

Maladies nosocomiales et facteur de risque

Niveau

Seconde (ou supérieur, en particulier 1^{ère} ST2S).

Situation étudiée

Une enquête nationale de 2001 indique un taux d'infections nosocomiales d'environ 7% des personnes hospitalisées.

On trouve alors ce commentaire sur un site Internet médical : « *Le risque de contracter une infection à l'hôpital est de 7%, c'est à dire que sur 100 personnes hospitalisées, sept d'entre elles auront une infection nosocomiale.* »

L'expérimentation montre que même en supposant que ces 100 personnes sont prises au hasard, on sera sans doute éloigné d'une observation de 7 infections, fluctuations obligent.

Au-delà, il s'agit de réfléchir à la notion de facteur de risque, de différence « significative », au sens que peut avoir, pour l'individu, une statistique générale.

Type d'activité

Exercice avec simulation sur tableur.

Durée

45 minutes.

Objectifs

Contenus mathématiques au programme

Fluctuation d'échantillonnage d'une fréquence.

Enjeux citoyens

Relativiser une statistique à la taille de l'échantillon dont elle provient.

Risques évitables et facteurs de risque.

Notion de différence significative.

Interprétation individuelle d'une statistique générale.

Capacités et attitudes

Expérimentation par simulation.

Esprit critique.

Organisation

Exercice nécessitant une simulation sur tableur (ou calculatrice).

Les élèves doivent savoir simuler 100 tirages avec remise dans une urne bicolore dont les proportions sont connues à l'aide d'une instruction du type =ENT(ALEA()+p) sur tableur ou int(rand+p) sur calculatrice.

Les élèves ont déjà vu la notion de fluctuation d'échantillonnage dans des contextes plus simples que celui-ci.

Description des activités

Énoncé élève

1. L'enquête nationale sur les maladies nosocomiales de 2001 a montré que le jour de l'étude, sur **305 656** patients étudiés, **21 010** souffraient d'une infection contractée à l'hôpital.

Calculer la fréquence p des infections nosocomiales sur cette enquête (arrondir à 10^{-4}).

2. En commentaire de cette enquête, on a relevé sur un site médical d'Internet l'affirmation suivante :

« *Le risque de contracter une infection à l'hôpital est de 7%, c'est à dire que sur 100 personnes hospitalisées, sept d'entre elles auront une infection nosocomiale.* »

a) Simuler des échantillons aléatoires de taille **100** prélevés dans une population avec un taux d'infection nosocomiale **7%**. Observer le nombre de cas d'infection.

b) Pourquoi faudrait-il dire : « *sur 100 personnes hospitalisées prises au hasard, sept d'entre elles, en moyenne, auront une infection nosocomiale* » ?

3. Par définition, un **facteur de risque** agit en augmentant la fréquence de la maladie chez des sujets qui y sont exposés.

On a les observations suivantes (enquête 2001) :

Catégorie	Effectif	fréquence observée d'infections nosocomiales
Moins de 65 ans	$n = 136\ 804$	$f = 4,4\ %$
Femme	$n = 172\ 096$	$f = 6,7\ %$
Immunodépression	$n = 28\ 106$	$f = 13,5\ %$

a) Pour chaque taille d'échantillon, calculer l'intervalle de fluctuation aléatoire des fréquences observées sur des échantillons de taille n (au niveau de 95%)

$$\left[p - \frac{1}{\sqrt{n}}, p + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$$

avec $p = 6,87\ %$ (arrondir les résultats à 10^{-3}).

b) On dira que la différence observée entre f et p est « significative » (au niveau de 95%) lorsque f est en-dehors de l'intervalle calculé précédemment.

Pour chaque catégorie, la différence observée est-elle « significative » ?

4. L'enquête nationale sur les maladies nosocomiales de 2006 a montré que le jour de l'étude, sur **358 467** patients étudiés, **17 820** souffraient d'une infection contractée à l'hôpital.

Calculer la fréquence f des infections nosocomiales sur cette enquête (arrondir à 10^{-4}).

A-t-on une diminution « significative » par rapport à la valeur p calculée à la question 1. avec les résultats de l'enquête de 2001 ?

5. Si vous entrez à l'hôpital, avez-vous 5% de « risque » de contracter une infection nosocomiale ?

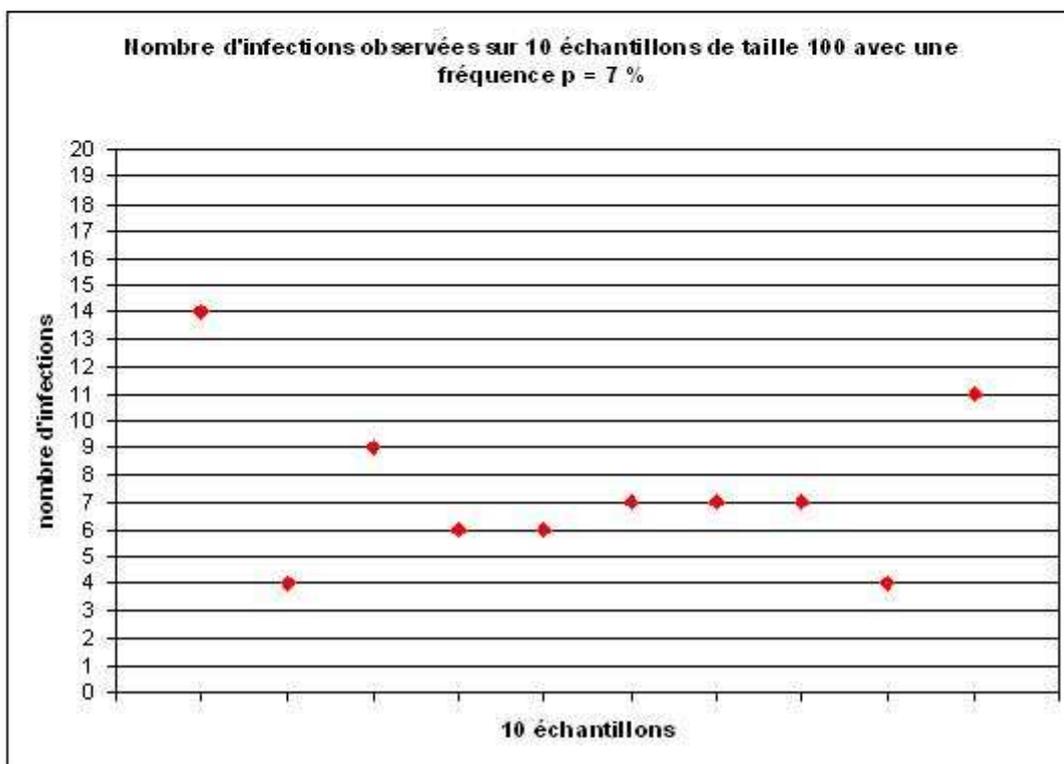
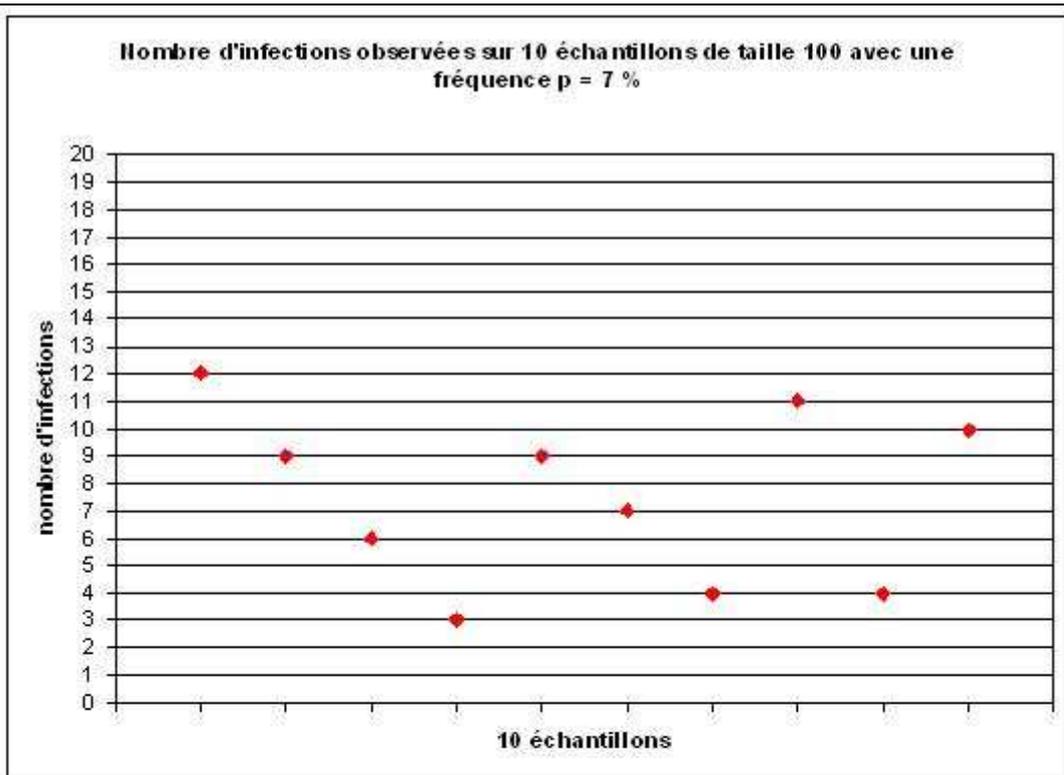
Éléments de réponse

1. On a $p \approx 0,0687 = 6,87\ %$.

2. a) Pour effectuer la simulation d'un échantillon aléatoire de taille 100 sous l'hypothèse $p = 7\ %$, il suffit, sur un tableur de recopier vers le bas 100 fois l'instruction =ENT(ALEA()+0,07) puis de faire la somme des 0 et des 1.

On peut, sous la forme d'un « nuage de points » (c'est le plus simple) afficher par exemple 10 échantillons de taille 100. On constate que le nombre de cas fluctue énormément.

Voici deux images d'écran.



Entre nous...

La valeur de n est ici un peu petite pour utiliser la formule $p \pm \frac{1}{\sqrt{n}}$ du programme de seconde, majorant l'intervalle des fluctuations dans 95% des échantillons. Les élèves seraient surpris d'obtenir un nombre négatif : $[-0,3 ; 0,17]$ (entre -3 et 17 cas). La formule, plus précise, fondée sur une approximation par la loi normale,

$p \pm 1,96\sqrt{\frac{p \times (1 - p)}{n}}$, donne entre 2 et 12 cas dans 95% des échantillons, ce qui est plus conforme aux simulations.

b) L'affirmation « sur 100 personnes 7 seront infectées » est donc particulièrement fâcheuse puisque ce n'est pas le cas le plus souvent rencontré dans les simulations.

En revanche, il vrai qu'en moyenne (sur un nombre assez important d'échantillons), les simulations donnent 7 cas d'infections.

Il faudrait ajouter « prises au hasard dans la population française », c'est ce que l'on a simulé. Il est clair (du moins c'est ce que l'on voit dans la suite de l'exercice) que dans un service particulier, ou dans un hôpital particulier, on peut ne pas être « conforme » à ces statistiques nationales.

3. a) Les intervalles de fluctuation des fréquences (dans plus de 95% des cas) sous l'hypothèse $p = 0,0687$ sont :

- Moins de 65 ans : [0,066 ; 0,071] .
- Femme : [0,066 ; 0,071] .
- Immunodépression : [0,063 ; 0,075] .

b) On constate que :

- Moins de 65 ans :
 $f = 0,044$ n'appartient pas à l'intervalle [0,066 ; 0,071] , l'écart est significatif.
- Femme :
 $f = 0,067$ n'appartient pas à l'intervalle [0,066 ; 0,071] mais de peu, l'écart est peu significatif.
- Immunodépression :
 $f = 0,135$ % n'appartient pas à l'intervalle [0,063 ; 0,075] , l'écart est significatif.

4. On procède, par exemple, comme à la question précédente.

On a $\left[p - \frac{1}{\sqrt{n}}, p + \frac{1}{\sqrt{n}} \right] = \left[0,0687 - \frac{1}{\sqrt{358\,467}} ; 0,0687 + \frac{1}{\sqrt{358\,467}} \right]$.

C'est-à-dire environ [0,0670 ; 0,0704].

En 2006 on a $f = \frac{17\,820}{358\,467} \approx 0,0497$.

La baisse est (bien sûr) significative.

5. C'est une question « piège » dont on se demande si elle a un sens. Mais c'est une question importante, à laquelle on « risque » d'être confronté !

L'essentiel est de comprendre que la réponse dépend des informations dont on dispose. On n'est pas dans le cas d'une personne prise au hasard dans la population des malades. Les réponses apportées dépendent dans quel état on entre à l'hôpital, dans quel service, éventuellement dans quel hôpital...

Déroulement et commentaires

Sources :

Le site médical sur lequel la phrase « incorrecte » a été relevée est www.caducee.net .

Les résultats des enquêtes nationales de prévalence des infections nosocomiales (2001 et 2006) sont accessibles sur le site de l'Institut de veille sanitaire (utiliser le moteur de recherche) <http://www.invs.sante.fr/> .

Lorsque les élèves sont un peu entraînés à l'interprétation des simulations, la première partie de l'activité ne pose pas de problèmes. La suite est un peu plus délicate si l'on veut dépasser le simple niveau des calculs, mais l'enjeu citoyen est important.

Bilan

La surveillance statistique des taux d'infection permet de mieux prendre conscience des risques et de tout faire pour les réduire. On constate en particulier l'effet positif de l'enquête de 2001 en termes de sensibilisation aux résultats significativement en progrès de 2006.

En revanche, certains risques resteront inévitables et, surtout, le risque dépend fortement de la population à laquelle appartient le malade. Lorsqu'un citoyen s'interroge sur les risques d'infections nosocomiales qu'il encoure, il doit, autant que possible, relativiser ce risque selon son cas (type de service, type d'hôpital, type d'intervention, âge, état de santé...), la statistique globale de 5% (en 2006) ayant peu de sens vu l'hétérogénéité des cas.

