

Exercice 2. Applications diverses

CORRIGE**1) Evolution démographique de la commune de Nantes**

- A partir des données des tableaux POP T1M et POP G1 diffusés par l'Insee, calculez les indicateurs démographiques pour la période « 1999 à 2010 ».
- Dans le cadre d'une note de quelques lignes destinée aux services municipaux de cette commune, donnez à chacun de ces indicateurs un sens concret.

Corrigé

- Calcul de la variation annuelle moyenne de la population en %.

Il s'agit du taux de solde annuel moyen (TA) qui correspond au rapport entre le solde annuel moyen et la population en milieu de période (ou population moyenne) :

$$TA = \frac{\frac{P_{2010} - P_{1999}}{2}}{\frac{P_{1999} + P_{2010}}{2}} = \frac{284\,970 - 270\,343}{270\,343 + 284\,970} = 0,005 = 0,5 \%$$

- Calcul des taux de natalité (TBN) et de mortalité (TBM)

Il s'agit du rapport entre le nombre de naissances dénombrés en moyenne chaque année au cours de la période considérée (ici 1999-2009) et la population en milieu de période. Dans le cas présent, on connaît la série des naissances annuelles à partir de l'année 2001. Il manque deux années d'observations sur les 11 années que compte la période 1999-2010. Comme le nombre de naissances varie très peu d'une année à l'autre, on peut approcher le nombre annuel moyen de naissances entre 1999 et 2009 en effectuant la moyenne annuelle des naissances au cours des années 2001-2009 :

$$\begin{aligned} \bar{N}_{1999-2009} &\approx \bar{N}_{2001-2009} \\ \bar{N}_{2001-2009} &= \frac{\sum_{i=2001}^{2009} N_i}{9} = \frac{3\,932 + 4\,008 + \dots + 3\,844}{9} = 3\,832 \\ Pm_{1999-2010} &= \frac{P_{1999} + P_{2010}}{2} = \frac{270\,343 + 284\,970}{2} = 277\,657 \end{aligned}$$

$$TBN = \frac{\bar{N}_{1999-2009}}{Pm_{1999-2010}} \approx \frac{\bar{N}_{2001-2009}}{Pm_{1999-2010}} = \frac{3\,832}{277\,657} = 0,0138 = 13,8 \text{ ‰}$$

On procède de la même façon pour le calcul du taux brut de mortalité.

$$\bar{D}_{1999-2009} \approx \bar{D}_{2001-2009}$$

$$\bar{D}_{2001-2009} = \frac{\sum_{i=2001}^{2009} D_i}{9} = \frac{2\,007 + 1\,950 + \dots + 1\,994}{9} = 1\,915$$

$$TBM = \frac{\bar{D}_{1999-2009}}{Pm_{1999-2010}} \approx \frac{\bar{D}_{2001-2009}}{Pm_{1999-2010}} = \frac{1\,915}{277\,657} = 0,0069 = 6,9 \text{ ‰}$$

- Calcul de la variation annuelle moyenne due au mouvement naturel

A partir des taux de natalité et de mortalité, on peut en déduire la variation annuelle moyenne due au mouvement naturel (ou taux d'accroissement naturel - TAN) :

$$TAN = TBN - TBM = 13,8 \text{ ‰} - 6,9 \text{ ‰} = 6,9 \text{ ‰} = 0,7 \%$$

- Calcul de la variation annuelle moyenne due au mouvement migratoire

A partir de la variation annuelle moyenne (taux d'accroissement annuel moyen) et de la variation annuelle moyenne due au mouvement naturel (taux d'accroissement naturel), on peut en déduire la variation annuelle moyenne due au mouvement migratoire (taux d'accroissement migratoire - TAM) :

$$TA = TAN + TAM$$

$$TAM = TA - TAN = 0,5 \text{ ‰} - 0,7 \text{ ‰} = -0,2 \text{ ‰}$$

- Commentaires

La croissance démographique de la commune de Nantes est deux fois moins importante entre 1999 et 2010 qu'au cours de la période intercensitaire précédente (1990-1999). Alors qu'au cours des années 90 on gagnait chaque année en moyenne 11 personnes pour un ensemble initial de 1 000 habitants, le gain annuel moyen n'est plus que de 5 individus au cours de la dernière décennie. Cette évolution est seulement due à la variation du solde migratoire : tandis qu'il était positif au cours des années 90 (par le jeu des migrations, un ensemble de 1 000 habitants en gagnait 4), il est dorénavant négatif (un ensemble de 1 000 habitants en perd 2 en raison du plus grand nombre de départs que d'arrivées). Dans le même temps, le solde naturel est demeuré constant : un ensemble initial de 1 000 personnes gagne 7 habitants en raison d'un nombre de naissances supérieur à celui des décès (au cours de la dernière décennie, dans un ensemble de 1 000 Nantais, on compte près de 14 naissances pour 7 décès).

2) Evolution démographique de la population mondiale

- A la mi-2013, on compte 7 141 millions d'habitants sur terre. En 2013, le taux de natalité est de 20 ‰ tandis que le taux de mortalité est de 8 ‰. Combien y-a-t-il de naissances et de décès chaque minute dans le monde ?
- Les démographes de la Division de la population des Nations unies estiment que la population mondiale pourrait compter 9 731 millions d'habitants mi-2050. Quel est le taux annuel moyen d'accroissement auxquels s'attendent les démographes de la Division de la population des Nations unies entre 2013 et 2050 ? Si ce taux moyen devait

se prolonger, en quelle année la population mondiale pourrait compter deux fois plus d'habitants qu'en 2013 ?

- Début 2014, la Chine est le pays le plus peuplé du monde devant l'Inde (respectivement 1 361 millions et 1 277 millions d'habitants). Les démographes de la Division de la population des Nations unies envisagent un ralentissement de la croissance démographique de ces deux pays à l'horizon 2050 : le taux d'accroissement annuel moyen de l'Inde ne serait plus que de + 0,7 % (contre + 1,5 % en 2013), tandis que celui de la Chine serait négatif (- 0,1 % contre + 0,5 % en 2013). Selon ces données et ces hypothèses, en quelle année l'Inde deviendra le pays le plus peuplé du monde ?

Corrigé

- Nombre de naissances et de décès par minute dans le monde

Le taux de natalité de l'année 2013 est le rapport entre les naissances de l'année 2013 et la population en milieu de période. Le nombre de naissances de l'année 2013 est donc le produit de cette population moyenne par le taux de natalité. Comme on compte 365 jours par an, 24 heures par jour et 60 minutes par heure, le nombre de naissances dénombrées chaque minute dans le monde est le nombre de naissances de l'année 2013 divisé par le nombre de minutes (soit 525 600 minutes) :

$$TBN_{2013} = \frac{N_{2013}}{Pm_{2013}}$$

$$N_{2013} = Pm_{2013} \times TBN_{2013} = 7\,141\,000\,000 \times 0,020 = 142\,820\,000$$

$$N_{2013} / mn = \frac{142\,820\,000}{365 \times 24 \times 60} = 272$$

En moyenne, il y a donc dans le monde 272 naissances par minute, soit 16 304 par heure et 391 288 par jour.

On procède de la même manière pour les décès :

$$TBM_{2013} = \frac{D_{2013}}{Pm_{2013}}$$

$$D_{2013} = Pm_{2013} \times TBM_{2013} = 7\,141\,000\,000 \times 0,008 = 57\,128\,000$$

$$D_{2013} / mn = \frac{57\,128\,000}{365 \times 24 \times 60} = 109$$

En moyenne, il y a donc dans le monde 109 décès par minute, soit 6 521 par heure et 156 515 par jour.

Au cours de l'année 2013, chaque jour, la population mondiale a gagné près de 235 000 personnes, soit l'équivalent démographique de la commune de Bordeaux (9^e commune de France la plus peuplée). En 2013, c'est donc un peu comme si 365 communes de la taille de Bordeaux avaient vu le jour !

- Projection du rythme de croissance de la population mondiale entre 2013 et 2050 selon la Division de la population des Nations unies

D'après les démographes de la Division de la population des Nations unies, la population mondiale devrait compter 9 731 millions d'habitants mi-2050, contre 7 141 millions mi-2013.

$$\hat{P}_{2050} = P_{2013} \times (1 + \hat{r})^{37}$$

$$\hat{r} = \sqrt[37]{\frac{\hat{P}_{2050}}{P_{2013}}} - 1 = \sqrt[37]{\frac{9\,731}{7\,141}} - 1 = 0,84 \%$$

Selon les démographes de la Division de la population des Nations unies, le taux d'accroissement annuel moyen de la population mondiale serait de 0,84 % à l'horizon 2050. A ce rythme, le nombre d'habitants sur la terre doublerait en 80 ans environ :

$$N = \frac{\ln 2}{\ln(1 + \hat{r})} = \frac{\ln 2}{\ln(1 + 0,0084)} = 83 \text{ ans}$$

- **L'Inde, future première puissance démographique du monde**

$$\hat{P}_{Chine;2013+t} = \hat{P}_{Inde;2013+t}$$

$$P_{Chine;2013} \times (1 + \hat{r}_{Chine})^t = P_{Inde;2013} \times (1 + \hat{r}_{Inde})^t$$

$$\frac{P_{Chine;2013}}{P_{Inde;2013}} = \frac{(1 + \hat{r}_{Inde})^t}{(1 + \hat{r}_{Chine})^t}$$

$$\ln\left(\frac{P_{Chine;2013}}{P_{Inde;2013}}\right) = \ln\left(\frac{(1 + \hat{r}_{Inde})^t}{(1 + \hat{r}_{Chine})^t}\right) = \ln\left(\frac{(1 + \hat{r}_{Inde})}{(1 + \hat{r}_{Chine})}\right)^t$$

$$\ln\left(\frac{P_{Chine;2013}}{P_{Inde;2013}}\right) = t \times \ln\left(\frac{(1 + \hat{r}_{Inde})}{(1 + \hat{r}_{Chine})}\right)$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{P_{Chine;2013}}{P_{Inde;2013}}\right)}{\ln\left(\frac{(1 + \hat{r}_{Inde})}{(1 + \hat{r}_{Chine})}\right)} = \frac{\ln\left(\frac{1\,361}{1\,277}\right)}{\ln\left(\frac{(1 + 0,007)}{(1 - 0,001)}\right)} = 8 \text{ ans}$$

Dans moins de 10 ans, à peu près en 2021, l'Inde devrait compter une population aussi nombreuse que celle de la Chine. Ces deux pays compteront alors chacun, selon les hypothèses retenues par les démographes de la Division de la population des Nations unies, 1,35 milliard d'habitants :

$$\hat{P}_{Inde;2021} = P_{Inde;2013} \times (1 + \hat{r}_{Inde})^8$$

$$\hat{P}_{Inde;2021} = 1,277 \times (1 + 0,007)^8 = 1,350 \text{ milliard}$$

Annexe. Données de l'exercice 1

POP T1M - Population

	1968	1975	1982	1990	1999	2010
Population	260 244	256 693	240 539	244 995	270 343	284 970
Densité moyenne (hab/km ²)	3992.1	3937.6	3689.8	3758.2	4147.0	4371.4

Ce tableau fournit une série longue.

Les données proposées sont établies à périmètre géographique identique, dans la géographie communale en vigueur au 01/01/2012.

Sources : Insee, RP1968 à 1990 dénombremments, RP1999 et RP2010 exploitations principales - État civil

POP T2M - Indicateurs démographiques

Indicateur démographique	1968 à 1975	1975 à 1982	1982 à 1990	1990 à 1999	1999 à 2010
Variation annuelle moyenne de la population en %	-0.2	-0.9	+0.2	+1.1	
<i>due au solde naturel en %</i>	+1.1	+0.9	+0.7	+0.7	
<i>due au solde apparent des entrées sorties en %</i>	-1.3	-1.8	-0.5	+0.4	
Taux de natalité (‰)	20.4	17.7	15.9	14.9	
Taux de mortalité (‰)	9.6	9.2	8.7	7.8	

Ce tableau fournit une série longue.

Les données proposées sont établies à périmètre géographique identique, dans la géographie communale en vigueur au 01/01/2012.

Sources : Insee, RP1968 à 1990 dénombremments, RP1999 et RP2010 exploitations principales - État civil

POP G1 - Naissances et décès

Année	Naissances	Décès
2001	3932	2007
2002	4008	1950
2003	3802	1990
2004	3728	1871
2005	3811	1801
2006	3730	1902
2007	3780	1855
2008	3853	1868
2009	3844	1994
2010	4059	1954
2011	3879	1900

Ce tableau fournit une série longue.

Les données proposées sont établies à périmètre géographique identique, dans la géographie communale en vigueur au 01/01/2012.

Sources : Insee, RP1968 à 1990 dénombremments, RP1999 et RP2010 exploitations principales - État civil