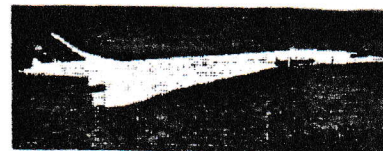


# Y a-t-il un probabiliste dans l'avion ?

## Biréacteur, Triréacteur, Quadriréacteur ... et Loi Binomiale

par Edith KOSMANEK,  
Université de Paris 1



à André TURCAT,  
pilote d'essai du Concorde.

Je suis docteur 3ème cycle en maths et brevetée pilote privé d'avion. J'étais bien plus émoustillée le jour de mon premier vol "solo" que le jour de ma soutenance de thèse. L'aviation, c'est super-excitant !

Alors, quand j'ai vu dans le livre de probabilités de madame Jacqueline Fourastié, un exercice simple proposant de comparer la fiabilité d'un biréacteur et d'un quadriréacteur, j'ai été intéressée et intriguée : comment, le quadriréacteur n'est pas toujours le plus sûr, toutes choses égales par ailleurs ? !

Eh bien non, il existe une valeur discriminante pour  $p$ , la probabilité de panne d'un réacteur, au-dessus de laquelle le biréacteur est le plus sûr ! Dans la foulée, je me suis amusée à comparer un biréacteur et un triréacteur, un triréacteur un quadriréacteur - toujours avec des surprises ! Il existe aussi des hexaréacteurs (l'Antonov russe) et même des octomoteurs (un bombardier américain de la 2e W.W.). Mais je laisse au lecteur le soin de poursuivre le jeu et, pourquoi pas, d'établir la formule générale de comparaison d'un  $n$ -réacteur et d'un  $m$ -réacteur.

Mon enseignement intensif en régime accéléré du 1er cycle universitaire est trop épuisant pour que je puisse investir longuement dans les exercices aéro-ludiques.

Quadrature ne manquera pas de publier la solution générale et ce sera la gloire pour l'auteur (une "autrice" de préférence).

### • Biréacteur et Quadriréacteur

Notations :

- $p$  : probabilité de panne d'un réacteur quelconque au cours d'un vol quelconque.
- $X_B$  (resp.  $X_Q$ ) : variable aléatoire représentant le nombre de pannes d'un biréacteur (resp. quadriréacteur) au cours d'un vol donné.
- $P_B$  (resp.  $P_Q$ ) : probabilité de vol réussi d'un bi- (resp. quadri-).

Hypothèses :

- Les réacteurs fonctionnent de manière indépendante.
- Un avion ne peut achever son vol que si la moitié, au moins, des réacteurs fonctionne normalement.

Proposition :

Le quadriréacteur est l'avion le plus sûr pour  $p \in ]0, \frac{1}{3}[$ .

Le biréacteur est l'avion le plus sûr pour  $p \in ]\frac{1}{3}, 1[$ .

Démonstration :

Il est évident que les v.a.  $X_B$  et  $X_Q$  suivent des lois binomiales

$$X_B \rightarrow \mathbf{B}(2, p) ; X_Q \rightarrow \mathbf{B}(4, p).$$

$$\text{d'où : } P_B = 1 - p(X_B = 2) = 1 - p^2 ;$$

$$P_Q = 1 - [p(X_Q = 3) + p(X_Q = 4)] \\ = 1 - 4(1-p)p^3 - p^4 \\ = 1 - 4p^3 + 3p^4.$$

$$\text{donc } \Delta p = P_Q - P_B = p^2 - 4p^3 + 3p^4 \\ = p^2(p-1)(3p-1)$$

3 cas :  $0 < p < \frac{1}{3} \Rightarrow \Delta p > 0 \Rightarrow$  quadriréacteur le plus sûr.

$p = \frac{1}{3} \Rightarrow \Delta p = 0 \Rightarrow$  même sécurité pour les 2 avions.

$\frac{1}{3} < p < 1 \Rightarrow \Delta p < 0 \Rightarrow$  biréacteur le plus sûr.

N.B. Actuellement,  $p$  est de l'ordre de  $10^{-4}$  ;  $p \geq \frac{1}{3}$  relève de l'époque héroïque de l'aviation

### • Biréacteur et Triréacteur

Certains triréacteurs ne tolèrent qu'une seule panne, d'autres deux. Dans le 1er cas, des calculs similaires montrent que le biréacteur est le plus sûr  $\forall p \in ]0, 1[$  ; dans le 2ème cas, c'est le triréacteur  $\forall p \in ]0, 1[$ .

### • Triréacteur et Quadriréacteur

Avec la 1ère hypothèse, le quadriréacteur est le plus sûr  $\forall p \in ]0, 1[$ . Avec la 2ème, le triréacteur est le plus sûr  $\forall p \in ]0, 1[$ .

Aériennement vôtre.  
E. K.