1. Rappels de 5e : issues, événements, équiprobabilité

Ex. 1 ★☆☆ **Automatismes : fraction, décimal, pourcentage**

(a) $\frac{7}{8} = 7 \div 8 = 0{,}875 = 87{,}5\,\%$.

(b) $\frac{9}{25} = \frac{36}{100} = 36\,\%$.

(c) $0{,}45 = \frac{45}{100} = \frac{9}{20}$.

(d) $12\,\% = \frac{12}{100} = \frac{3}{25}$.

(e) $\frac{2}{5} = 0{,}4$ et $41\,\% = 0{,}41$, donc $0{,}38 < \frac{2}{5} < 41\,\%$.

(f) Non : $\frac{9}{7} > 1$ car $9 > 7$, et une probabilité ne dépasse jamais 1. Lina s'est trompée.

Ex. 2 ★☆☆ **Automatismes : une carte au hasard**

(a) 4 as sur 32 cartes : $\frac{4}{32} = \frac{1}{8}$.

(b) 3 figures en cœur et 3 en carreau, soit 6 : $\frac{6}{32} = \frac{3}{16}$.

(c) Il y a $3 \times 4 = 12$ figures, donc $32 - 12 = 20$ autres cartes : $\frac{20}{32} = \frac{5}{8}$.

(d) Une seule carte : $\frac{1}{32}$.

(e) 16 cartes noires, dont 2 as : $16 - 2 = 14$ cartes, donc $\frac{14}{32} = \frac{7}{16}$.

(f) Le 7 de cœur et le 7 de carreau, soit 2 cartes : $\frac{2}{32} = \frac{1}{16} = 0{,}0625 = 6{,}25\,\%$.

Ex. 3 ★★☆ **Trouve l'erreur**

(a) Non : le dénominateur est le nombre total de billets, 40, et non le nombre de billets perdants. $P(\text{gagner}) = \frac{6}{40} = \frac{3}{20}$.

(b) Non : les deux couleurs n'ont pas la même chance. Il y a $3 + 9 = 12$ boules, dont 3 jaunes : $P(\text{jaune}) = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$.

(c) Non : « au plus 12 » veut dire 12 compris. Les issues favorables vont de 1 à 12, soit 12 issues sur 20, donc $P = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$.

(d) Il faut autant de boules de chaque couleur : 5 boules d'une couleur et 5 de l'autre. On a alors $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$.

Ex. 4 ★★☆ **Une pièce, puis un dé à 4 faces**

(a)

Pièce puis dé	1	2	3	4
P	P1	P2	P3	P4
F	F1	F2	F3	F4

Ex. 4 (suite)

(b) 2 lignes et 4 colonnes : $2 \times 4 = 8$ issues, qui ont toutes la même chance. L'expérience a 8 issues.

(c) B est réalisé par deux cases différentes, P3 et F3 : $P(B) = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$.

(d) C est formé de P2, P3 et P4 (1 n'est pas strictement supérieur à 1) : $P(C) = \frac{3}{8}$.

(e) D est formé de F1, F2, F3, F4, P1 et P2 (F1 et F2 comptées une seule fois) : $P(D) = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$.

Ex. 5 ★★☆ **Le sac de la fête de quartier**

(a) $\frac{3}{10}$ de $60 : 60 \div 10 \times 3 = 18$. Il y a 18 billes bleues.

(b) $0{,}45 \times 60 = 27$. Il y a 27 billes rouges.

(c) $60 - 18 - 27 = 15$ billes vertes, donc $P(\text{verte}) = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 25\,\%$.

(d) Les 18 bleues doivent être $\frac{1}{5}$ du total : il faut $18 \times 5 = 90$ billes, soit $90 - 60 = 30$ billes vertes à ajouter. Vérification : $\frac{18}{90} = \frac{1}{5}$.

Ex. 6 ★★★ **Deux stands à la kermesse**

(a) L'urne contient $7 + 13 = 20$ boules qui ont la même chance d'être tirées, dont 7 rouges. $P(\text{gagner au stand 1}) = \frac{7}{20} = 0{,}35 = 35\,\%$. Attention : le dénominateur est 20 (le total), pas 13.

(b) Il y a 13 boules blanches sur 20 : $P(\text{blanche}) = \frac{13}{20} = 0{,}65$. La somme vaut $\frac{7}{20} + \frac{13}{20} = \frac{20}{20} = 1$: la boule tirée est forcément rouge ou blanche.

(c) « Strictement supérieur à 8 » exclut le 8 : les issues favorables sont 9, 10, 11 et 12, donc 4 issues sur 12. $P(\text{gagner au stand 2}) = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$.

(d) On met les deux fractions au même dénominateur : $\frac{7}{20} = \frac{21}{60}$ et $\frac{1}{3} = \frac{20}{60}$. Comme $\frac{21}{60} > \frac{20}{60}$, Inès a un peu plus de chances de gagner au stand 1.

(e) On garde 7 boules rouges et on veut $P(\text{rouge}) = \frac{1}{3}$: le nombre total de boules doit donc être $7 \times 3 = 21$. Il y en a 20, l'organisateur doit ajouter 1 boule blanche. Vérification : $\frac{7}{21} = \frac{1}{3}$.

Ex. 7 ★★★ **Une lettre, puis une roue**

(a) Il y a 3 jetons possibles, puis 4 secteurs pour chacun : $3 \times 4 = 12$ issues, toutes avec la même chance.

Lettre puis roue	1	2	3	4
M	M1	M2	M3	M4
A	A1	A2	A3	A4
I	I1	I2	I3	I4

(b) Non. Le nombre 1 apparaît dans trois cases différentes : M1, A1 et I1.
Donc $P(\text{obtenir 1}) = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$. Jules a tort.

(c) Les voyelles sont A et I, et « au plus égal à 2 » signifie 1 ou 2. Les issues de E sont A1, A2, I1 et I2, soit 4 issues sur 12. $P(E) = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$.

(d) Les issues de G sont M1, M2, M3, M4, A4 et I4 (M4 n'est comptée qu'une fois), soit 6 issues sur 12. $P(G) = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$.

(e) Aucune case ne porte un nombre strictement supérieur à 4 : 0 issue favorable. La probabilité est $\frac{0}{12} = 0$, c'est un événement impossible.

Ex. 8 ★★★ **Le jeu de cartes du club**

(a) Il y a 3 figures par couleur et 4 couleurs : $3 \times 4 = 12$ figures. Il y a 3 figures de trèfle (roi, dame, valet), donc $P(\text{figure de trèfle}) = \frac{3}{32}$.

(b) $32 \times 0{,}1875 = 6$: il faut 6 cartes favorables. Par exemple « tirer une figure noire » : 3 figures de pique et 3 de trèfle, donc $\frac{6}{32} = 0{,}1875 = 18{,}75\,\%$.

(c) On compte les 8 cœurs, puis les figures qui ne sont pas des cœurs : $3 \times 3 = 9$ (les figures de cœur sont déjà comptées). Cela fait $8 + 9 = 17$ issues favorables, donc la probabilité vaut $\frac{17}{32}$.

(d) Non. Il ne reste que $32 - 4 = 28$ cartes, et toujours 4 rois. $P(\text{roi}) = \frac{4}{28} = \frac{1}{7}$, et non $\frac{4}{32} = \frac{1}{8}$: le dénominateur est le nombre total de cartes restantes.

(e) Le jeu sans les as compte $28 - 12 = 16$ cartes qui ne sont pas des figures, et Ben n'en retire aucune. Si $P(\text{figure}) = \frac{1}{5}$, ces 16 cartes représentent $\frac{4}{5}$ du jeu : le jeu compte alors $16 \div 4 \times 5 = 20$ cartes, dont 4 figures. Ben doit donc retirer $12 - 4 = 8$ figures. Vérification : $\frac{4}{20} = \frac{1}{5}$.

2. *Propriétés des probabilités et événement contraire*

Ex. 9 ★☆☆ **Automatismes : probabilité du contraire**

(a) $P(\overline{A}) = 1 - \frac{3}{11} = \frac{8}{11}$.

(b) $P(\overline{B}) = 1 - 0{,}37 = 0{,}63$.

(c) $100\,\% - 15\,\% = 85\,\%$: la graine ne germe pas avec une probabilité de 85 %.

(d) $P(C) = 1 - 0{,}04 = 0{,}96$.

(e) $1 - \frac{2}{13} = \frac{11}{13}$: le ticket est perdant avec une probabilité de $\frac{11}{13}$.

Ex. 10 ★☆☆ **Automatismes : est-ce une probabilité ?**

(a) Non : $1{,}2 > 1$, et une probabilité ne dépasse jamais 1.

(b) Non : une probabilité n'est jamais négative.

(c) Non : $\frac{7}{5} = 1{,}4 > 1$.

(d) Oui : c'est la probabilité d'un événement impossible.

(e) Non : $105\,\% > 100\,\%$, c'est-à-dire plus que 1.

(f) Oui : $5 < 7$, donc $0 \leqslant \frac{5}{7} \leqslant 1$.

(g) Oui : $0 \leqslant 0{,}999 \leqslant 1$
(événement presque certain).

Ex. 11 ★★☆ **Le dé à 20 faces de Chloé**

(a) $\overline{A}$: « obtenir au moins 10 », c'est-à-dire $10, 11, \ldots, 20$, soit $20 - 10 + 1 = 11$ issues
(et non « au moins 9 » : l'issue 9 est dans A).

(b) A contient 1 à 9, soit 9 issues : $P(A) = \frac{9}{20}$. $P(\overline{A}) = 1 - \frac{9}{20} = \frac{11}{20}$.

(c) $\overline{B}$: « obtenir au plus 4 » (issues 1 à 4 ; l'issue 5 reste dans B), donc $P(\overline{B}) = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$. $P(B) = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$. La probabilité d'obtenir au moins 5 est $\frac{4}{5}$.

(d) C est certain, donc $\overline{C}$ (« obtenir plus de 20 ») est impossible : $P(\overline{C}) = 1 - 1 = 0$.

Ex. 12 ★★☆ **La tombola de la kermesse d'Annecy**

(a) $\overline{D}$: « le numéro est un multiple de 6 » :
6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, soit 10 issues.

(b) $P(D) = 1 - \frac{10}{60} = \frac{50}{60} = \frac{5}{6}$. La probabilité de tirer un numéro qui n'est pas un multiple de 6 est $\frac{5}{6}$.

(c) $\overline{E}$: « le numéro contient au moins un chiffre 5 » :
5, 15, 25, 35, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, soit 15 issues.

Ex. 12 **(suite)**

(d) $P(E) = 1 - \frac{15}{60} = \frac{45}{60} = 0{,}75$. La probabilité qu'aucun chiffre 5 n'apparaisse est 0,75.

Ex. 13 ★★☆ **Repère l'erreur**

(a) Non : une probabilité ne dépasse jamais 1. On calcule $P(\overline{A}) = 1 - 0{,}25 = 0{,}75$.

(b) Non : une probabilité n'est jamais négative. On calcule $P(\overline{A}) = 1 - \frac{4}{15} = \frac{11}{15}$.

(c) Non : l'issue 3 serait dans les deux événements. Le contraire est « obtenir au plus 2 » (1 et 2). $P(\text{au moins 3}) = 1 - \frac{2}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$.

(d) Non : $0{,}35 + 0{,}25 + 0{,}15 + 0{,}2 = 0{,}95$, ce qui est différent de 1. Cette liste de probabilités n'est donc pas valable.

Ex. 14 ★★★ **Le dé à 4 faces truqué de Malik**

(a) $0{,}15 + 0{,}2 + 0{,}35 + 0{,}4 = 1{,}1$. La somme des probabilités de toutes les issues doit valoir 1. Ici elle ne vaut pas 1, donc le tableau est faux.

(b) $P(4) = 1 - 0{,}15 - 0{,}2 - 0{,}35 = 0{,}3$. La probabilité d'obtenir la face 4 est 0,3.

(c) Non : ces événements n'ont aucune issue commune (ils sont incompatibles), mais les issues 2 et 3 ne sont dans aucun des deux. Le contraire de « obtenir 1 » est « obtenir 2, 3 ou 4 », de probabilité $1 - 0{,}15 = 0{,}85$.

(d) Le contraire de « au moins 3 » est « au plus 2 » : $\overline{A}$ est formé des issues 1 et 2 (et pas de 3). $P(\overline{A}) = 0{,}15 + 0{,}2 = 0{,}35$, donc $P(A) = 1 - 0{,}35 = 0{,}65$.

(e) $P(B) = 1 - P(4) = 1 - 0{,}3 = 0{,}7$. En pourcentage : $100\,\% - 30\,\% = 70\,\%$. La probabilité de ne pas obtenir 4 est de 70 %.

Ex. 15 ★★★ **La playlist aléatoire de Yanis**

(a) $\overline{A}$: « le numéro contient le chiffre 3 » : 3, 13, 23, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, soit 13 titres (33 compté une seule fois). $P(\overline{A}) = \frac{13}{40}$, donc $P(A) = 1 - \frac{13}{40} = \frac{27}{40}$, soit 67,5 %.

(b) Non : le 9 fait partie de « au plus 9 », il ne peut pas être aussi dans son contraire. Le contraire est « le numéro est au moins 10 » : de 10 à 40, soit 31 titres. Sa probabilité est $\frac{31}{40} = 0{,}775$.

(c) Parmi 41 à 50, seul 43 contient le chiffre 3 : $13 + 1 = 14$ titres contiennent un 3 sur 50. La probabilité est donc $1 - \frac{14}{50} = \frac{36}{50} = \frac{18}{25}$, soit 72 %.

Ex. 16 ★★★ **Les deux dés de Noé à Brest**

(a)

6 faces ↓ 4 faces →	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	9
6	7	8	9	10

Il y a $4 \times 6 = 24$ issues équiprobables.

(b) $\overline{A}$: « au moins un des deux dés montre 1 ». Ce sont la ligne 1 (4 cases) et la colonne 1 (6 cases), la case (1 ; 1) comptée une seule fois : $4 + 6 - 1 = 9$ issues. $P(A) = 1 - \frac{9}{24} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$.

(c) $\overline{G}$: « la somme est au plus 4 », c'est-à-dire une somme de 2, 3 ou 4 : $1 + 2 + 3 = 6$ cases du tableau (la somme 4 n'est pas oubliée). $P(G) = 1 - \frac{6}{24} = \frac{18}{24} = \frac{3}{4}$.

(d) $\frac{25}{24} > 1$, or une probabilité est toujours comprise entre 0 et 1. Le contraire est « la somme est au moins 7 » : 4 cases de somme 7, 3 de somme 8, 2 de somme 9 et 1 de somme 10, soit 10 cases. La bonne valeur est $1 - \frac{10}{24} = \frac{14}{24} = \frac{7}{12}$.

3. *Événements « et », « ou », incompatibles*

Ex. 17 ★★☆ **Automatismes : « et », « ou » avec un dé à 8 faces**

(a) A : 2, 4, 6, 8 ; B : 6, 7, 8.

(b) Les issues communes : 6 et 8.

(c) $P(A \text{ et } B) = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$.

(d) 2, 4, 6, 7, 8
(6 et 8 ne sont comptés qu'une fois).

(e) $P(A \text{ ou } B) = \frac{4+3-2}{8} = \frac{5}{8}$, et non $\frac{7}{8}$.

(f) « Ni A ni B » est formé des issues 1, 3, 5 : $P = 1 - \frac{5}{8} = \frac{3}{8}$.

Ex. 18 ★★☆ **Automatismes : incompatibles ou contraires ?**

(a) 5, 10 et 1, 3, 5, 7, 9, 11 : l'issue 5 est commune. Ils ne sont pas incompatibles, donc pas contraires.

(b) 1 à 4 et 5 à 12 : aucune issue commune, et à eux deux toutes les issues ($\frac{4}{12} + \frac{8}{12} = 1$). Ils sont contraires, donc incompatibles.

Ex. 18 **(suite)**

(c) 4, 8, 12 et 1, 3, 5, 7, 9, 11 : aucune issue commune, donc incompatibles. Mais 2, 6, 10 ne sont dans aucun des deux (9 issues sur 12) : pas contraires.

(d) 1, 2, 3, 4, 6, 12 et 11, 12 : l'issue 12 est commune. Ni incompatibles, ni contraires.

(e) 3, 6, 9, 12 et 5, 10 : aucune issue commune, donc incompatibles ($P = \frac{4}{12} + \frac{2}{12} = \frac{1}{2}$). 1, 2, 4, 7, 8, 11 restent : pas contraires.

Ex. 19 ★★☆ **L'erreur de Lina**

(a) Oui : en maths, « ou » n'exclut pas les deux à la fois. Le roi de pique est une figure (et un pique), il réalise donc « F ou S ».

(b) Le valet, la dame et le roi de pique : $P(F \text{ et } S) = \frac{3}{52}$.

(c) Non : F et S ont 3 cartes communes, que Lina compte deux fois. Il y a $12 + 13 - 3 = 22$ cartes, donc $P(F \text{ ou } S) = \frac{22}{52} = \frac{11}{26}$.

(d) C'est le contraire de « F ou S » : $1 - \frac{11}{26} = \frac{15}{26}$ (30 cartes sur 52). La probabilité est $\frac{15}{26}$.

Ex. 20 ★★☆ **La tombola de Quimper**

(a) A : 6, 12, 18, 24, 30, 36 (6 issues) ; B : 8, 16, 24, 32, 40 (5 issues).

(b) « A et B » : seulement 24. Une issue est commune, donc A et B ne sont pas incompatibles.

(c) « A ou B » compte $6 + 5 - 1 = 10$ issues : $P(A \text{ ou } B) = \frac{10}{40} = 25\,\%$
(et non $\frac{11}{40}$).

(d) C : 1, 2, 3, 4, 5, aucun n'est un multiple de 6 : pas d'issue commune, donc incompatibles. On additionne : $P(A \text{ ou } C) = \frac{6}{40} + \frac{5}{40} = \frac{11}{40} = 0{,}275$.

Ex. 21 ★★☆ **La roue de la fête de Colmar**

(a) Angle $\div 360°$: $\frac{72}{360} = 0{,}2$; $\frac{108}{360} = 0{,}3$; $\frac{144}{360} = 0{,}4$; $\frac{36}{360} = 0{,}1$. La somme vaut bien 1.

(b) « A et B » : seulement le 4. Sa probabilité est 0,1.

(c) « A ou B » : 2, 3, 4, donc $P = 0{,}3 + 0{,}4 + 0{,}1 = 0{,}8$. Additionner $P(A) = 0{,}4$ et $P(B) = 0{,}5$ donnerait 0,9 : on compterait deux fois le 4, issue commune.

(d) Le contraire de « A et B » est « ne pas obtenir 4 » : issues 1, 2, 3. Sa probabilité est $1 - 0{,}1 = 0{,}9$.

Ex. 22 ★★★ **Deux dés à 4 faces au club de jeux de Lorient**

(a)

Somme	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8

Les cases manquantes sont 4 ; 4 ; 4 et 5 ; 7.

(b) Il y a $4 \times 4 = 16$ issues, toutes équiprobables. A est réalisé par (1 ; 4), (2 ; 3), (3 ; 2) et (4 ; 1) : $P(A) = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$. B est réalisé par les 4 issues de la ligne 4 et les 4 de la colonne 4, la case (4 ; 4) comptée une seule fois : $4 + 4 - 1 = 7$ issues, donc $P(B) = \frac{7}{16}$.

(c) Les issues communes à A et à B sont (1 ; 4) et (4 ; 1). Donc $P(A \text{ et } B) = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$.

(d) Non : A et B ont deux issues communes, (1 ; 4) et (4 ; 1). En additionnant, Tom trouverait $\frac{4}{16} + \frac{7}{16} = \frac{11}{16}$ et compterait ces issues deux fois. « A ou B » compte $4 + 7 - 2 = 9$ issues, donc $P(A \text{ ou } B) = \frac{9}{16}$.

(e) C est réalisé par (1 ; 1), (1 ; 2) et (2 ; 1) : aucune de ces issues n'a une somme de 5, donc A et C sont incompatibles. Ils ne sont pas contraires : (1 ; 3), par exemple, ne réalise ni A ni C ($4 + 3 = 7$ issues seulement sur 16). Comme ils sont incompatibles, $P(A \text{ ou } C) = \frac{4}{16} + \frac{3}{16} = \frac{7}{16}$.

Ex. 23 ★★★ **Figures et cartes rouges**

(a) « F et R » : les figures rouges, soit valet, dame et roi de cœur et de carreau, donc 6 cartes. $P(F \text{ et } R) = \frac{6}{32} = \frac{3}{16}$.

(b) Il y a 12 figures et 16 cartes rouges, et les 6 figures rouges sont communes : « F ou R » compte $12 + 16 - 6 = 22$ cartes. $P(F \text{ ou } R) = \frac{22}{32} = \frac{11}{16} = 0{,}6875$.

(c) « Ni F ni R » : tirer une carte noire qui n'est pas une figure (7, 8, 9, 10 ou as de pique ou de trèfle), soit $2 \times 5 = 10$ cartes : $P = \frac{10}{32} = \frac{5}{16}$. C'est le contraire de « F ou R » : $P = 1 - \frac{11}{16} = \frac{5}{16}$.

(d) Faux. Le contraire de « F et R » est « ne pas tirer une figure rouge ». Le 7 de cœur, par exemple, le réalise alors qu'il est rouge, donc il ne réalise pas « ni F ni R ». Sa probabilité est $1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16}$.

(e) Nombre attendu : $400 \times \frac{11}{16} = 275$. Nina peut s'attendre à obtenir « F ou R » environ 275 fois.

Ex. 24 ★★★ **La playlist aléatoire de Zoé**

(a) Il y a $6+8=14$ raps : $P(R)=\frac{14}{40}=0{,}35$, soit 35 %. Il y a $6+10+4=20$ morceaux en français : $P(F)=\frac{20}{40}=0{,}5$, soit 50 %.

(b) « R et F » : le premier morceau est un rap en français. Il y en a 6, donc $P(R \text{ et } F)=\frac{6}{40}=0{,}15$, soit 15 %.

(c) Non : en mathématiques, « ou » inclut le cas où les deux sont réalisés, donc un rap en français réalise « R ou F ». En comptant les 6 raps en français une seule fois : $14+20-6=28$ morceaux, donc $P(R \text{ ou } F)=\frac{28}{40}=0{,}7$, soit 70 %.

(d) Chaque morceau n'a qu'un seul genre : aucun n'est à la fois du rap et de la pop, donc R et G sont incompatibles. Il y a $10+7=17$ morceaux de pop, donc $P(R \text{ ou } G)=\frac{14}{40}+\frac{17}{40}=\frac{31}{40}=77{,}5\,\%$.

(e) Si Zoé ajoute x raps en anglais, « R ou F » compte $28+x$ morceaux sur $40+x$. Il faut $\frac{28+x}{40+x}=\frac{3}{4}$, soit $4(28+x)=3(40+x)$, donc $112+4x=120+3x$ et $x=8$. Vérification : $\frac{36}{48}=\frac{3}{4}=75\,\%$. Elle doit ajouter 8 raps en anglais.

4. *Issues non équiprobables : tableau de probabilités*

Ex. 25 ★☆☆ **Automatismes : la case manquante**

(a) $P(\text{sur le côté})=1-0{,}38=0{,}62$.

(b) $P(\text{jaune})=1-0{,}46-0{,}27=0{,}27$.

(c) $P(C)=1-\frac{1}{4}-\frac{1}{3}=\frac{12}{12}-\frac{3}{12}-\frac{4}{12}=\frac{5}{12}$.

(d) $P(\text{jazz})=100\,\%-35\,\%-20\,\%-30\,\%=15\,\%$.

(e) Les sept autres faces se partagent $1-0{,}3=0{,}7$, donc $P(1)=0{,}7\div 7=0{,}1$.

(f) Les issues 1, 20 et « de 2 à 19 » couvrent tous les cas : $P=1-\frac{1}{10}-\frac{1}{20}=\frac{20}{20}-\frac{2}{20}-\frac{1}{20}=\frac{17}{20}$.

Ex. 26 ★☆☆ **Automatismes : une roue à secteurs inégaux**

(a) La roue est complète : $360°-135°-45°-72°=108°$.

(b) $P(\text{rouge})=\frac{135}{360}=\frac{3}{8}$.

(c) $P(\text{vert})=\frac{72}{360}=\frac{1}{5}=0{,}2$.

(d) $P(\text{jaune})=\frac{108}{360}=\frac{3}{10}=30\,\%$.

(e) $P(\text{rouge ou bleu})=\frac{135+45}{360}=\frac{180}{360}=\frac{1}{2}$.

(f) Oui : $P(\text{rouge})=\frac{135}{360}$ et $P(\text{bleu})=\frac{45}{360}$, et $135=3\times 45$. Mia a raison.

Ex. 27 ★★☆ **Un événement, c'est une somme**

(a) A est formé des issues 2 et 4 : $P(A)=0{,}35+0{,}4=0{,}75$.

(b) B est formé des issues 1, 2 et 3 : $P(B)=0{,}15+0{,}35+0{,}1=0{,}6$.

(c) Les nombres premiers sont 2 et 3 : $0{,}35+0{,}1=0{,}45=45\,\%$.

(d) Non : le dé est truqué, on ne compte pas les issues, on additionne leurs probabilités : $P(1)+P(3)=0{,}15+0{,}1=0{,}25$. Hugo a tort.

(e) La face 4, car sa probabilité 0,4 est la plus grande du tableau.

Ex. 28 ★★☆ **Un sac de jetons regardé par couleur**

(a) Il y a $6+10+4=20$ jetons qui ont tous la même chance. $P(\text{vert})=\frac{6}{20}=\frac{3}{10}$, $P(\text{bleu})=\frac{10}{20}=\frac{1}{2}$, $P(\text{rouge})=\frac{4}{20}=\frac{1}{5}$.

(b) Non : ce sont les 20 jetons qui sont équiprobables, pas les 3 couleurs. Par exemple $P(\text{bleu})=\frac{1}{2}$, et non $\frac{1}{3}$.

(c) $P(\text{rouge ou vert})=\frac{1}{5}+\frac{3}{10}=\frac{2}{10}+\frac{3}{10}=\frac{5}{10}=50\,\%$. Il y a une chance sur deux de tirer un rouge ou un vert.

(d) Les $6+10=16$ jetons non rouges ne changent pas. Pour que $P(\text{rouge})=\frac{1}{3}$, il faut deux fois plus de non-rouges que de rouges, donc $16\div 2=8$ rouges. Il y a alors 24 jetons et $\frac{8}{24}=\frac{1}{3}$. Inès doit ajouter $8-4=4$ jetons rouges.

Ex. 29 ★★☆ **Le dé truqué de Sacha**

(a) Les faces 1 à 5 valent chacune p, et $P(6)=2\times p$. La somme vaut $5\times p+2\times p=7\times p$.

(b) La somme des probabilités vaut 1, donc $7\times p=1$ et $p=\frac{1}{7}$. Ainsi $P(1)=\frac{1}{7}$ et $P(6)=\frac{2}{7}$.

(c) Les issues paires sont 2, 4 et 6 : $\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{2}{7}=\frac{4}{7}$. La probabilité d'obtenir un nombre pair est $\frac{4}{7}$.

(d) $P(4)=1-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}-\frac{1}{4}=\frac{12}{12}-\frac{6}{12}-\frac{4}{12}-\frac{3}{12}=-\frac{1}{12}$. Une probabilité ne peut pas être négative : ce dé ne peut pas exister.

Ex. 30 ★★★ **Trois tableaux pour une toupie**

(a) $0{,}4+0{,}3+0{,}2+0{,}2=1{,}1$. La somme des probabilités de toutes les issues doit valoir 1, et ici elle dépasse 1 : le tableau de Noé est impossible.

(b) $0{,}5+0{,}45-0{,}15+0{,}2=1$: la somme fait bien 1. Mais une probabilité est toujours comprise entre 0 et 1, et $P(\text{C})=-0{,}15$ est négative. Jade a tort : son tableau est impossible.

Ex. 30 (suite)

(c) La somme des probabilités vaut 1 : $P(\text{E}) = 1 - 0{,}35 - 0{,}25 - 0{,}1 = 0{,}3$. La probabilité de la face E est 0,3.

(d) Les voyelles sont A et E : $P(V) = P(\text{A}) + P(\text{E}) = 0{,}35 + 0{,}3 = 0{,}65$.
Donc $P(V) = 65\,\%$.

(e) V est formé des issues A et E, et « obtenir B » de l'issue B. Ils n'ont aucune issue commune, donc ils sont incompatibles. Ils ne sont pas contraires, car l'issue C n'appartient à aucun des deux. On le voit aussi avec les probabilités : $0{,}65 + 0{,}25 = 0{,}9 \neq 1$.

Ex. 31 ★★★ **La roue ou l'urne ?**

(a) $105° + 165° + 90° = 360°$: la roue est complète. Les secteurs n'ont pas le même angle, donc les couleurs n'ont pas la même chance : $P(\text{rouge}) = \frac{165}{360} = \frac{11}{24}$ et $P(\text{bleu}) = \frac{90}{360} = \frac{1}{4}$, et ce n'est pas $\frac{1}{3}$. Kylian a tort.

(b) $P(\text{vert}) = \frac{105}{360} = \frac{7}{24}$. Au jeu 1, la probabilité de gagner est $\frac{7}{24}$.

(c) L'urne contient $4 + 6 + 3 = 13$ boules, qui ont toutes la même chance d'être tirées : $P(\text{verte}) = \frac{4}{13}$. Au jeu 2, la probabilité de gagner est $\frac{4}{13}$.

(d) On met les fractions au même dénominateur : $\frac{7}{24} = \frac{91}{312}$ et $\frac{4}{13} = \frac{96}{312}$. Comme $96 > 91$, Maëlys a plus de chances de gagner au jeu 2.

Ex. 32 ★★★ **Le dé à huit faces de Romane**

(a) Même si le dé est truqué, la somme des probabilités des huit faces vaut 1 : $4 \times p + 4 \times 2 \times p = 12 \times p = 1$, donc $p = \frac{1}{12}$. Ainsi $P(1) = \frac{1}{12}$ et $P(8) = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$.

(b) A est formé des issues 3 et 6 : $P(A) = \frac{1}{12} + \frac{2}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$. B est formé des issues 6, 7 et 8 : $P(B) = \frac{2}{12} + \frac{1}{12} + \frac{2}{12} = \frac{5}{12}$.

(c) « A et B » : 6. « A ou B » : 3, 6, 7 et 8. A et B ont l'issue 6 en commun : ils ne sont pas incompatibles, et $P(A) + P(B)$ compterait deux fois la probabilité de l'issue 6. Romane a tort.

(d) On additionne les probabilités des issues 3, 6, 7 et 8, chacune une seule fois : $P(A \text{ ou } B) = \frac{1}{12} + \frac{2}{12} + \frac{1}{12} + \frac{2}{12} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$.

(e) $450 \times \frac{1}{6} = 75$. Romane peut s'attendre à obtenir 8 environ 75 fois.

5. *Fréquence et probabilité*

Ex. 33 ★☆☆ **Automatismes : calculer une fréquence**

(a) $\frac{18}{40} = \frac{9}{20}$.

(b) $\frac{7}{25} = \frac{28}{100} = 28\,\%$.

(c) Le bleu sort $80 - 26 - 30 = 24$ fois, donc $f = \frac{24}{80} = 0{,}3$.

(d) Il y a $36 + 44 = 80$ lancers en tout, donc $f = \frac{36}{80} = 0{,}45 = 45\,\%$
(et pas $\frac{36}{44}$).

(e) $\frac{11}{200} = 0{,}055$.

Ex. 34 ★☆☆ **Automatismes : nombre attendu**

(a) $400 \times \frac{1}{8} = 50$: environ 50 fois.

(b) $300 \times 0{,}35 = 105$: environ 105 fois.

(c) $150 \times 0{,}2 = 30$: environ 30 morceaux de rap.

(d) Les multiples de 4 sont 4, 8 et 12, donc $P = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$.
Puis $600 \times \frac{1}{4} = 150$: environ 150 fois.

(e) $P(\text{jaune}) = \frac{72}{360} = \frac{1}{5}$. On cherche n tel que $n \times \frac{1}{5} = 70$, donc $n = 70 \times 5 = 350$: il faut environ 350 tours.

(f) Faux : $60 \times \frac{1}{6} = 10$ n'est qu'un ordre de grandeur. On peut obtenir 7, 12… fois le 6.

Ex. 35 ★★☆ **La punaise de Noé**

(a) $\frac{7}{10} = 0{,}7$; $\frac{24}{50} = 0{,}48$; $\frac{312}{500} = 0{,}624$; $\frac{3080}{5000} = 0{,}616$.

(b) Non : 10 lancers, c'est trop peu. La fréquence fluctue beaucoup (0,7, puis 0,48). Ce n'est qu'une indication, pas la probabilité.

(c) Sur un grand nombre de lancers, la fréquence se stabilise vers 0,62.
Donc $P(\text{pointe en haut}) \approx 0{,}62$ et $P(\text{pointe en bas}) \approx 1 - 0{,}62 = 0{,}38$.

(d) $200 \times 0{,}62 = 124$: on peut s'attendre à environ 124 fois « pointe en haut », pas exactement 124.

Ex. 36 ★★☆ **Un dé truqué ?**

(a) Yanis : $\frac{39}{150} = 0{,}26$. Chloé : $\frac{84}{350} = 0{,}24$.

(b) C'est la fluctuation : la fréquence change d'une série d'essais à l'autre. La probabilité d'obtenir le 6, elle, ne change pas.

(c) La série de Chloé : 350 lancers, c'est plus que 150. Plus le nombre d'essais est grand, plus la fréquence a de chances d'être proche de la probabilité. On estime donc $P(6) \approx 0{,}24$.

Ex. 36 **(suite)**

(d) Non. Sur les $150 + 350 = 500$ lancers, on a obtenu $39 + 84 = 123$ fois le 6. La fréquence est $\frac{123}{500} = 0{,}246$, et non 0,25. Les deux séries n'ont pas le même nombre de lancers : on additionne les effectifs, pas les fréquences. Max a tort.

(e) Oui. Sur 500 lancers, un grand nombre d'essais, la fréquence du 6 est 0,246, nettement plus grande que 0,167. Chaque série donne aussi une fréquence plus grande : 0,26 et 0,24. On peut penser que le dé est truqué, avec $P(6) \approx 0{,}25$.

Ex. 37 ★★☆ **Vrai ou faux sur le hasard**

(a) Faux : le hasard n'a pas de mémoire. La pièce est équilibrée, donc $P(\text{face}) = \frac{1}{2}$ à chaque lancer.

(b) Faux : 12 lancers, c'est trop peu pour conclure. Il faudrait un grand nombre de lancers.

(c) Vrai : $P(\text{orange}) = \frac{1}{5} = 0{,}2$. Sur un grand nombre de tours, la fréquence se stabilise autour de la probabilité.

(d) Faux : la fréquence fluctue d'une série à l'autre. Les deux classes trouveront sans doute des fréquences différentes.

(e) Faux : $f = \frac{10}{64} = 0{,}156\,25 = 15{,}625\,\%$. On divise par le nombre total de lancers, pas par 100.

Ex. 38 ★★★ **L'urne mystère du club de Rennes**

(a) Lina : $f = \frac{14}{40} = 0{,}35$. Malo : $f = \frac{36}{160} = 0{,}225$. La fréquence de « rouge » vaut 0,35 pour Lina et 0,225 pour Malo.

(b) Moyenne : $\frac{0{,}35+0{,}225}{2} = 0{,}2875$. Sur les 200 tirages, on a obtenu $14 + 36 = 50$ boules rouges, donc $f = \frac{50}{40+160} = \frac{50}{200} = 0{,}25$. Malo a tort : on additionne les effectifs, pas les fréquences. La moyenne ne marche pas ici, car les deux séries n'ont pas le même nombre de tirages.

(c) Sur 200 tirages, un grand nombre, $f = 0{,}25$, donc $P(\text{rouge}) \approx 0{,}25$. L'urne contient environ $20 \times 0{,}25 = 5$ boules rouges. Lina a tort : elle a calculé $20 \times 0{,}35 = 7$, mais 40 tirages, c'est trop peu, sa fréquence fluctue beaucoup. Ce n'est qu'une estimation : on pense plutôt à 5 boules rouges.

Ex. 39 ★★★ **Le dé à 4 faces de Clara**

(a) $800 - 176 - 248 - 192 = 184$. Clara a obtenu le 3 exactement 184 fois.

Ex. 39 **(suite)**

(b) $\frac{176}{800} = 0{,}22 = 22\,\%$; $\frac{248}{800} = 0{,}31 = 31\,\%$; $\frac{184}{800} = 0{,}23 = 23\,\%$; $\frac{192}{800} = 0{,}24 = 24\,\%$.

Face	1	2	3	4
Effectif	176	248	184	192
Fréquence (en %)	22	31	23	24

(c) Pour un dé équilibré, chaque face a une probabilité de $\frac{1}{4} = 25\,\%$. Sur 800 lancers, c'est-à-dire un grand nombre d'essais, la fréquence devrait être proche de 25 %. Or le 2 sort avec une fréquence de 31 %, ce qui est nettement plus. Le dé ne semble donc pas équilibré.

(d) Le nombre pair est sorti $248 + 192 = 440$ fois, donc $f = \frac{440}{800} = 0{,}55$. Comme il y a eu beaucoup de lancers, on estime $P(\text{pair}) \approx 0{,}55$.

(e) Hugo a tort : le hasard n'a pas de mémoire. Les lancers précédents ne changent rien au dé. Au prochain lancer, la probabilité d'obtenir le 2 reste la même : on l'estime à environ 0,31.

Ex. 40 ★★★ **La roue de la kermesse de Colmar**

(a) $P(\text{Gagné}) = \frac{54}{360} = \frac{3}{20} = 0{,}15 = 15\,\%$. La probabilité de tomber sur « Gagné » vaut $\frac{3}{20}$, soit 15 %.

(b) Enzo a divisé par le nombre de « Perdu » au lieu du nombre total de tours. La bonne fréquence est $f = \frac{12}{60} = 0{,}2 = 20\,\%$.

(c) $f = \frac{33}{240} = 0{,}1375 = 13{,}75\,\%$. La fréquence change d'une série d'essais à l'autre : c'est la fluctuation. La probabilité reste 15 % puisque la roue n'a pas changé.

(d) $2\,000 \times \frac{3}{20} = 300$. On peut s'attendre à environ 300 lots gagnés. Ce n'est qu'un ordre de grandeur : le nombre réel de « Gagné » peut être un peu plus grand. Il vaut donc mieux prévoir un peu plus que 300 lots.

6. *Problèmes : jeux, urnes, roues, expériences en deux étapes*

Ex. 41 ★☆☆ **Automatismes : calculs directs**

(a) Multiples de 4 : 4, 8, 12, soit 3 issues sur 12. $P = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$.

(b) Le mot a 11 lettres, dont 2 I. $P = \frac{2}{11}$.

(c) 4 as sur 32 cartes : $P = \frac{4}{32} = 0{,}125$.

(d) $P = \frac{9}{20} = 0{,}45 = 45\,\%$.

(e) Nombres premiers : 2, 3, 5, 7, soit 4 issues sur 8. $P = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$.

Ex. 41 (suite)

(f) $25 - 15 = 10$ garçons. $P = \dfrac{10}{25} = 0{,}4$.

Ex. 42 ★☆☆ Automatismes : on ajoute, on retire

(a) 12 boules en tout. $P(\text{bleue}) = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$.

(b) 7 bleues et 15 boules en tout : $P(\text{bleue}) = \frac{7}{15}$.

(c) 4 rouges et 10 boules en tout : $P(\text{rouge}) = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$.

(d) 6 rouges et 10 boules en tout : $P(\text{rouge}) = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$.

(e) 6 vertes et 16 boules en tout : $P(\text{verte}) = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$.

Ex. 43 ★★☆ Quel stand choisir à la kermesse ?

(a) 5 secteurs gagnants sur 12 : $P(\text{gagner en A}) = \frac{5}{12}$.

(b) 3 jetons gagnants sur 8 : $P(\text{gagner en B}) = \frac{3}{8}$.

(c) $\frac{5}{12} = \frac{10}{24}$ et $\frac{3}{8} = \frac{9}{24}$. Comme $\frac{10}{24} > \frac{9}{24}$, Inès a intérêt à jouer au stand A.

(d) Non. Il faut comparer des probabilités, pas des nombres : $P(\text{perdre en A}) = \frac{7}{12} = \frac{14}{24}$ et $P(\text{perdre en B}) = \frac{5}{8} = \frac{15}{24}$. On perd plus souvent au stand B : Malo a tort.

(e) Le sac a 4 gagnants sur 9 jetons : $\frac{4}{9} = \frac{16}{36}$, et $\frac{5}{12} = \frac{15}{36}$. Comme $\frac{16}{36} > \frac{15}{36}$, c'est maintenant le stand B qui est le plus avantageux.

Ex. 44 ★★☆ Composer une urne à rebours

(a) $\frac{3}{10}$ de 30 : $30 \div 10 \times 3 = 9$. Lina doit mettre 9 boules rouges.

(b) $0{,}2 \times 30 = 6$. Lina doit mettre 6 boules vertes.

(c) $30 - 9 - 6 = 15$ noires, donc $P(\text{noire}) = \frac{15}{30} = 0{,}5 = 50\,\%$. La probabilité de tirer une boule noire est de 50 %.

(d) Il faudrait $30 \div 4 = 7{,}5$ boules jaunes : ce n'est pas un nombre entier. Une telle urne est donc impossible.

Ex. 45 ★★☆ Deux dés et un jeu de plateau

(a) Lignes : dé rouge de 1 à 6 ; colonnes : dé bleu de 1 à 6 ; chaque case contient la somme. Il y a $6 \times 6 = 36$ issues de même chance.

(b) Non. $(2\,;5)$ (rouge 2, bleu 5) et $(5\,;2)$ sont deux cases différentes. Les cases de somme 7 sont $(1\,;6)$, $(6\,;1)$, $(2\,;5)$, $(5\,;2)$, $(3\,;4)$, $(4\,;3)$: $P(\text{somme } 7) = \frac{6}{36} = \frac{1}{6}$.

(c) La somme 7 occupe 6 cases (une diagonale entière), les sommes 6 et 8 seulement 5 cases, les autres moins. La somme la plus probable est 7.

(d) Sans aucun 6 : $5 \times 5 = 25$ issues. « Au moins un 6 » est le contraire de « aucun 6 », donc $P = 1 - \frac{25}{36} = \frac{11}{36}$.

Ex. 45 (suite)

(e) Les doubles sont $(1\,;1)$, $(2\,;2)$, …, $(6\,;6)$, soit 6 cases : $P(\text{double}) = \frac{6}{36} = \frac{1}{6} \approx 16{,}7\,\%$. Ne pas rejouer est le contraire : $1 - \frac{1}{6} = \frac{5}{6} \approx 83{,}3\,\%$. Noé a environ 83,3 % de chances de ne pas rejouer.

Ex. 46 ★★★ Les deux roues de la fête foraine

(a)

×	**1**	**2**	**3**	**4**
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

Le tableau a $4 \times 4 = 16$ cases, toutes de même chance : il y a 16 issues.

(b) Les 9 produits n'ont pas la même chance : ce ne sont pas des issues équiprobables. Les issues sont les 16 cases, et $(1\,;4)$ et $(4\,;1)$ sont deux issues différentes. Le produit 4 correspond à $(1\,;4)$, $(2\,;2)$ et $(4\,;1)$, donc $P(\text{produit } 4) = \frac{3}{16}$.

(c) Le produit est impair seulement si les deux nombres sont impairs : $(1\,;1)$, $(1\,;3)$, $(3\,;1)$, $(3\,;3)$, soit 4 cases. Il reste $16 - 4 = 12$ cases paires : $P(\text{produit pair}) = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} = 75\,\%$. La probabilité que le produit soit pair est de 75 %.

(d) Multiples de 3 : $(1\,;3)$, $(3\,;1)$, $(2\,;3)$, $(3\,;2)$, $(3\,;3)$, $(3\,;4)$, $(4\,;3)$, soit 7 cases. Supérieur ou égal à 12 : $(3\,;4)$, $(4\,;3)$, $(4\,;4)$. Les cases $(3\,;4)$ et $(4\,;3)$ sont déjà comptées : on ajoute seulement $(4\,;4)$. $7 + 1 = 8$ cases, donc $P = \frac{8}{16} = \frac{1}{2}$. Mathis a une chance sur deux de gagner une peluche.

Ex. 47 ★★★ Contraires ou incompatibles ? Une soirée cartes

(a) $P(A) = \dfrac{13}{52} = \dfrac{1}{4}$; $P(B) = \dfrac{26}{52} = \dfrac{1}{2}$; $P(C) = \dfrac{3 \times 4}{52} = \dfrac{12}{52} = \dfrac{3}{13}$.

(b) Un cœur est rouge, donc il n'est jamais noir : aucune issue n'est commune à A et à B, les événements sont incompatibles. Ils ne sont pas contraires, car un carreau ne réalise ni A ni B : on peut n'avoir ni l'un ni l'autre. A et B sont donc incompatibles mais pas contraires.

(c) A et B sont incompatibles, donc $P(A \text{ ou } B) = P(A) + P(B) = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$ (13 cœurs + 26 noires = 39 cartes sur 52). La probabilité est $\frac{3}{4}$.

Ex. 47 **(suite)**

(d) A et C ne sont pas incompatibles : le valet, la dame et le roi de cœur réalisent les deux, et Léa les compte deux fois. En comptant les issues : 13 cœurs + 9 figures qui ne sont pas des cœurs = 22 cartes. $P(A \text{ ou } C) = \frac{22}{52} = \frac{11}{26}$
(et non $\frac{25}{52}$).

(e) « A ou B » est réalisé par les cœurs et les cartes noires. Son contraire est donc « tirer un carreau ». Sa probabilité est $1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$, ce qui correspond bien à $\frac{13}{52}$.

Ex. 48 ★★★ **Le dé à 20 faces ou l'urne dorée ?**

(a) Jeu 1 : les nombres premiers de 1 à 20 sont 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 et 19, soit 8 issues sur 20 : $P = \frac{8}{20} = \frac{2}{5} = 40\,\%$.
Jeu 2 : il y a 9 boules en tout, donc $P = \frac{4}{9} \approx 44{,}4\,\%$.

(b) Je mets les fractions au même dénominateur : $\frac{2}{5} = \frac{18}{45}$ et $\frac{4}{9} = \frac{20}{45}$. Comme $\frac{20}{45} > \frac{18}{45}$, Sacha doit choisir le jeu 2.

(c) Nombre attendu : $90 \times \frac{4}{9} = 40$. Sacha peut espérer gagner environ 40 parties. 37 est proche de 40 : l'écart vient de la fluctuation, ce n'est pas anormal.

(d) J'essaie : avec 6 boules dorées ajoutées, il y a $4 + 6 = 10$ dorées sur $9 + 6 = 15$ boules, et $\frac{10}{15} = \frac{2}{3}$. Avec 5 ajoutées, on obtient $\frac{9}{14}$, ce qui est moins que $\frac{2}{3}$. Il doit donc ajouter 6 boules dorées.

(e) Sans retrait, $\frac{4}{9} \approx 0{,}444$. En retirant 1 boule dorée, on obtient $\frac{3}{8} = 0{,}375$. Ensuite, $\frac{2}{7} \approx 0{,}286$, puis $\frac{1}{6}$ et 0 : la probabilité ne fait que baisser. Elle passe de 0,444 à 0,375 sans jamais valoir 0,4. C'est donc impossible : il faudrait retirer un nombre de boules qui n'est pas entier.