

# TP de Biologie des populations

## *Etude de la persistance du FECV*

### *dans des chatteries.*

Le coronavirus entérique félin (FECV) est un virus infectant le chat domestique. Ce virus est relativement bénin chez le chat. Il se manifeste par une forte diarrhée. Le FECV se transmet par contact avec un chat infecté ou avec des fèces infectés. La prévalence du FECV est très forte et dépend de la taille et de la densité de la chatterie.

Une fois infecté, le chat est infectieux pendant quelques semaines à quelques mois. La guérison n'entraîne pas d'immunisation et le chat peut très rapidement être réinfecté. Il est possible de titrer les anticorps anti-FECV dans le sang des chats mais le titrage restant élevé durant de nombreux mois, cette méthode n'est pas efficace pour diagnostiquer des infections récentes. Pour des chats ayant déjà été en contact avec le virus, on préfère alors détecter l'ARN du virus dans les fèces des chats par PCR.

Le but de ce TP est d'étudier la transmission du FECV dans des chatteries. Pour cela, on se base sur les résultats expérimentaux obtenus par Foley et al. («The persistence of SIS disease in a metapopulation » (1999) *Journal of Applied Ecology*, 36 p 555-563).

On dispose des données sur la présence du virus dans plusieurs chatteries de tailles différentes. Le tableau 1 résume ces résultats.

**Tableau 1 : observation du nombre de chatteries infectées par le FECV en fonction de la taille de la chatterie.**

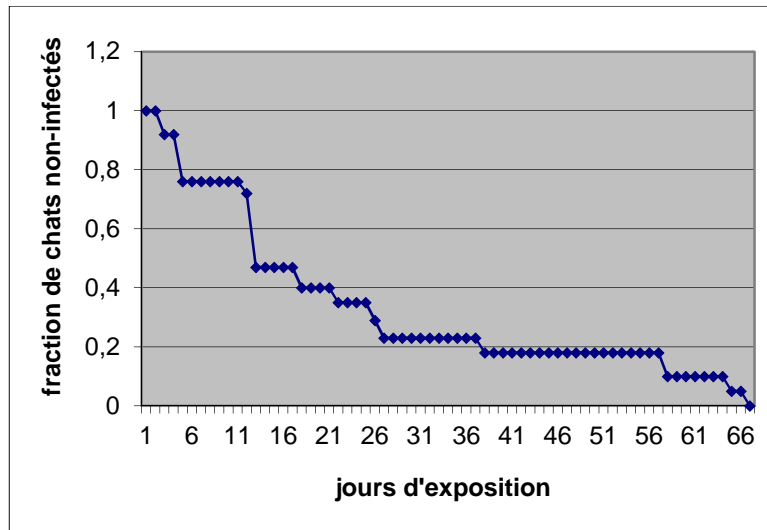
nb de chats par chatterie	1	2	3	4	5
nb de chatteries	12	2	6	6	4
nb de chatteries infectées	1	0	3	4	4

Dans le but d'estimer le taux de transmission du FECV, les auteurs mettent en contact des chats sensibles avec **un** chat infecté. Chaque jour, les fèces des chats sont analysés et les chats infectés sont retirés de la chatterie. On note chaque jour la proportion de chats qui restent non-infectés. Les résultats sont donnés dans le tableau 2.

En maintenant les chats infectés isolés, les auteurs montrent également que la période moyenne avant guérison est de 37,2 jours.

**Tableau 2 : proportion de chats encore non-infectés en fonction du nombre de jours d'exposition.**

jour	prop. S	jour	prop. S	jour	prop. S	jour	prop. S
0	1	20	0.4	40	0.18	60	0.1
1	1	21	0.35	41	0.18	61	0.1
2	0.92	22	0.35	42	0.18	62	0.1
3	0.92	23	0.35	43	0.18	63	0.1
4	0.76	24	0.35	44	0.18	64	0.05
5	0.76	25	0.29	45	0.18	65	0.05
6	0.76	26	0.23	46	0.18	66	0
7	0.76	27	0.23	47	0.18		
8	0.76	28	0.23	48	0.18		
9	0.76	29	0.23	49	0.18		
10	0.76	30	0.23	50	0.18		
11	0.72	31	0.23	51	0.18		
12	0.47	32	0.23	52	0.18		
13	0.47	33	0.23	53	0.18		
14	0.47	34	0.23	54	0.18		
15	0.47	35	0.23	55	0.18		
16	0.47	36	0.23	56	0.18		
17	0.4	37	0.18	57	0.1		
18	0.4	38	0.18	58	0.1		
19	0.4	39	0.18	59	0.1		



**Figure 1 : proportion de chats expérimentalement exposés qui restent non-infectés en fonction du temps.**

Question 1 :

A partir des données, estimer le taux de transmission et le taux de guérison.

Question 2 :

Etablir un modèle de transmission du FECV dans une population de chats. Expliquer les hypothèses qui sont faites (entre autres, on négligera les processus démographiques).

Question 3 :

Etudier ce modèle. Estimer le  $R_0$  et la prévalence à l'équilibre. Comparer aux observations du tableau 1. Conclure. Tracer quelques courbes donnant l'évolution du nombre d'infectés en fonction du temps.

Question 4 :

Donner le processus stochastique correspondant au modèle de la question 2. Simuler quelques réalisations du processus. Qu'en concluez-vous ?

Question 5 :

En répétant un grand nombre de fois la simulation du même processus, on peut estimer le temps moyen avant extinction du virus dans une population. Ecrire un programme permettant de le faire et comparer la valeur trouvée à sa valeur théorique Text :

$$\text{Text} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{\gamma} \left[ \frac{\beta}{\gamma} \right]^{i-1} \frac{(N-1)!}{i(N-i)!}$$

Comment pouvez-vous expliquer la persistance observée dans les populations étudiée ?

Question 6 :

On suppose qu'on étudie une métapopulation constituée d'un très grand nombre de chatteries. On note  $e$  le taux d'extinction du virus dans une chatterie et  $m$  le taux de réintroduction du virus dans une chatterie saine.

- Donner l'équation différentielle qui régit l'évolution de la proportion  $p$  de chatteries infectées en fonction de  $e$  et  $m$ .
- Donner la valeur  $p^*$  de  $p$  à l'équilibre.

Question 7 :

On donne  $m$  en fonction de la taille de la chatterie. Compléter le tableau. Conclure.

nb de chats par chatterie	1	2	3	4	5
nb de chatteries	12	2	6	6	4
nb de chatteries infectées	1	0	3	4	4
$m(N)$ ( $\text{an}^{-1}$ )	0.606	1.212	1.818	2.424	3.03
$e(N)$ ( $\text{an}^{-1}$ )					
$p^*$					
estimation du nombre de chatteries infectées					

Question 8 :

En vous inspirant de la question 4, simulez un processus stochastique représentant une population composée de  $N$  chatteries connectées, avec, au sein de chaque chatterie, une dynamique de type SIS. Remarque : l'état de la population sera alors caractérisé par les  $S_k$  et  $I_k$  ( $k=1\dots N$ ), qui donnent respectivement le nombre d'individus sensibles et infectés dans la chatterie  $k$ .