

Exercice 5

Composition par âge et mortalité à Madagascar (2010-2014)

Corrigé

- 1) Représentez sur un graphique la structure par âge (sans distinguer les hommes et les femmes) de la population de Madagascar et de la France au 1^{er} juillet 2012. Comparez brièvement la part de 0-19 ans, 20-59 ans et 60 ans et plus dans ces deux populations.
- 2) Calculez les taux de mortalité pour chaque groupe d'âges à Madagascar pour la période 2010-2014. Comparez brièvement la mortalité par groupe d'âges de ce pays à celle de la France.
- 3) Calculez le taux brut de mortalité de Madagascar et de la France pour la période 2010-2014. Expliquez le plus clairement possible pourquoi les résultats des questions 2 et 3 ne sont pas incohérents en dépit des apparences.
- 4) À partir de la méthode de votre choix, calculez un indice standardisé de mortalité qui permette de comparer l'intensité moyenne de la mortalité dans ces deux pays au cours de la période 2010-2014.
- 5) Synthétisez l'ensemble de vos résultats dans un commentaire dont l'objet est de caractériser la composition par âge et la mortalité à Madagascar au cours de la période 2010-2014.

Corrigé

1) Pour comparer graphiquement la structure par âge de Madagascar à celle de la France, la meilleure solution consiste à superposer les histogrammes. Par ailleurs, comme ces deux populations comptent un nombre d'habitants très différent, il faut tracer les histogrammes en fréquences relatives (pour 100, pour 1 000, etc.). Pour Madagascar, on dispose pour chaque groupe d'âges i du nombre d'hommes ($n_{H,i}$) et de la proportion d'hommes ($f_{H/i}$). On peut donc assez facilement en déduire la population totale pour chaque groupe d'âges, hommes et femmes réunis. En effet, la part d'hommes au sein d'un groupe d'âges est le rapport entre le nombre d'hommes de cet âge et l'effectif total (hommes et femmes réunis) de ce groupe d'âges :

$$f_{H/i} = \frac{n_{H,i}}{n_i}$$

Par conséquent : $n_i = \frac{n_{H,i}}{f_{H/i}}$

Par exemple, le nombre total d'enfants âgés de 0-9 ans (en milliers) le 1^{er} juillet 2012 est :

$$n_{0-9} = \frac{n_{H,0-9}}{f_{H/0-9}} = \frac{3\,353}{0,50} = 6\,706$$

Il y a donc 6,706 millions d'enfants âgés de 0-9 ans le 1^{er} juillet 2012.

Pour la France, le calcul est différent puisque les données dont on dispose sont différentes. Toutefois, à partir de l'effectif de femmes ($n_{F,i}$) et du rapport de masculinité (RM_i), il est possible de calculer pour chaque groupe d'âges i l'effectif total :

$$RM_i = \frac{n_{H,i}}{n_{F,i}} \times 100$$

$$n_{H,i} = \frac{RM_i}{100} \times n_{F,i}$$

$$n_i = n_{H,i} + n_{F,i} = \frac{RM_i}{100} \times n_{F,i} + n_{F,i} = n_{F,i} \times \left(\frac{RM_i}{100} + 1 \right)$$

Par exemple, le nombre d'enfants âgés de 0-9 ans (en milliers) en France le 1^{er} juillet 2012 est :

$$n_{0-9} = n_{F,0-9} \times \left(\frac{RM_{0-9}}{100} + 1 \right) = 3\,824 \times \left(\frac{105}{100} + 1 \right) = 3\,824 \times (1,05 + 1) = 3\,824 \times 2,05 = 7\,839$$

Le 1^{er} juillet 2012, on dénombre donc 7,839 millions d'enfants de moins de 10 ans.

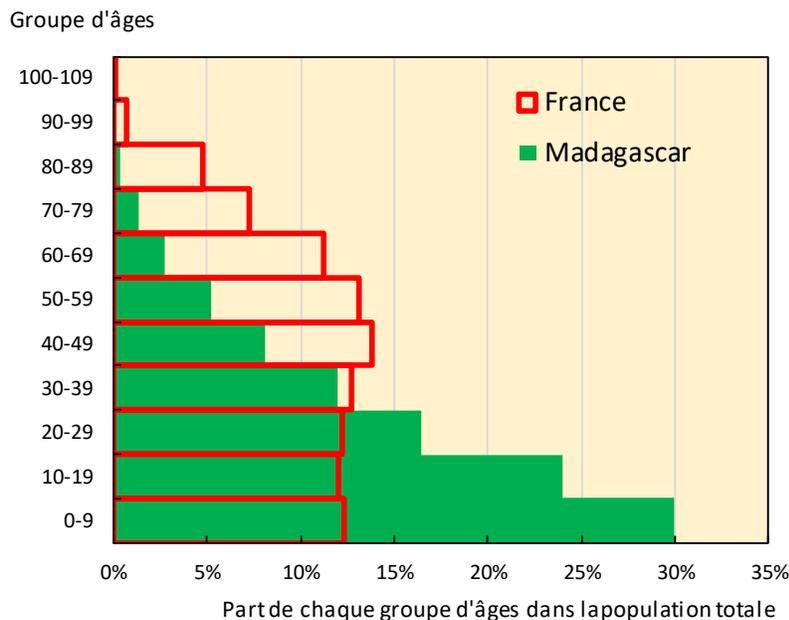
Tableau 1. Synthèse des résultats : Distribution et répartition par groupe d'âges des populations de Madagascar et de la France au 1^{er} juillet 2012

Groupe d'âges	Madagascar		France	
	Ensemble H+F (en milliers)	Ensemble H+F (en %)	Ensemble H+F (en milliers)	Ensemble H+F (en %)
0-9	6 706	30,0%	7 839	12,3%
10-19	5 361	24,0%	7 621	12,0%
20-29	3 686	16,4%	7 774	12,2%
30-39	2 678	12,0%	8 110	12,7%
40-49	1 800	8,0%	8 749	13,7%
50-59	1 156	5,2%	8 308	13,1%
60-69	614	2,7%	7 117	11,2%
70-79	293	1,3%	4 616	7,3%
80-89	83	0,4%	3 030	4,8%
90-99	7	0,0%	458	0,7%
100-109	0	0,0%	17	0,0%
Total	22 384	100,0%	63 639	100,0%

La population de la France compte près de trois fois plus d'habitants que celle de Madagascar (64,6 millions contre 22,4 millions). De ce fait, pour comparer les structures âges, il est préférable d'utiliser les pourcentages.

Un histogramme suppose de calculer au préalable les densités de population (rapport entre l'effectif d'un groupe d'âges et l'amplitude de ce dernier), puisque ce sont les surfaces de chaque barre et non leurs longueurs qui sont proportionnelles aux effectifs (ou aux proportions). Dans le cas présent, cette démarche est simplifiée puisque tous les groupes d'âges ont la même amplitude. On peut donc conserver les proportions calculées et représenter sur l'axe des abscisses le poids de chaque groupe d'âges décennal dans la population. Il est également possible de mentionner le poids moyen de chaque âge au sein de la population totale. Comme l'amplitude de chaque classe est de 10 ans, les calculs se limitent à déplacer la virgule vers la gauche d'une unité. Par exemple, si les 0-9 ans en France représentent 12% de la population, cela signifie qu'en moyenne la part des enfants de chacun des âges compris entre 0 et 10 ans exacts dans la population totale est de 1,2%.

Figure 1. Structure par âge de la population de Madagascar et de la France en 2012



Plus d'un Malgache sur deux (54 %) est âgé de moins de 20 ans, alors qu'en France à peine un habitant sur quatre a moins de 20 ans (24 %). En France, les 60 ans et + sont en revanche aussi nombreux que les moins de 20 ans, tandis qu'à Madagascar, ils ne représentent que 4 % de la population. La population malgache est donc extrêmement jeune, tandis que celle de la France est bien plus âgée.

2) Le taux de mortalité par âge est le rapport entre le nombre annualisé de décès à cet âge et la population moyenne de cet âge. La population moyenne correspond à la moyenne des effectifs de personnes de cet âge présentes à chaque borne de l'intervalle de temps correspondant à la période étudiée.

Dans le cas présent, le taux de mortalité pour le groupe d'âge $x, x+4$ ans révolus au cours de la période 2010-2014 (soit du 1^{er} janvier 2010 au 1^{er} janvier 2015) s'écrit :

$$t_{x,x+4}^{2010-2014} = \frac{\frac{D_{x,x+4}^{2010-2014}}{5}}{\frac{P_{x,x+4}^{1/1/2010} + P_{x,x+4}^{1/1/2015}}{2}}$$

Sous réserve que la population évolue de manière linéaire, la population moyenne correspond à l'effectif de personnes présentes au milieu de l'intervalle de temps considéré. Ici, le centre de la période 2010-2014 correspond au 1^{er} juillet 2012. La question 1 a précisément permis de déterminer les effectifs par groupe d'âges au 1^{er} juillet 2012. Le taux de mortalité à l'âge $x,x+4$ ans révolus s'écrit donc :

$$t_{x,x+4}^{2010-2014} = \frac{D_{x,x+4}^{2010-2014}}{P_{x,x+4}^{1/7/2012}}$$

Exemple de calcul pour le taux de mortalité à 0-9 ans au cours de la période 2010-2014 à Madagascar :

$$t_{0-9}^{2010-2014} = \frac{\frac{D_{0-9}^{2010-2014}}{5}}{P_{0-9}^{1/7/2012}} = \frac{241}{6\,706} = \frac{48,2}{6\,706} = 0,0072 = 7,2\text{‰}$$

Entre les 1^{er} janvier 2010 et 2015, on a dénombré 241 mille décès d'enfants âgés de 0-9 ans, soit en moyenne 48,2 milliers par an pour un effectif moyen d'enfants de ce groupe d'âges de 6,706 millions. Le taux de mortalité des 0-9 ans dans la première moitié des années 2010 à Madagascar est donc de 7,2 ‰ (synthèse des résultats dans le tableau 2).

On peut comparer les taux de mortalité par groupe d'âges de Madagascar à ceux de la France en divisant ceux de Madagascar par ceux de la France (tableau 2). À tous les âges, la mortalité à Madagascar est supérieure à celle de la France. C'est tout particulièrement le cas aux jeunes âges. Ainsi, la proportion de décès avant 10 ans est 18 fois plus élevée à Madagascar qu'en France. On meurt également 10 fois plus entre 10 et 20 ans à Madagascar qu'en France. La surmortalité diminue ensuite progressivement. En effet, à mesure que l'âge augmente, les risques de décès augmentent aussi en France, et ce d'autant plus rapidement que les décès aux jeunes âges sont peu nombreux. À terme (c'est-à-dire à mesure que l'on se rapproche de l'âge limite qu'un homme ou une femme peut espérer atteindre), les taux de mortalité des deux pays convergent, ce qui se traduit par une surmortalité par groupe d'âges à Madagascar de plus en plus faible par rapport à la France.

Tableau 2. Synthèse des résultats. Taux de mortalité par groupe d'âges (en ‰) à Madagascar et comparaison avec ceux de la France

Groupe d'âges	Madagascar				France	Comparaison
	Décès 2010-2014 (en milliers)	Décès annuels moyens (en milliers)	Population au 1/1/2012 (en milliers)	Taux de mortalité (en ‰)	Taux de mortalité (en ‰)	Taux Madagascar / Taux France
0-9	241	48,2	6 706	7,2	0,4	18,0
10-19	53	10,6	5 361	2,0	0,2	10,0
20-29	52	10,4	3 686	2,8	0,5	5,6
30-39	55	11,0	2 678	4,1	0,8	5,1
40-49	60	12,0	1 800	6,7	2,0	3,4
50-59	69	13,8	1 156	11,9	5,0	2,4
60-69	84	16,8	614	27,4	9,2	3,0
70-79	99	19,8	293	67,6	21,6	3,1
80-89	60	12,0	83	144,6	67,1	2,2
90+	10	2,0	7	285,7	255,1	1,1
Ensemble	783	156,6	22 384	7,0		

3) Le taux brut de mortalité à Madagascar peut se calculer simplement en divisant le nombre annuel moyen de décès au cours de la période 2010-2014 par la population moyenne de cette période (soit celle du 1^{er} juillet 2012) :

$$TBM_{2010-2014}^{Madagascar} = \frac{D_{2010-2014}^{Madagascar}}{P_{1/1/2012}^{Madagascar}} = \frac{783}{22\,384} = \frac{156,6}{22\,384} = 0,0070 = 7,0\text{‰}$$

Il s'élève à 7 décès pour 1 000 habitants.

Pour la France, on peut utiliser les résultats de la question 1 (répartition de la population par groupe d'âges de 10 ans) et les taux de mortalité par groupe d'âges (tableau 4 de l'énoncé). On peut ainsi calculer la moyenne des taux de mortalité par groupe d'âges pondérée par la structure par âge :

$$TBM_{2010-2014}^{France} = \sum t_i^{France} \times f_i^{France} = (t_{0-9}^{France} \times f_{0-9}^{France}) + (t_{10-19}^{France} \times f_{10-19}^{France}) + \dots + (t_{90+}^{France} \times f_{90+}^{France})$$

$$TBM_{2010-2014}^{France} = (0,4 \times 0,123) + (0,2 \times 0,120) + \dots + (255,1 \times 0,007) = 8,8\text{‰}$$

Le taux brut de mortalité de la France est donc supérieur à celui de Madagascar (8,8 ‰ contre 7,0 ‰) alors que les taux de mortalité par groupe d'âges en France sont tous bien inférieurs à ceux de Madagascar. Ces résultats ne sont pas incohérents. En effet, la population malgache est plus jeune que celle de la France. Or la mortalité augmente avec l'âge. De ce fait, la population soumise aux risques élevés de décéder est relativement faible à Madagascar. Par exemple, à Madagascar 90,5 % de la population (les 0-49 ans) ont un taux de mortalité inférieur à 10 ‰ tandis que c'est le cas de 87,2 % de la population en France (les 0-69 ans). C'est la raison pour laquelle, en proportion, on observe un peu moins de décès au sein de l'ensemble de la population de Madagascar qu'en France. Cet indicateur reflète mal les écarts d'intensité de la

mortalité à chaque âge entre ces deux pays en raison d'un effet de structure par âge favorable à Madagascar.

4) Pour corriger cet effet de structure, il est nécessaire de calculer des indices standardisés de mortalité. Ici on disposait de toutes les informations permettant la mise en œuvre de la méthode de la population-type et de celle des taux-types.

- Standardisation avec la méthode de la population-type

On peut prendre la structure par âge de la population malgache comme structure type. On va donc calculer le taux brut de mortalité qu'aurait la France si sa structure par âge était la même que celle de Madagascar. Cette moyenne fictive sera comparée à celle réelle de Madagascar :

$$\text{Indice standardisé de mortalité : } \frac{TBM_{2010-2014}^{Madagascar}}{\sum t_i^{France} \times f_i^{Madagascar}}$$

$$\sum t_i^{France} \times f_i^{Madagascar} = (t_{0-9}^{France} \times f_{0-9}^{Madagascar}) + (t_{10-19}^{France} \times f_{10-19}^{Madagascar}) + \dots + (t_{90+}^{France} \times f_{90+}^{Madagascar})$$

$$\sum t_i^{France} \times f_i^{Madagascar} = (0,4 \times 0,300) + (0,2 \times 0,240) + \dots + (255,1 \times 0,000) = 1,6 \text{ ‰}$$

Si la structure par âge de la France était la même que celle de Madagascar, la moyenne des taux de mortalité par groupe d'âges serait de 1,6 ‰. Cela signifie qu'en moyenne la mortalité à Madagascar est à chaque âge 4 fois plus élevée que celle observée en France :

$$\frac{TBM_{2010-2014}^{Madagascar}}{\sum t_i^{France} \times f_i^{Madagascar}} = \frac{7,0}{1,6} = 4,4$$

- Standardisation avec la méthode des taux-types

Le calcul est le même. Mais c'est la manière de l'expliquer qui change. Cette fois, le sens de la moyenne des taux de mortalité par groupe d'âges de la France pondérée par la structure par âge de Madagascar est le suivant : si à Madagascar la mortalité à chaque âge était celle de la France, le taux brut de mortalité de Madagascar serait de 1,6 ‰, soit 4,4 fois moins élevé que la valeur réelle.

5) Commentaire

En juillet 2012, Madagascar comptait 22,4 millions d'habitants dont plus de la moitié (54 %) est âgée de moins de 20 ans. Les personnes âgées de 60 ans ou plus ne représentent que 4 % de l'effectif de cette population. Cette structure par âge très jeune contraste fortement avec celle d'un pays comme la France où la part de personnes âgées de 60 ans ou plus (24 %) est aussi importante que celle des jeunes âgés de moins de 20 ans.

Cette structure par âge parfaitement pyramidale (une base élargie qui se rétrécit de façon quasi-linéaire) est largement expliquée par le niveau important de la mortalité qui ampute à chaque âge une fraction notable de la population. En moyenne, l'intensité de la mortalité à Madagascar est plus de quatre fois supérieure à celle de la France ; entre 0 et 10 ans, le taux de mortalité malgache est même 18 fois supérieur à celui de la France. Cette surmortalité est particulièrement importante avant 40 ans : par rapport au niveau de la France, la mortalité est ainsi 10 fois plus importante entre 10 et 20 ans et 5 fois plus élevée entre 20 et 40 ans.

Néanmoins, en dépit de cette mortalité importante à Madagascar, le taux brut de mortalité est plus faible que celui de la France (7 ‰ contre 8,8 ‰). En d'autres termes, pour 1 000 malgaches, on dénombre chaque année en moyenne 7 décès, tandis qu'en France on en compte près de 9. En fait, à Madagascar, plus de 80 % de la population a moins de 40 ans ; or à ces âges, la mortalité reste relativement faible. En France, en revanche, un habitant sur quatre a 60 ans ou plus, un âge à partir duquel la mortalité commence à être élevée. Comme il y a plus de personnes âgées en France, il est normal qu'en proportion davantage de décès soient dénombrés. Il s'agit là d'un paradoxe de la mesure de la mortalité dans les pays les plus riches et dans ceux en voie de développement.

Annexes : Données de l'exercice

Tableau 1. Distribution des hommes selon le groupe d'âges (effectifs en milliers) à Madagascar et part des hommes au sein de chaque groupe d'âges au 1^{er} juillet 2012

Groupe d'âges	Effectif d'hommes (en milliers)	% Hommes
0-9	3 353	50%
10-19	2 627	49%
20-29	1 806	49%
30-39	1 312	49%
40-49	864	48%
50-59	555	48%
60-69	270	44%
70-79	132	45%
80-89	40	48%
90-99	4	57%
Total	10 963	49%

Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, DVD Edition.

Lecture : Le 1^{er} juillet 2012, l'effectif estimé de garçons âgés de 0-9 ans est de 3,353 millions. Les garçons représentent la moitié des enfants âgés de 0-9 ans.

Tableau 2. Distribution des décès (effectifs en milliers) au cours des années 2010-2014 à Madagascar

Groupe d'âges	Décès (en milliers)
0-9	241
10-19	53
20-29	52
30-39	55
40-49	60
50-59	69
60-69	84
70-79	99
80-89	60
90-99	10
Total	782

Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, DVD Edition.

Lecture : Entre les 1^{er} janvier 2010 et 2015, 241 000 décès d'enfants de 0-9 ans ont été dénombrés.

Tableau 3. Distribution des femmes selon le groupe d'âges (effectifs en milliers) et rapport de masculinité selon le groupe d'âges (pour 100 femmes) au 1^{er} juillet 2012 en France

Groupe d'âges	Effectifs de femmes (en milliers)	Rapport de masculinité pour 100 femmes (RM)
0-9	3 824	105,0
10-19	3 721	104,8
20-29	3 805	104,3
30-39	3 987	103,4
40-49	4 359	100,7
50-59	4 230	96,4
60-69	3 659	94,5
70-79	2 513	83,7
80-89	1 907	58,9
90-99	332	38,0
100-109	15	15,6
Total	32 337	96,7

Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, DVD Edition.

Lecture : Le 1^{er} juillet 2012, on dénombre 3,824 millions de filles âgées de 0-9 ans révolus. Au sein de ce groupe d'âges, on dénombre 105 garçons pour 100 filles.

Tableau 4. Taux de mortalité par groupes d'âges (en ‰) en France (hommes et femmes réunis) au cours de la période 2010-2014

Groupe d'âges	Taux de mortalité (pour ‰)
0-9	0,4
10-19	0,2
20-29	0,5
30-39	0,8
40-49	2,0
50-59	5,0
60-69	9,2
70-79	21,6
80-89	67,1
90+	255,1

Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, DVD Edition.

Lecture : Au cours de la période 2010-2014, 5 personnes âgées de 50-59 sur 1000 décèdent en moyenne chaque année.

Carte de Madagascar



M A D A G A S C A R