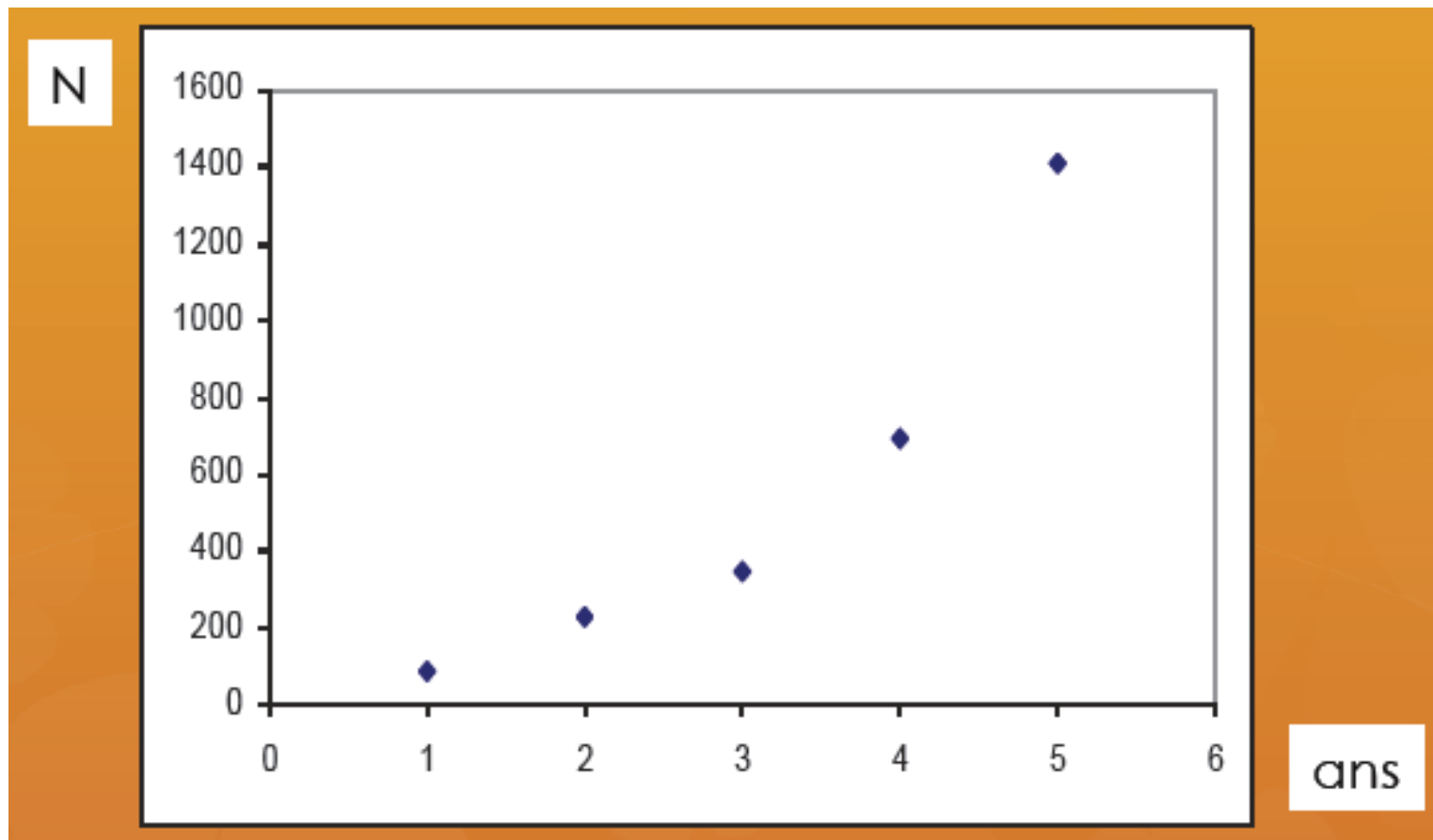
Année	1	2	3	4	5
Effectif = $N(t)$	85	225	345	692	1412



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

Année	1	2	3	4	5
Effectif = $N(t)$	85	225	345	692	1412

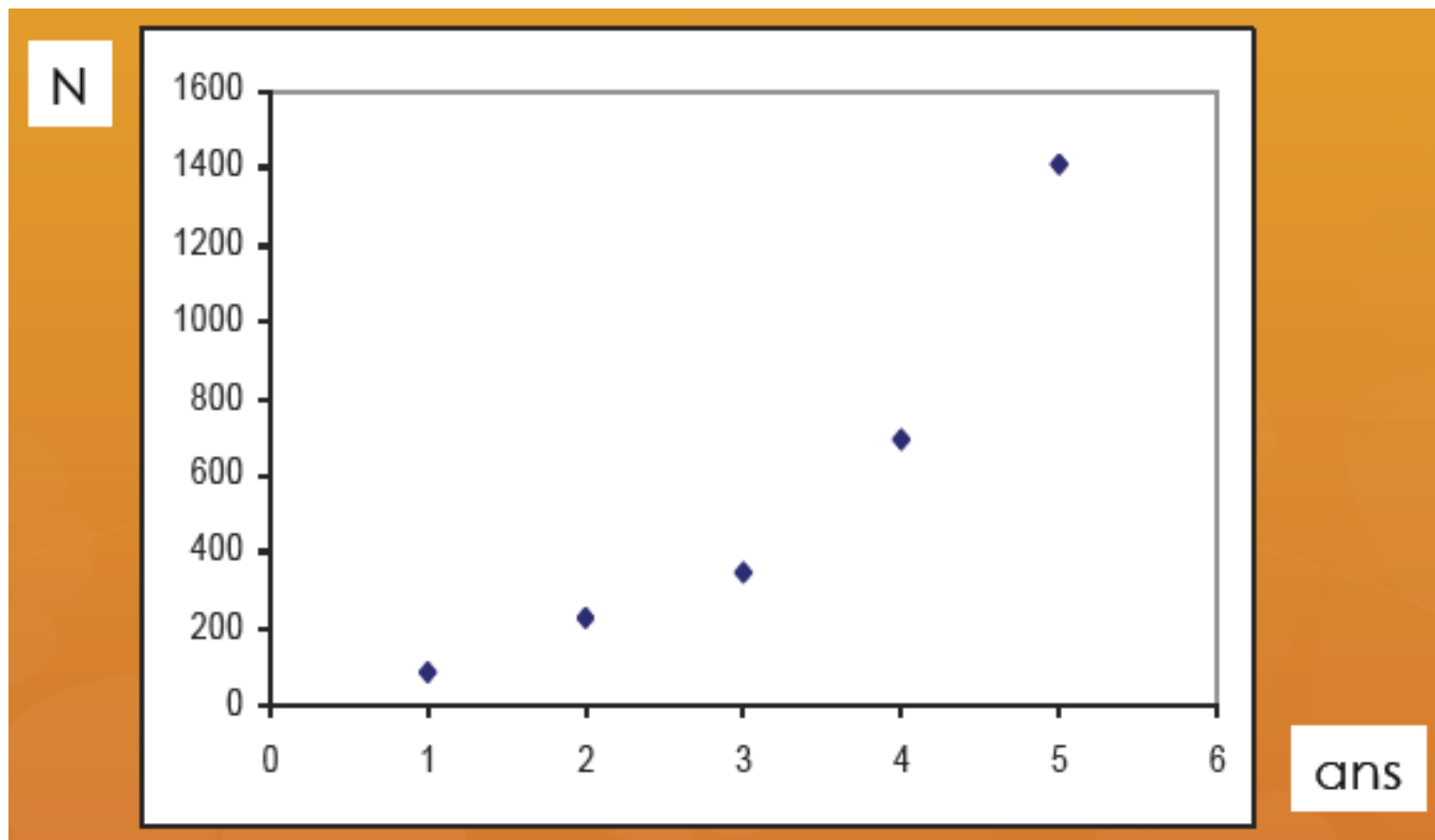


I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

$$N = N_0 e^{r(t-t_0)} \text{ ou } N = N_0 e^{rt} \text{ si } t_0=0 \quad \text{loi de croissance exponentielle}$$

Avec r taux d'accroissement naturel de la population
= taux de natalité – taux de mortalité (par individu)

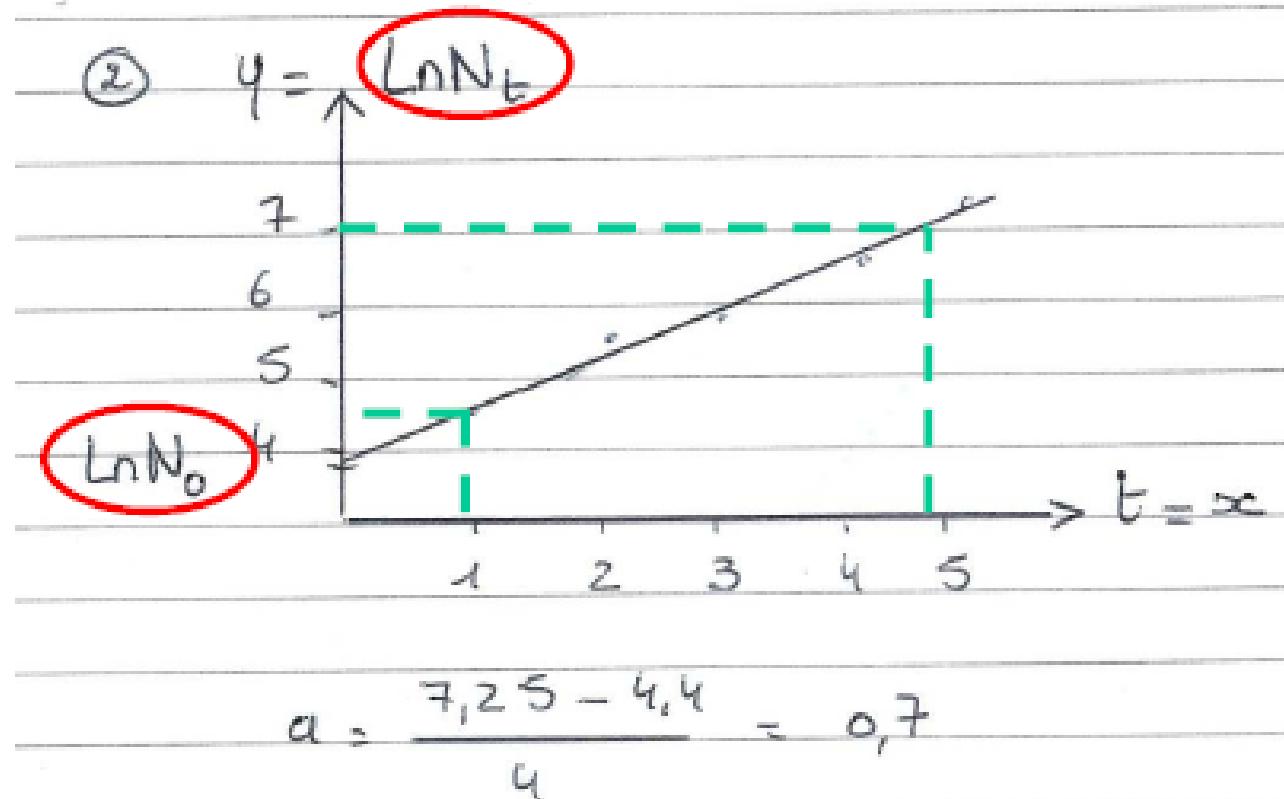


I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

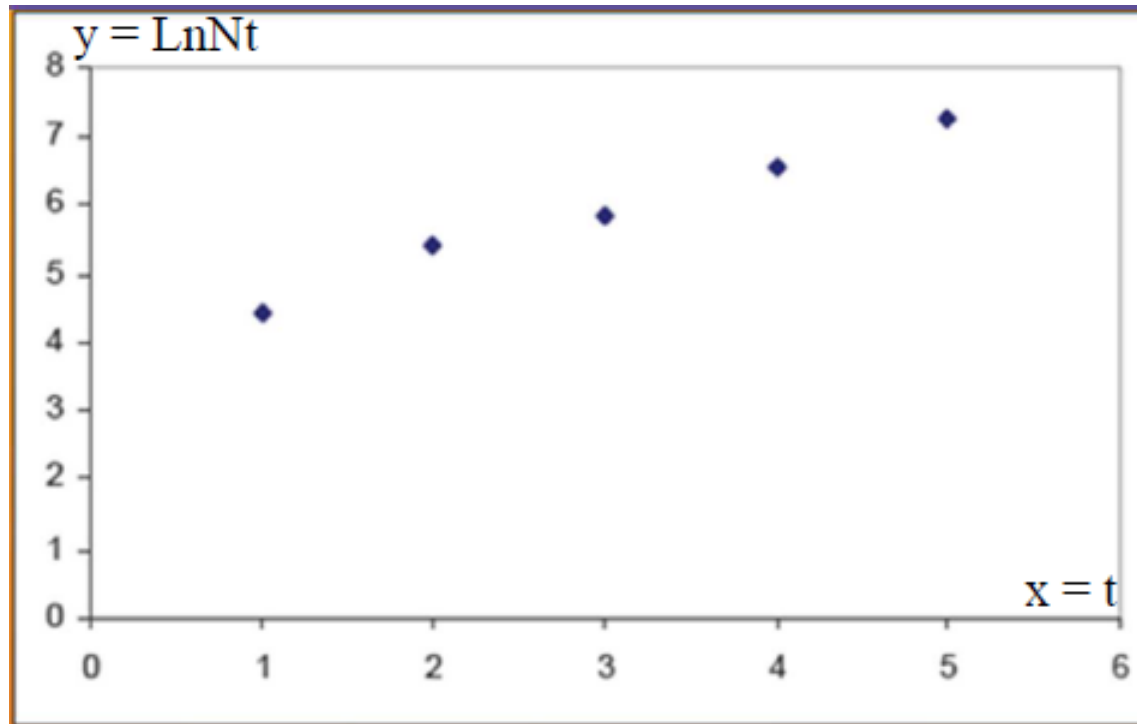
Pour estimer r , passer en $\ln$:

$$\ln N_t = rt + \ln N_0$$



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères



Pente estimée = environ 0.65

On peut vérifier : $N_4 = N_0 * e^{0.65*4} = 85 * e^{0.65*4} = 1144$
(même ordre de grandeur que effectif observé la 5^{ème} année ; OK)

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

Modélisation avec Populus

Indépendant de la densité = ressources infinies

The screenshot shows the 'Density-Independent Growth: Input' window in the Populus software. The window has a title bar with a yellow 'P' icon and the text 'Density-Independent Growth: Input'. Below the title bar is a menu bar with icons for View, File, Help, Print, and Close. The main area is divided into several sections:

- Model Type:** Two radio buttons are present: 'Continuous' (selected) and 'Discrete'.
- Plot Type:** Four radio buttons are present: ' N vs t ' (selected), ' $\ln(N)$ vs t ', ' dN/dt vs N ', and ' dN/Ndt vs N '.
- Model Parameters:** A checkbox is checked. Below it, two parameters are set: $\lambda = 1.1$ and $r = 0.1$. Each parameter has a text box and up/down arrow controls.
- Initial Conditions:** A section containing 'Pop Size ($N(0)$) = 10' with a text box and up/down arrow controls.
- Run Time:** A section at the bottom containing 'Run Time = 20' with a text box and up/down arrow controls.

A red arrow points from the text 'Indépendant de la densité = ressources infinies' to the title bar of the window.

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

Modélisation avec Populus : faire varier r

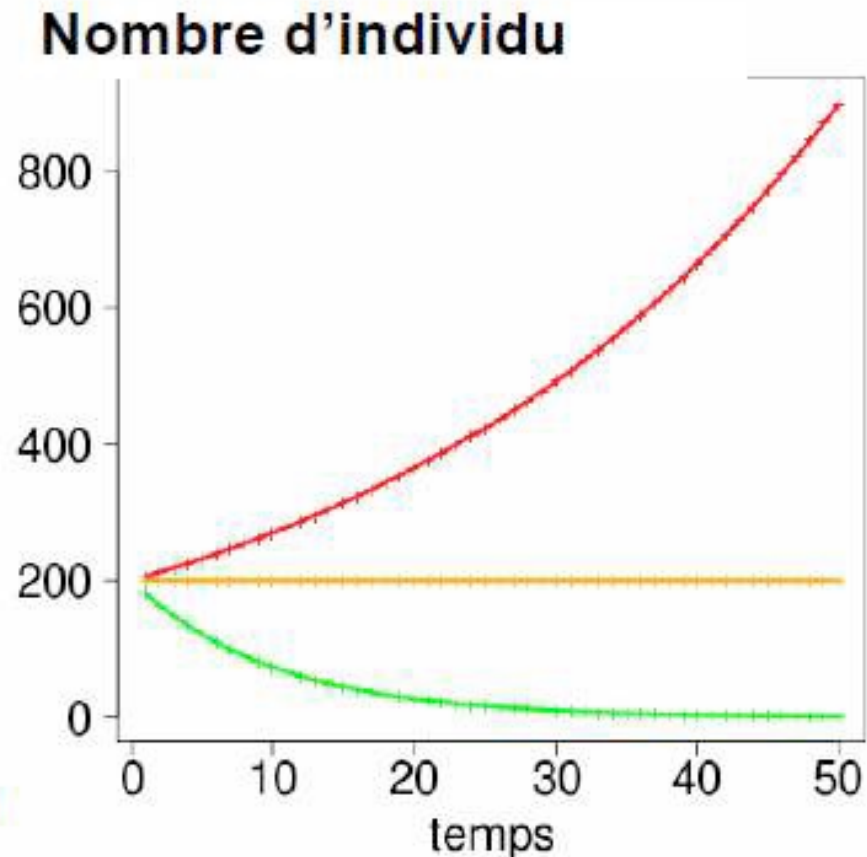
exemple : 200 individus à t_0

$r > 0$: taux de croissance
intrinsèque positif

$N(t) \rightarrow \infty$

$r < 0$: taux de
croissance négatif
 $N(t) \rightarrow 0$

$r = 0$: taux de
croissance nul, la population
est stationnaire
 $N(t) = 200$



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

B) Dynamique d'une population de coléoptères

Modélisation avec Populus : intérêts des différentes représentations graphiques

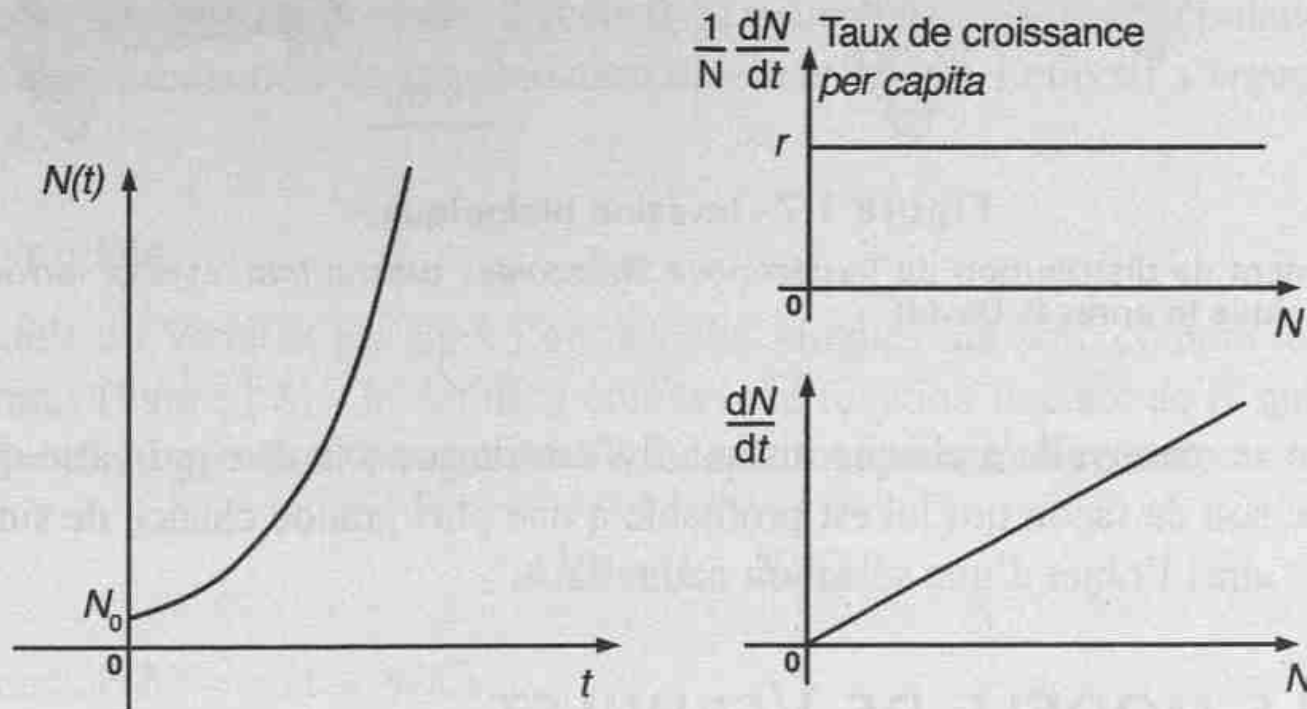
$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N$$

$$N(t) = N_0 \cdot e^{rt}$$

$N(t)$ = effectif de la population au temps t

Taux de reproduction *per capita* = r = constante

N_0 = effectif de la population au temps 0



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

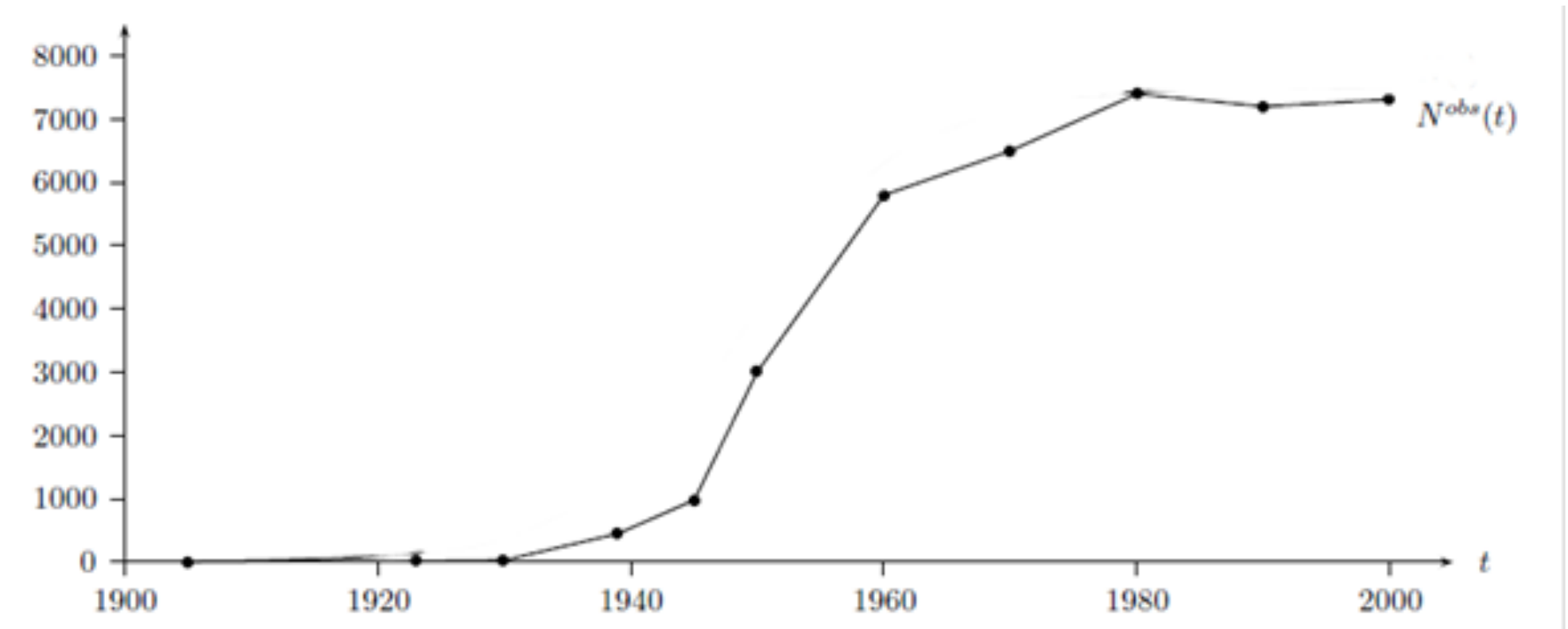


t	1905	1923	1930	1939	1945	1950	1960	1970	1980	1990	2000
$N^{obs}(t)$	10	13	29	450	980	3010	5800	6500	7400	7200	7310

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

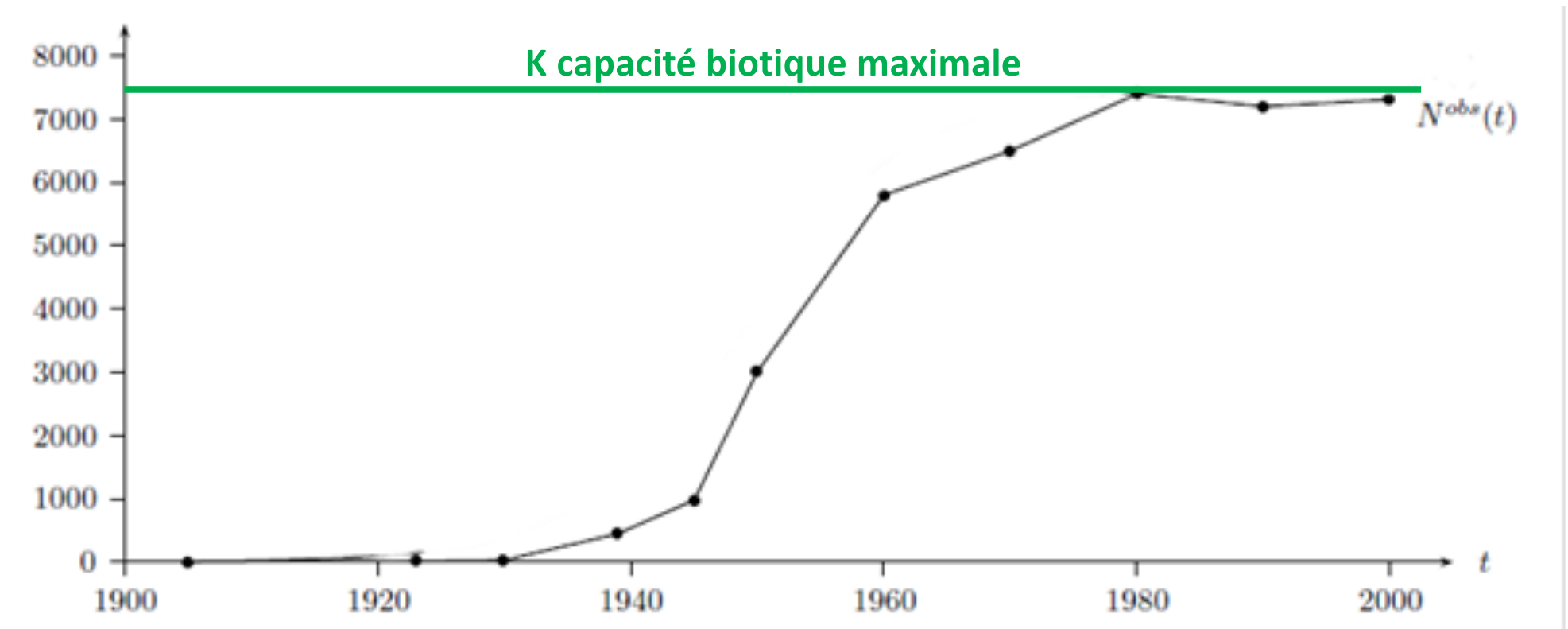
Effectifs observés de la population d'éléphants du parc Kruger



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

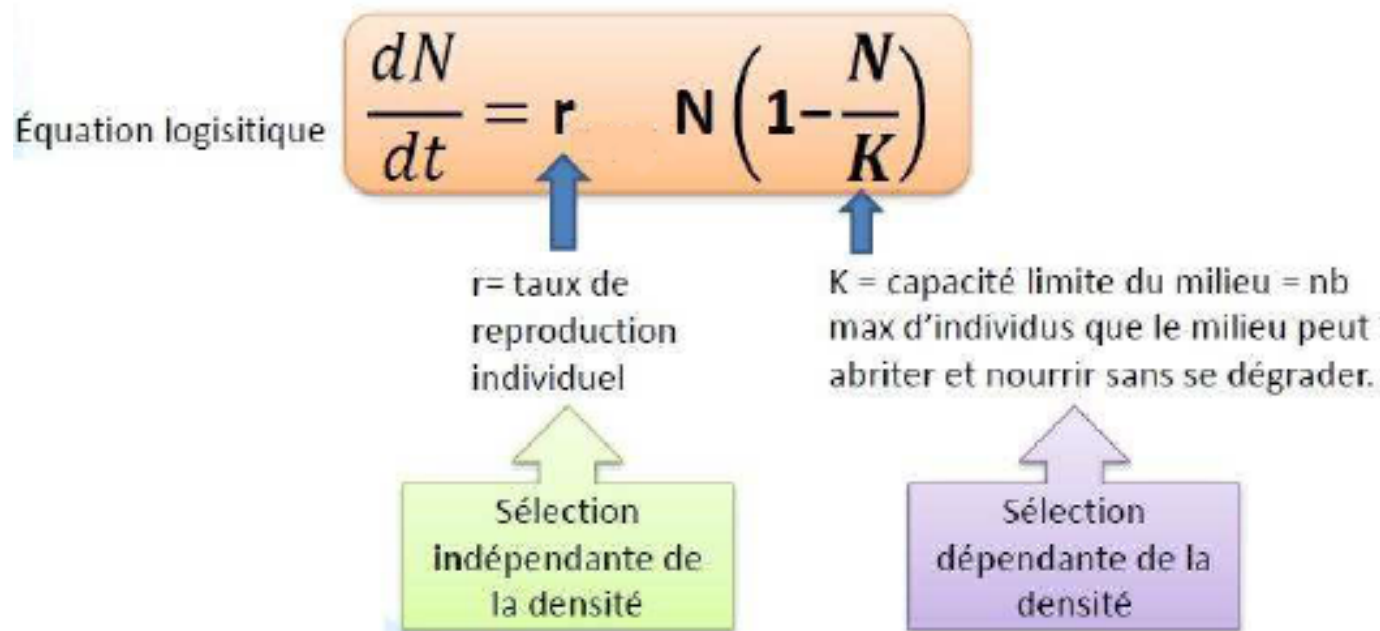
Effectifs observés de la population d'éléphants du parc Kruger



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

$$\frac{dN}{dt} = r.N.\left(\frac{K-N}{K}\right) = R.N \text{ avec } R = r.\left(1-\frac{N}{K}\right) \text{ loi de croissance logistique}$$



$$N = \frac{K}{1 + c.e^{-rt}}$$

où

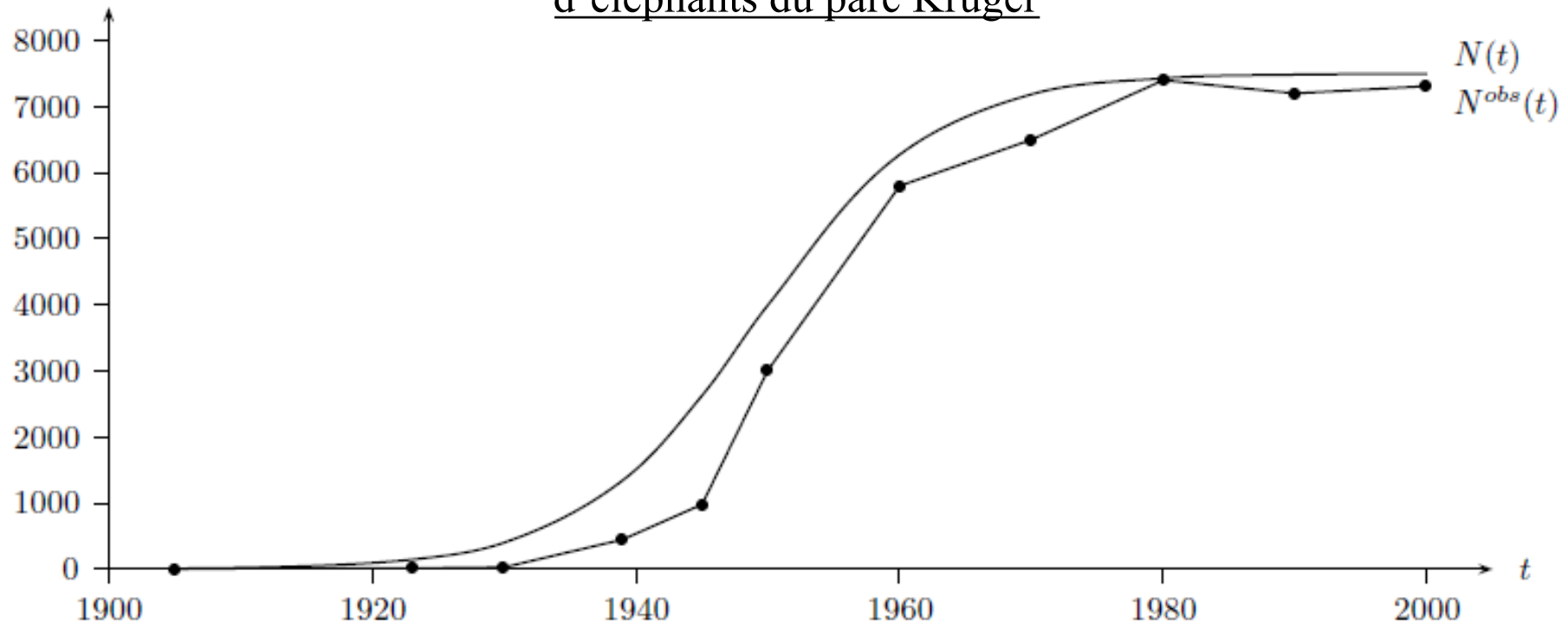
$$c = \frac{K - N_0}{N_0}$$

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

t	1905	1923	1930	1939	1945	1950	1960	1970	1980	1990	2000
$N^{obs}(t)$	10	13	29	450	980	3010	5800	6500	7400	7200	7310
$N(t)$	10	146	403	1347	2626	3996	6273	7186	7428	7484	7496

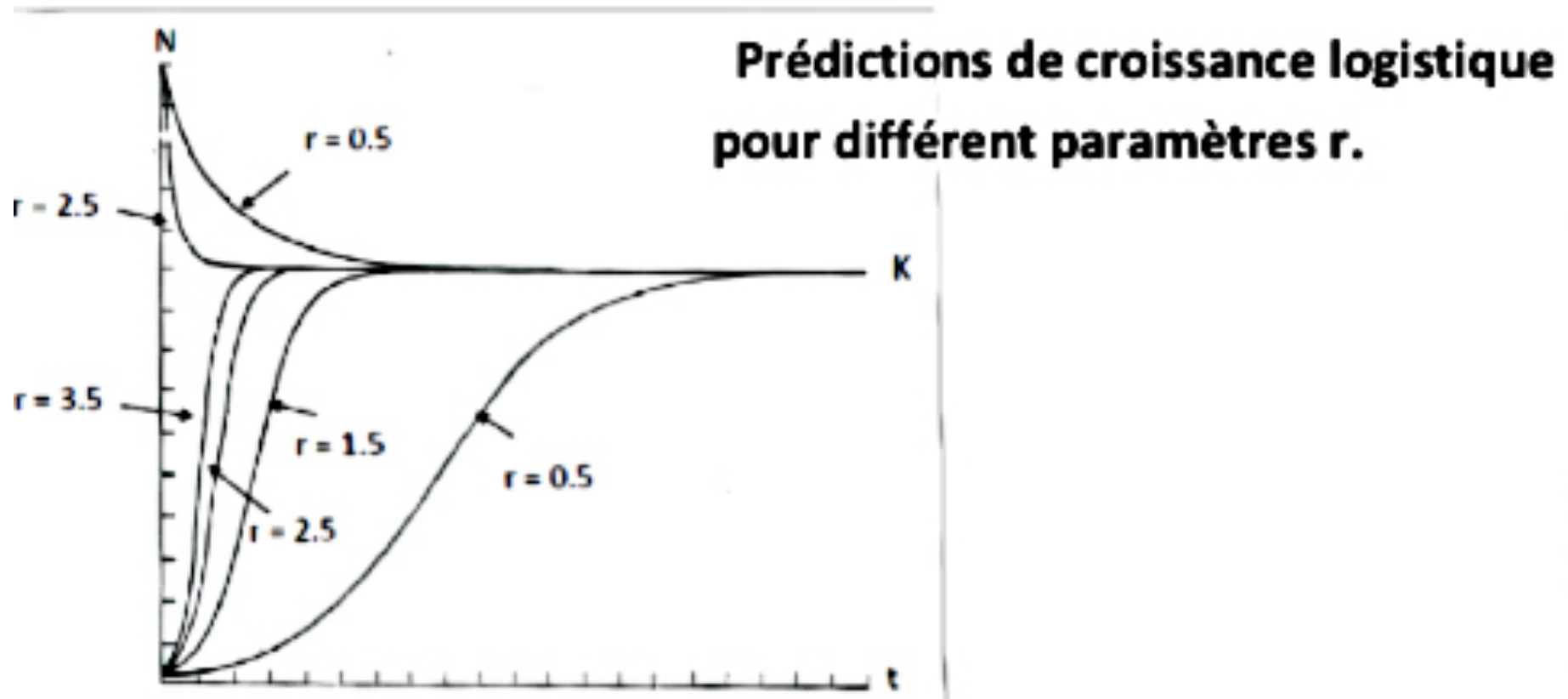
Effectifs observés et effectifs théoriques (courbe logistique) de la population d'éléphants du parc Kruger



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

Modélisation avec Populus



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

Modélisation avec Populus

$$dN/dt = r \left(1 - \frac{N}{K}\right) N$$

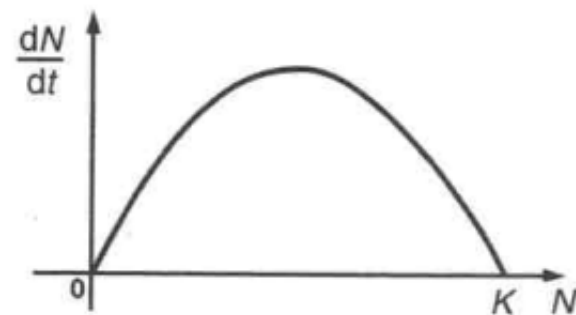
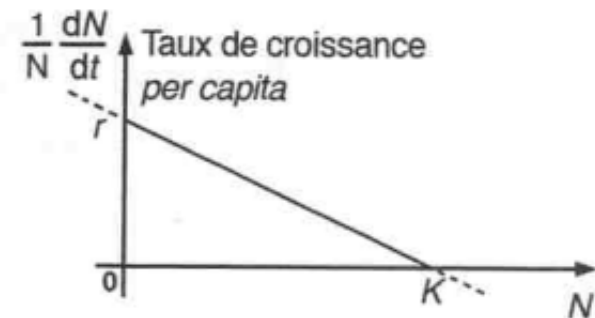
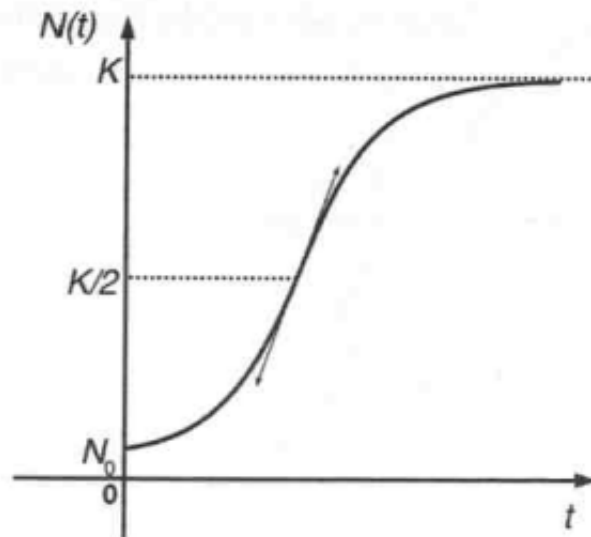
$$N(t) = K \frac{1}{1 + \left(\frac{K}{N_0} - 1\right) e^{-rt}}$$

$N(t)$ = effectif de la population au temps t

r = Taux de reproduction *per capita* optimal

K = capacité de charge du milieu

N_0 = effectif de la population au temps 0



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

C) Les éléphants du parc Kruger (Afrique du Sud)

$$N = N_0 e^{r(t-t_0)} \text{ ou } N = N_0 e^{rt} \text{ si } t_0=0 \quad \text{loi de croissance exponentielle}$$

Avec r taux d'accroissement naturel de la population = taux de croissance

t	1905	1923	1930	1939	1945	1950	1960	1970	1980	1990	2000
$10e^{0,15(t-1905)}$	10	149	425	1640	4034	8541	38276	171542	768799	3445519	15441745

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

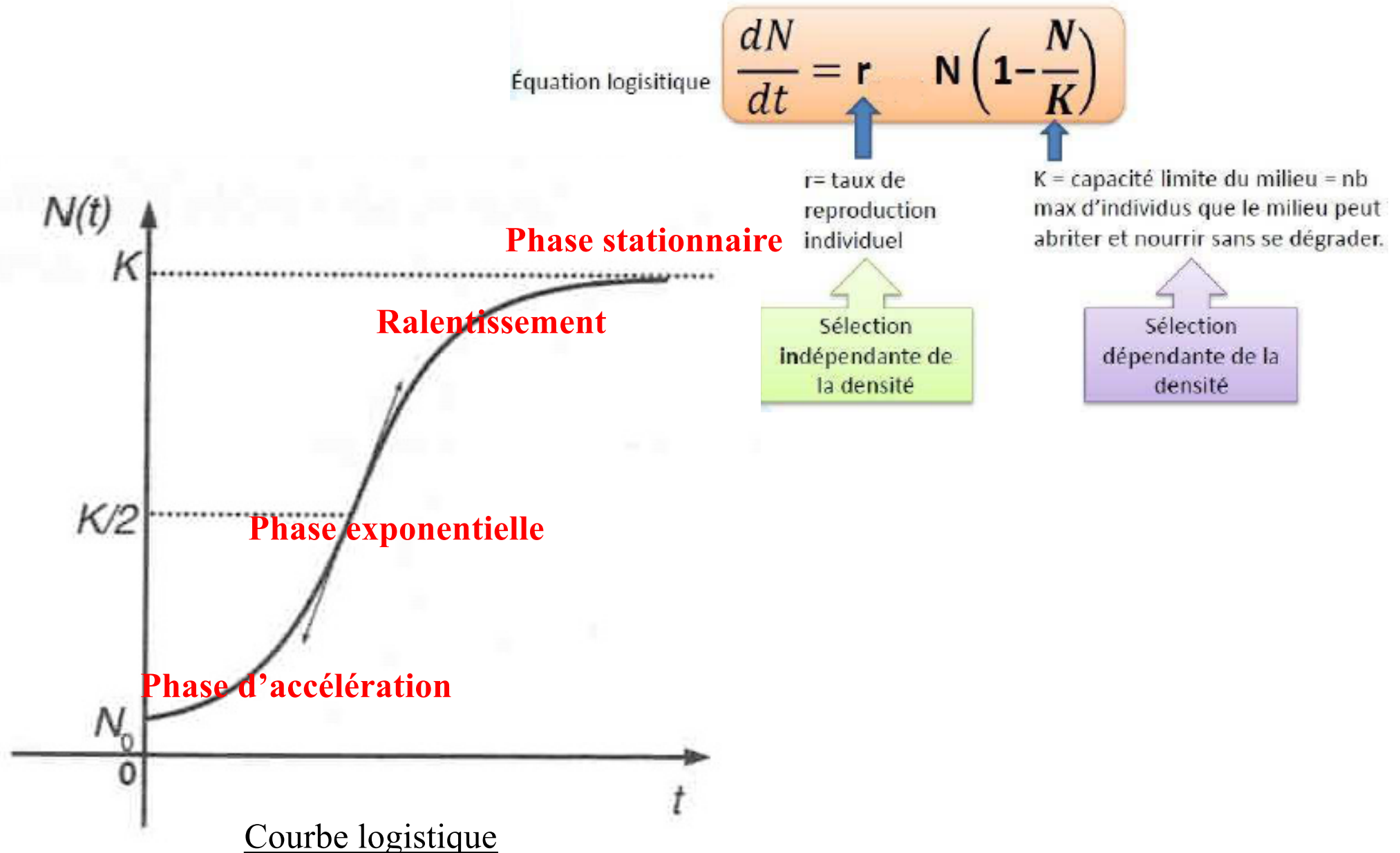
D) Dynamique d'une population de poissons d'élevage



Elevage de poissons en Grèce

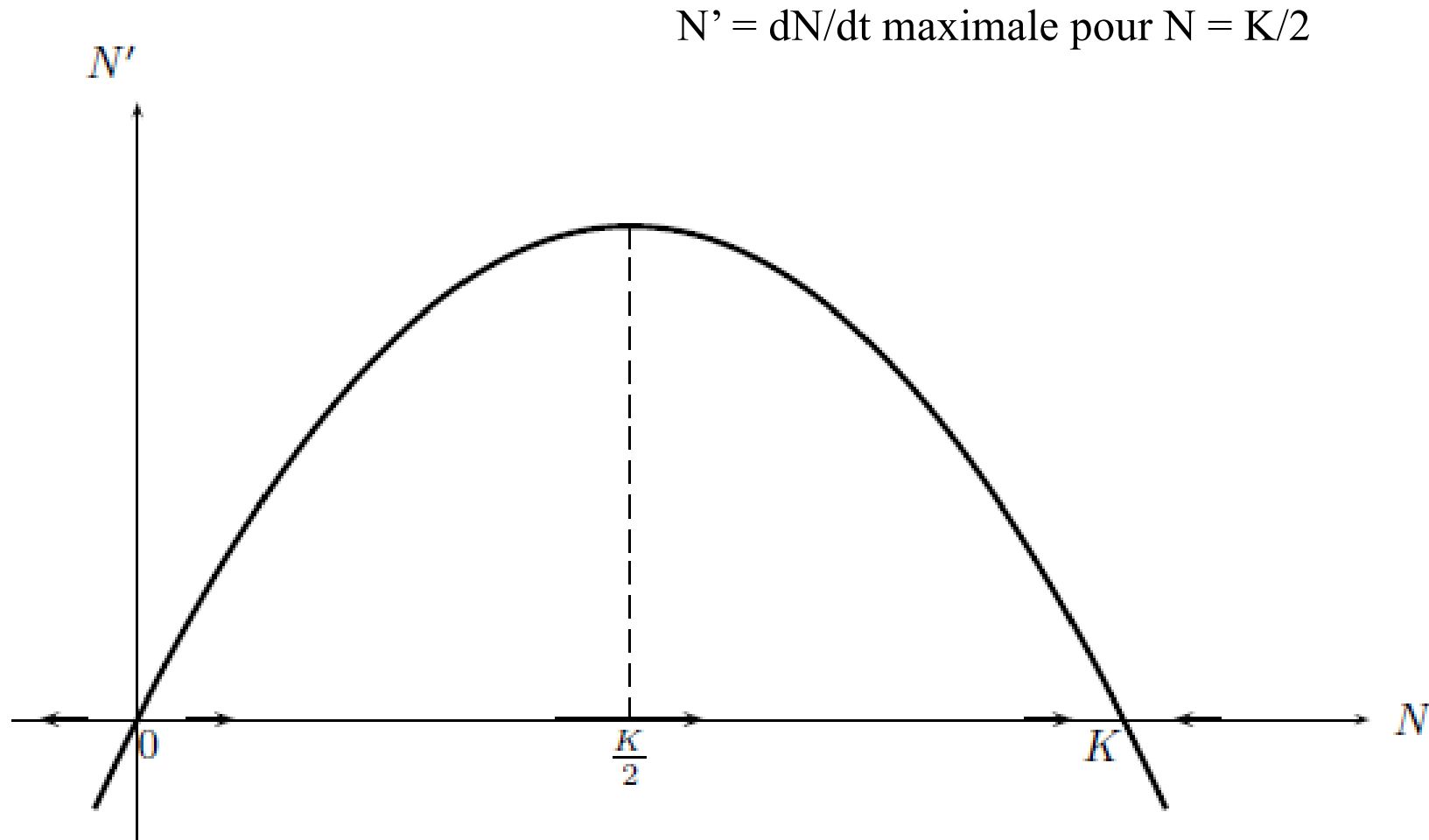
I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

D) Dynamique d'une population de poissons d'élevage



I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

D) Dynamique d'une population de poissons d'élevage



- La parabole qui s'annule en $N = 0$ et $N = K$, graphe de la fonction $N' = f(N)$.

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

D) Dynamique d'une population de poissons d'élevage

$$\mathbf{dN/dt = r.N.((K-N)/K) = R.N \text{ avec } \mathbf{R = r.(1-(N/K))} \text{ loi de croissance logistique}$$

Effectif N	100	1000	1750	2000	2100
Valeur de $\mathbf{R = r.(1-(N/K))}$	0,0047	0,0025	0,000625	0	-0,00025
Nombre de nouveaux individus produits chaque jour = $\mathbf{N.R = dN/dt}$	0,47	2,5	1,09	0	-0,525

I. Déterminer les paramètres démographiques d'une population et modéliser l'évolution démographique

D) Dynamique d'une population de poissons d'élevage

Effectif N	100	1000	1750	2000	2100
Valeur de $R = r.(1-(N/K))$	0,0047	0,0025	0,000625	0	-0,00025
Nombre de nouveaux individus produits chaque jour = $N.R = dN/dt$	0,47	2,5	1,09	0	-0,525

Pour de faibles valeurs de N, r est proche de r_{max} , pas de limite de ressources nutritives mais la croissance reste faible car trop peu d'individus contribuent à la croissance même si cette dernière est quasi exponentielle.

Si $N = 1000 = K/2$ on a une vitesse de croissance maximale

Si $K/2 < N < K$, les phénomènes de compétition intraspécifique augmentent car la densité augmente et la vitesse de croissance diminue

Si $N = K$ la croissance est nulle, la population a atteint la capacité limite du milieu

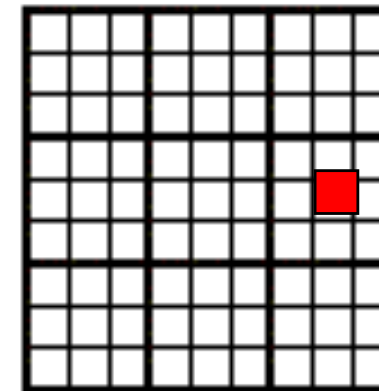
Si $N > K$, la croissance est négative, l'effectif diminue jusqu'à revenir à la valeur d'équilibre

II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

A) Dénombrement d'une population de levure et établissement d'une courbe étalon par opacimétrie

METHODE : UTILISATION D'UNE LAME KOVA

Les **lames de numération de Kova** sont constituées d'une lame et d'une lamelle en plastique soudées. Chaque lame comporte **10 cupules** individuelles à **grilles quadrillées**. Chaque grille comporte 9 cases, chacune étant subdivisée en 9 petits carrés (voir schéma de la grille). Le **volume de liquide retenu sur la grille** est parfaitement connu : **1 μ L**.



un petit
carré

Il s'agit alors de compter le nombre moyen de cellules contenues dans ce volume pour obtenir une concentration de la suspension en **nombre de cellules/ mm^3 = nombre de cellules/ mL** .

Mode de comptage : ne compter que les cellules à l'intérieur des carrés, sans prendre en compte les cellules à cheval sur les traits de la grille. Le quadrillage contient 81 carrés. Les traits de la grille représentent 11% de la surface. Comme on ne compte que les cellules situées à l'intérieur des carrés, il faut prendre en compte les cellules situées sur les traits en multipliant le résultat par 1,1.

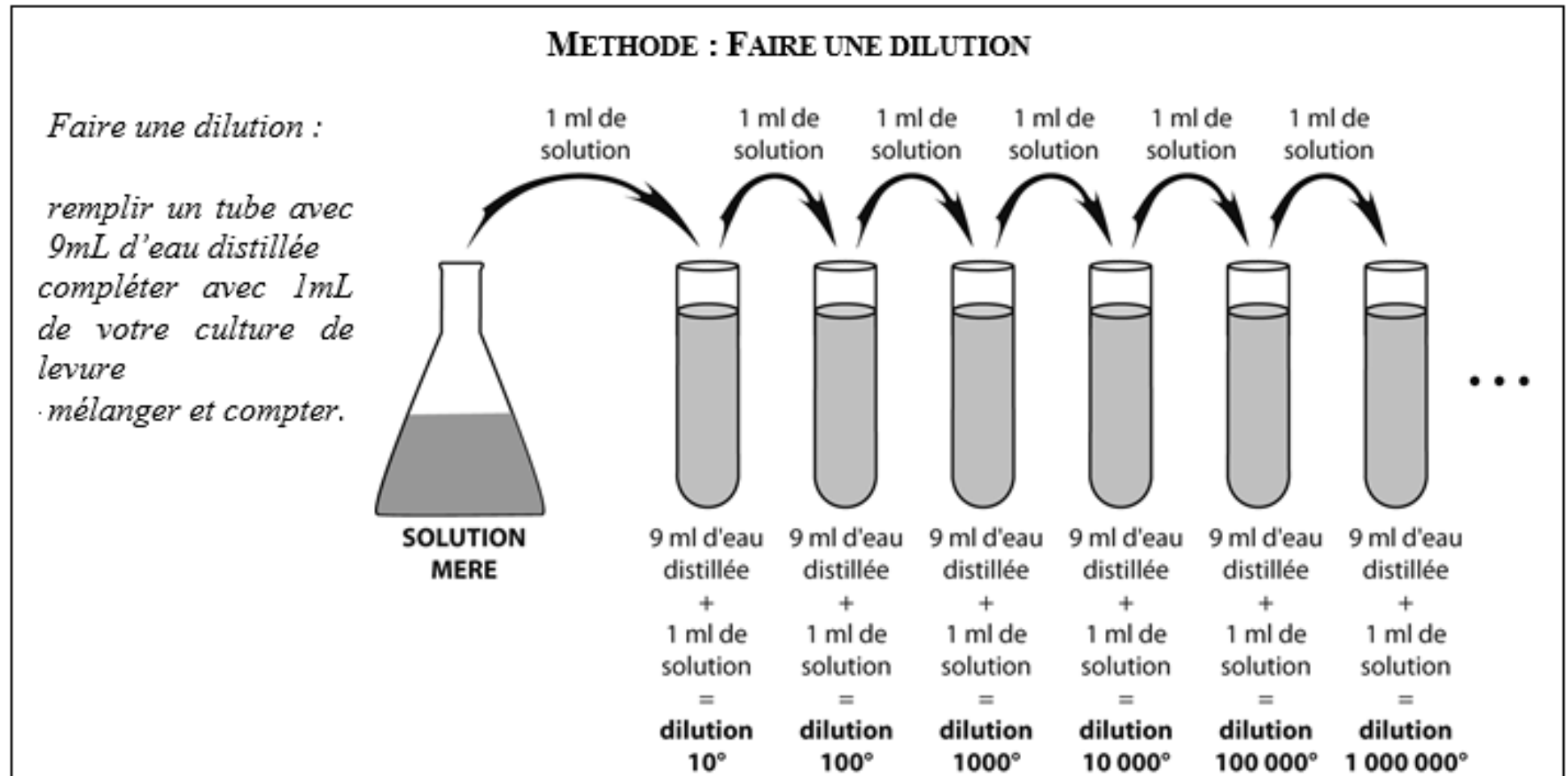
Avec n nombre de cellules d'un carré et N nombre de cellules sur la grille, c'est-à-dire dans $1 \mu\text{L}$:

$N = n \times 81 \times 1,1 = n \times 90$ (on peut multiplier par 100 pour arrondir par commodité).

Barrer la cupule utilisée avec un marqueur une fois le comptage réalisé avant de réaliser un nouveau comptage dans une autre cupule.

II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

A) Dénombrement d'une population de levure et établissement d'une courbe étalon par opacimétrie



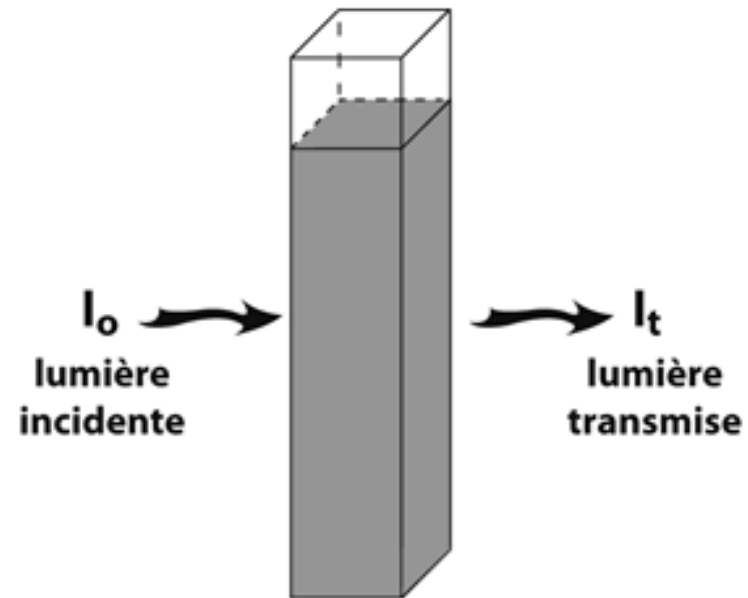
II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

A) Dénombrement d'une population de levure et établissement d'une courbe étalon par opacimétrie

Principe d'un spectrophotomètre :

Un spectrophotomètre est un appareil qui est capable d'éclairer une cuve contenant la solution à étudier avec une lumière monochromatique (longueur d'onde donnée) d'intensité fixée (I_0) et de mesurer après passage dans la cuve l'intensité lumineuse transmise (I_t), c'est-à-dire la capacité à absorber la lumière monochromatique de la solution à tester.

On définit ainsi la transmittance : $T = I_t/I_0$ et également l'absorbance : $A = \log(I_0/I_t) = \log(1/T) = -\log(T)$

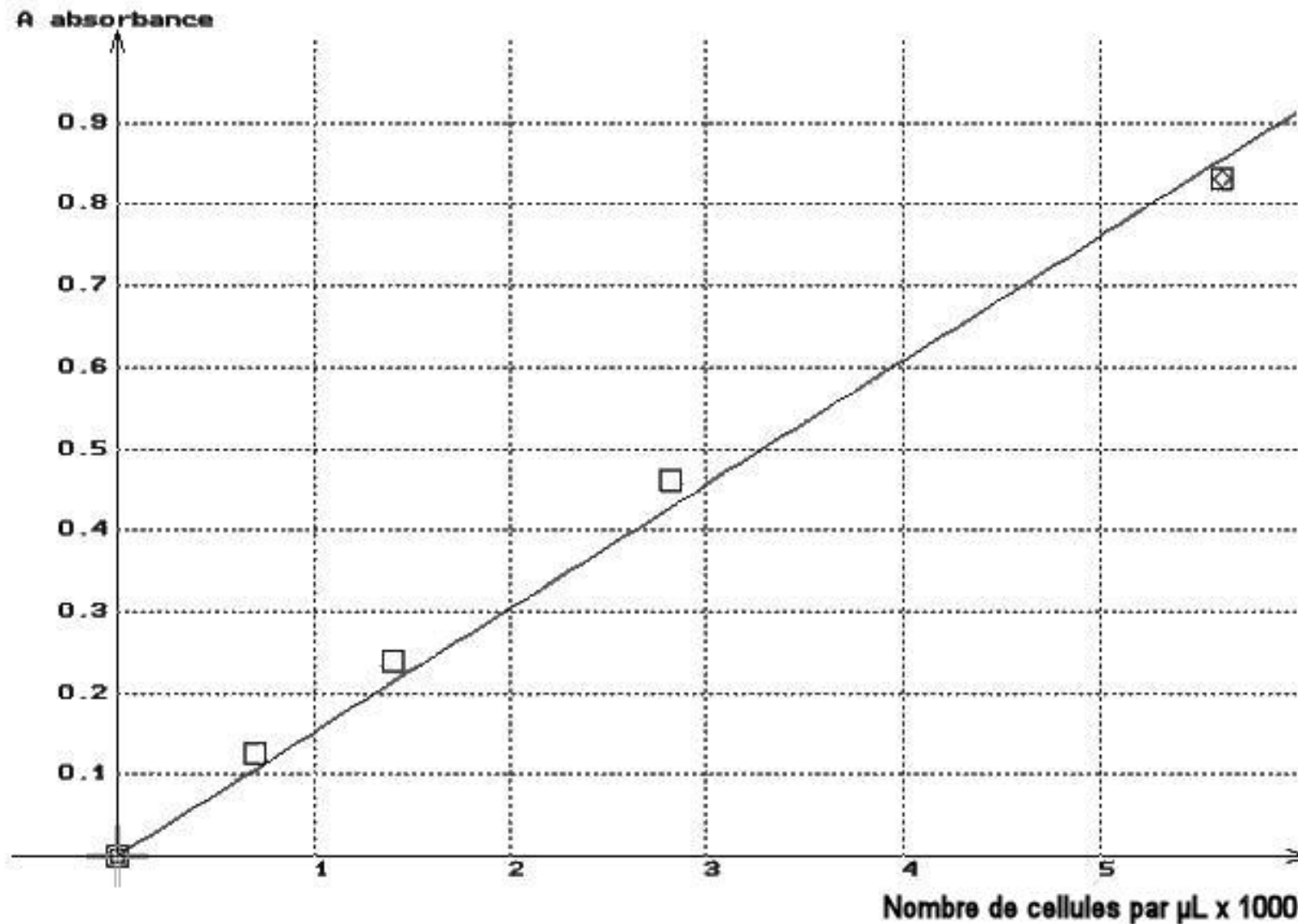


Utilisation d'un spectrophotomètre en opacimétrie /

turbidimétrie : Plus une suspension est concentrée en microorganismes (milieu trouble), plus la lumière qui la traverse est absorbée et diffusée dans d'autres directions et donc plus l'absorbance est élevée.

II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

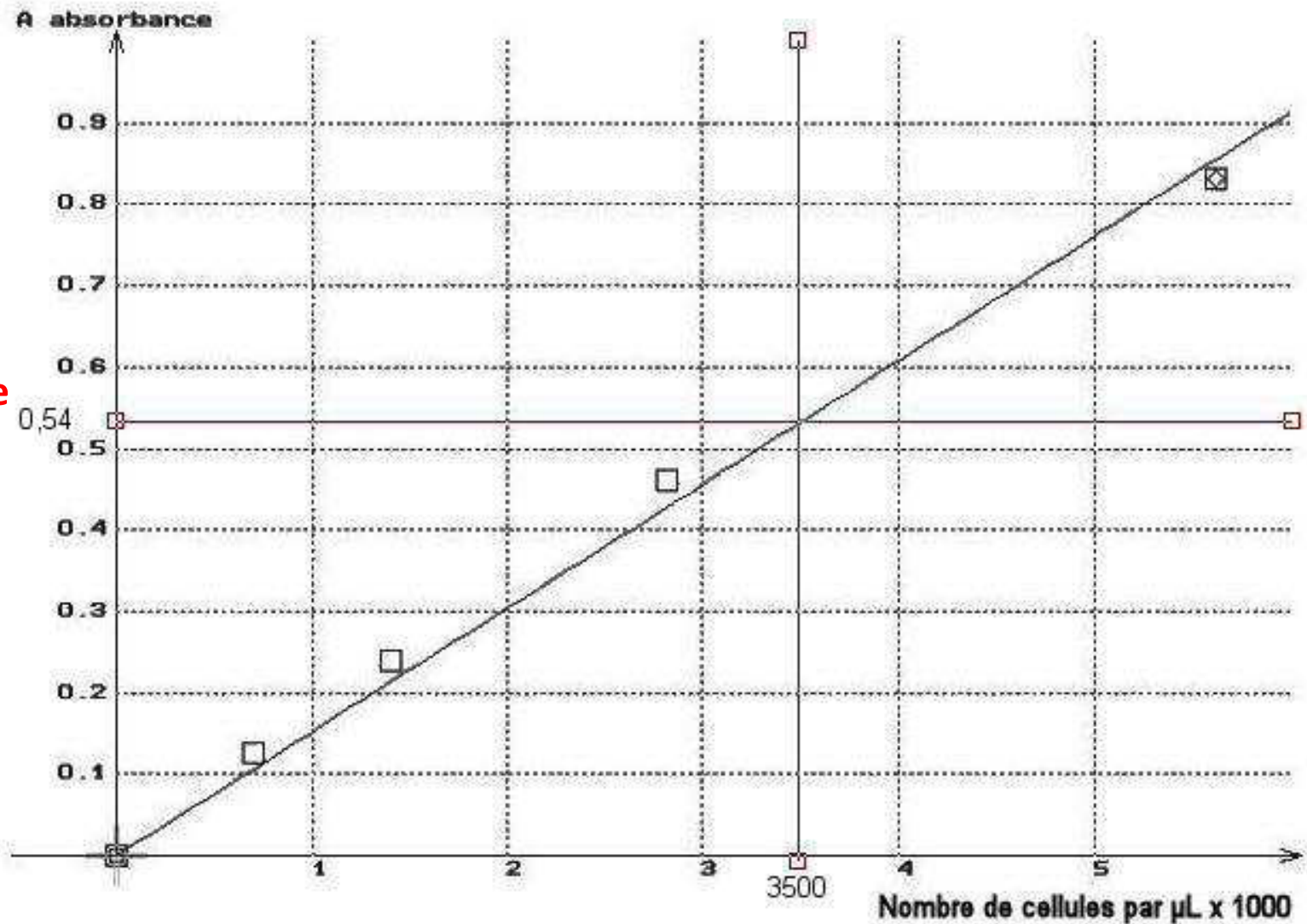
A) Dénombrement d'une population de levure et établissement d'une courbe étalon par opacimétrie



II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

A) Dénombrement d'une population de levure et établissement d'une courbe étalon par opacimétrie

Absorbance de
la solution X



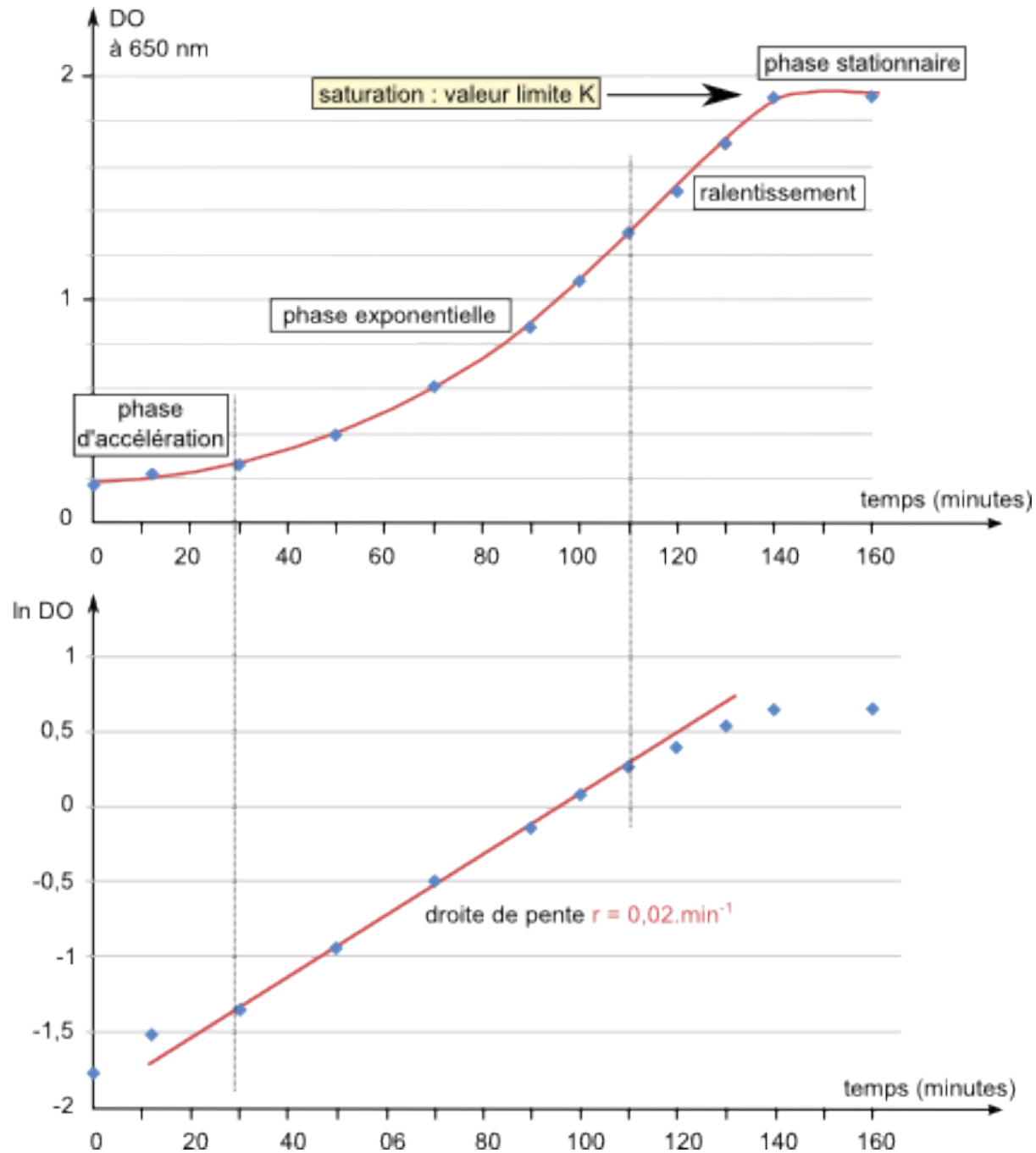
II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

B) Mesure de la variation d'une population bactérienne en culture

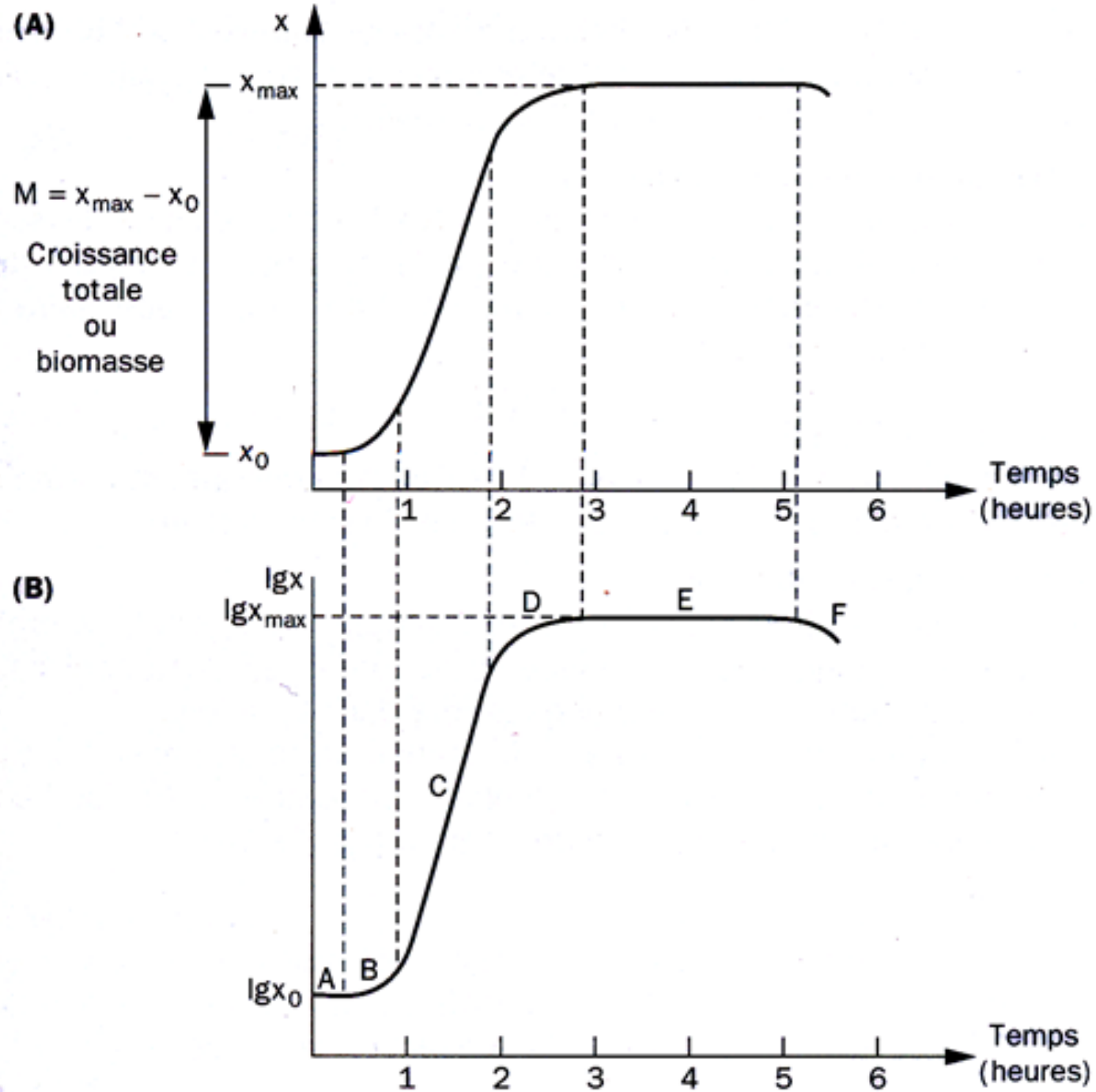
T (min)	0	12	30	50	70	90	100	110	120	130	140	160
DO	0,17	0,22	0,26	0,39	0,61							
DO corrigée						0,87	1,08	1,3	1,48	1,7	1,9	1,9
ln DO	-1,75	-1,5	-1,33	-0,94	-0,5	-0,14	0,05	0,26	0,39	0,52	0,64	0,64

II. Suivi d'une population de levures au cours du temps

B) Mesure de la variation d'une population bactérienne en culture



II. Suivi d'une population de levures au cours du temps



III. Effet des relations interspécifiques sur la dynamique des populations

