

Exercice 8

**L'évolution de la population de Bolivie depuis 1950**

CORRIGÉ

La Bolivie est un état d'Amérique du Sud (cf. carte 1).

➤ Q1) Complétez le tableau 1. Précisez vos démarches de calcul sur votre copie.

Assurez-vous bien que pour chaque période :

$$Pop_{t+10} = Pop_t + Naissances_{t \text{ à } t+10} - Décès_{t \text{ à } t+10} + Solde migratoire_{t \text{ à } t+10}$$

$$Solde naturel_{t \text{ à } t+10} = Naissances_{t \text{ à } t+10} - Décès_{t \text{ à } t+10}$$

$$Taux \text{ d'accroissement annuel moyen}_{t \text{ à } t+10}$$

$$= Taux \text{ d'accroissement naturel}_{t \text{ à } t+10} + Taux \text{ d'accroissement migratoire}_{t \text{ à } t+10}$$

$$Taux \text{ d'accroissement naturel}_{t \text{ à } t+10}$$

$$= Taux \text{ brut de natalité}_{t \text{ à } t+10} - Taux \text{ brut de mortalité}_{t \text{ à } t+10}$$

**Corrigé Q1) :**

**Période 1950-1959**

$$Solde naturel_{1950-1959} = Naissances_{1950-1959} - Décès_{1950-1959} = 1\,467 - 824 \\ = +643 \text{ (milliers)}$$

$$Solde total_{1950-1959} = P_{1960} - P_{1950} = 3\,669 - 3\,067 = +602 \text{ (milliers)}$$

$$Solde migratoire_{1950-1959} = Solde total_{1950-1959} - Solde naturel_{1950-1959} = 602 - 643 \\ = -41 \text{ (milliers)}$$

$$TBN = \frac{Naissances_{1950-1959}/10}{\frac{P_{1950} + P_{1960}}{2}} \times 1000 = \frac{1\,467/10}{\frac{3\,067 + 3\,669}{2}} \times 1000 = 43,6 \text{ ‰}$$

$$TBM = \frac{Décès_{1950-1959}/10}{\frac{P_{1950} + P_{1960}}{2}} \times 1000 = \frac{824/10}{\frac{3\,067 + 3\,669}{2}} \times 1000 = 24,5 \text{ ‰}$$

$$TAN = TBN - TBM = 43,6 - 24,5 = 19,1 \text{ ‰} = 1,91 \%$$

$$TAM = \frac{Solde migratoire_{1950-1959}/10}{\frac{P_{1950} + P_{1960}}{2}} \times 100 = \frac{-41/10}{\frac{3\,067 + 3\,669}{2}} \times 100 = -0,12 \%$$

$$TA = TAN + TAM = 1,91 + (-0,12) = 1,91 - 0,12 = +1,79 \%$$

$$\text{Tps de doublement population} = \frac{\ln(2)}{\ln(1 + TA)} = \frac{\ln(2)}{\ln(1 + 0,0179)} = \frac{\ln(2)}{\ln(1,0179)} = 39,1 \text{ ans}$$

### **Période 1960-1969**

$$\begin{aligned} \text{Solde total}_{1960-1969} &= \text{Solde naturel}_{1960-1969} + \text{Solde migratoire}_{1960-1969} = 908 + (-42) \\ &= 908 - 42 = +866 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

### **Période 1970-1979**

$$P_{1970} = P_{1960} + \text{Solde total}_{1960-1969} = 3\,669 + 866 = 4\,535 \text{ (milliers)}$$

$$\begin{aligned} \text{Naissances}_{1970-1979} &= 10 \times \frac{TBN}{1000} \times \frac{P_{1970} + P_{1980}}{2} = \frac{TBN}{100} \times \frac{P_{1970} + P_{1980}}{2} \\ &= \frac{41,0}{100} \times \frac{4\,535 + 5\,673}{2} = 2\,093 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$\text{Décès}_{1970-1979} = \frac{TBM}{100} \times \frac{P_{1970} + P_{1980}}{2} = \frac{17,4}{100} \times \frac{4\,535 + 5\,673}{2} = 888 \text{ (milliers)}$$

$$\begin{aligned} \text{Solde naturel}_{1970-1979} &= \text{Naissances}_{1970-1979} - \text{Décès}_{1970-1979} = 2\,093 - 888 \\ &= +1\,205 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$\text{Solde total}_{1970-1979} = P_{1980} - P_{1970} = 5\,673 - 4\,535 = +1\,138 \text{ (milliers)}$$

$$\begin{aligned} \text{Solde migratoire}_{1970-1979} &= \text{Solde total}_{1970-1979} - \text{Solde naturel}_{1970-1979} = 1\,138 - 1\,205 \\ &= -67 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$TAN = TBN - TBM = 41,0 - 17,4 = 23,6\text{‰} = 2,36\%$$

$$TAM = TA - TAN = 2,23 - 2,36 = -0,13\%$$

### **Période 2000-2009**

$$P_{2010} = P_{2000} \times (1 + TA)^{10} = 8\,516 \times (1 + 0,0174)^{10} = 10\,119 \text{ (milliers)}$$

$$\text{Solde total}_{2000-2009} = P_{2010} - P_{2000} = 10\,119 - 8\,516 = +1\,603 \text{ (milliers)}$$

$$\begin{aligned} \text{Solde naturel}_{2000-2009} &= 10 \times \frac{TAN}{100} \times \frac{P_{2000} + P_{2010}}{2} = \frac{TAN}{10} \times \frac{P_{2000} + P_{2010}}{2} \\ &= \frac{1,90}{10} \times \frac{8\,516 + 10\,119}{2} = +1\,770 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Solde migratoire}_{2000-2009} &= \text{Solde total}_{2000-2009} - \text{Solde naturel}_{2000-2009} = 1\,603 - 1\,770 \\ &= -167 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$TAM = TA - TAN = 1,74 - 1,90 = -0,16\%$$

### **Période 2010-2019**

$$P_{2020} = P_{2010} + \text{Solde total}_{2010-2019} = 10\,119 + 1\,725 = 11\,844 \text{ (milliers)}$$

$$\begin{aligned} \text{Solde migratoire}_{2010-2019} &= \text{Solde total}_{2010-2019} - \text{Solde naturel}_{2010-2019} = 1\,725 - 1\,833 \\ &= -108 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Décès}_{2010-2019} &= \text{Naissances}_{2010-2019} - \text{Solde naturel}_{2010-2019} = 2\,634 - 1\,833 \\ &= 801 \text{ (milliers)} \end{aligned}$$

$$TBN = \frac{\text{Naissances}_{2010-2019}/10}{\frac{P_{2010} + P_{2020}}{2}} \times 1000 = \frac{2\,634/10}{\frac{10\,119 + 11\,844}{2}} \times 1000 = 24,0 \text{ ‰}$$

$$TBM = \frac{Décès_{2010-2019}/10}{\frac{P_{2010} + P_{2020}}{2}} \times 1000 = \frac{801/10}{\frac{10\ 119 + 11\ 844}{2}} \times 1000 = 7,3 \text{ ‰}$$

$$TAN = TBN - TBM = 24,0 - 7,3 = 16,7 \text{ ‰} = 1,67\%$$

$$TAM = \frac{Solde\ migratoire_{2010-2019}/10}{\frac{P_{2010} + P_{2020}}{2}} \times 100 = \frac{-108/10}{\frac{10\ 119 + 11\ 844}{2}} \times 100 = -0,10\%$$

$$TA = TAN + TAM = 1,67 + (-0,10) = 1,67 - 0,10 = +1,57\%$$

### Tableau récapitulatif

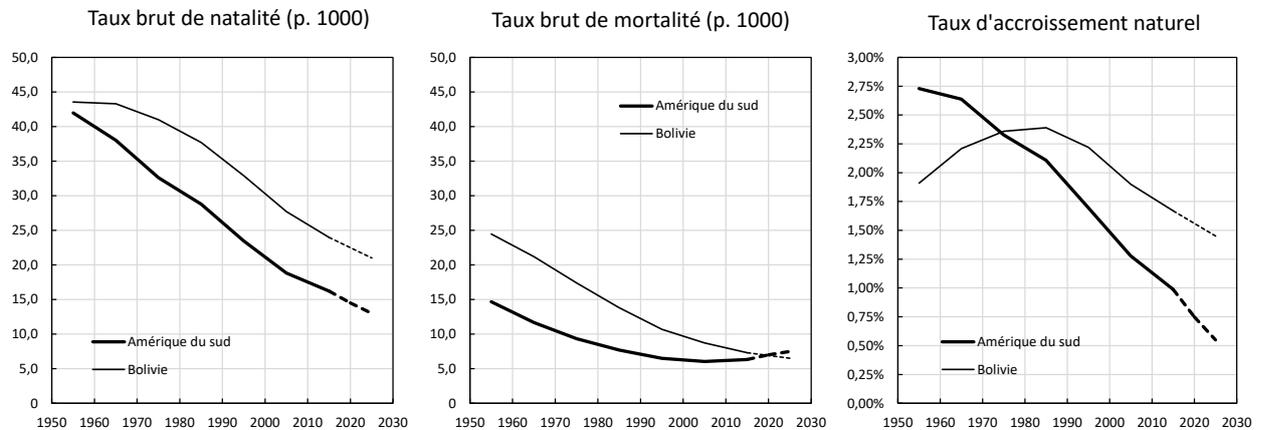
Année	Population au 1er janvier (en milliers)	Naissances du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Décès du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Solde naturel du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Solde migratoire du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Solde total du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	TBN pour 1000	TBM pour 1000	TAN	TAM	TA	Tps de doublement de la population (années)
1950	3 067	1 467	824	643	- 41	602	43,6	24,5	1,91%	-0,12%	1,79%	39,1
1960	3 669	1 778	870	908	- 42	866	43,3	21,2	2,21%	-0,10%	2,11%	33,2
1970	4 535	2 093	888	1 205	- 67	1 138	41,0	17,4	2,36%	-0,13%	2,23%	31,4
1980	5 673	2 396	879	1 517	- 168	1 349	37,7	13,8	2,39%	-0,26%	2,13%	32,9
1990	7 022	2 553	835	1 718	- 224	1 494	32,9	10,7	2,22%	-0,30%	1,92%	36,4
2000	8 516	2 582	812	1 770	- 167	1 603	27,7	8,7	1,90%	-0,16%	1,74%	40,2
2010	10 119	2 634	801	1 833	- 108	1 725	24,0	7,3	1,67%	-0,10%	1,57%	44,5
2020	11 844											

- Q2) Complétez les graphiques 1 à 3 afin de comparer :
  - L'évolution de la natalité en Bolivie à celle de l'ensemble du continent sud-américain (graphique 1) ;
  - L'évolution de la mortalité en Bolivie à celle de l'ensemble du continent sud-américain (graphique 2) ;
  - L'évolution du taux d'accroissement naturel en Bolivie à celle de l'ensemble du continent sud-américain (graphique 3).
- Q3) Prolongez graphiquement les courbes des taux bruts de natalité et de mortalité pour la période 2020-2029 et estimez graphiquement la valeur moyenne de ces deux taux pour la période 2020-2029. En déduire l'estimation du taux d'accroissement naturel pour cette période.

Selon cette estimation du taux d'accroissement naturel et en faisant l'hypothèse que le taux d'accroissement migratoire au cours de la période 2020-2029 sera identique à celui de la période précédente, combien d'habitants la Bolivie pourrait-elle compter en 2030 ?

## Corrigé Q2 & Q3 :

Graphiques 1 à 3. Évolution du mouvement naturel en Bolivie et en Amérique du Sud depuis 1950



a) La natalité : la baisse de la natalité a été plus tardive en Bolivie qu'en moyenne en Amérique du sud. Elle s'amorce dès le début des années 1950 en Amérique du sud tandis qu'il faut attendre les années 1970 pour que la natalité diminue de manière significative en Bolivie. À cette période, elle reste toutefois encore élevée (supérieure à 40 ‰). Depuis, la baisse de la natalité en Bolivie s'effectue au même rythme qu'à l'échelle du continent sud-américain. La Bolivie accuse donc toujours un retard dans sa transition de la natalité par rapport au reste du continent. Sa natalité est aujourd'hui légèrement inférieure à 25 ‰ tandis qu'elle est de 15 ‰ en moyenne en Amérique du sud. Cet écart devrait se maintenir à l'horizon 2030. Si les tendances actuelles se poursuivent, le taux brut de natalité pourrait être en moyenne de 21 ‰ en Bolivie au cours de la période 2020-2029 et de 13 ‰ pour l'Amérique du sud. Il est probable que la transition démographique se termine dans les années 2030 en Amérique du sud ; ce ne devrait pas être le cas avant la fin des années 2040 en Bolivie.

b) La baisse de la mortalité a également été plus tardive en Bolivie que dans le reste de l'Amérique du sud. On comptait ainsi 25 décès pour 1000 habitants dans les années 1950 en Bolivie, contre seulement 15 ‰ en moyenne en Amérique du sud. Toutefois, contrairement à la natalité, la baisse de la mortalité en Bolivie a été plus rapide au cours de ces 70 dernières années, ce qui lui a permis de converger vers le niveau moyen du continent sud-américain. Aujourd'hui, le taux brut de mortalité en Bolivie est quasiment le même que celui de l'ensemble du continent sud-américain. La transition de la mortalité est donc achevée. Pour les années 2020-2029, on peut envisager que le taux brut de mortalité de la Bolivie continue très légèrement de diminuer et qu'il pourrait se situer autour de 6,5 ‰ par an en moyenne sur la période, tandis qu'au niveau du continent, avec le vieillissement attendu de la population, il pourrait continuer de légèrement remonter et s'établir à 7,5 ‰.

c) Le taux d'accroissement naturel : depuis le début des années 1950, le taux d'accroissement naturel de l'Amérique du sud ne cesse de diminuer. Il était proche de 3 % au début des années 1950 ; il est aujourd'hui inférieur à 1 %. Les années qui ont suivi la fin de la seconde guerre mondiale marque le début de la seconde phase de la transition démographique en Amérique du sud, qui est caractérisée par une baisse de la natalité plus rapide que celle de la mortalité. De ce fait, l'excédent de naissances sur les décès pour 1000 habitants tend à diminuer. Néanmoins, sur cette période, la croissance démographique du continent sud-américain aura été très forte. L'évolution du taux d'accroissement naturel de la Bolivie est bien différente.

Ce taux a augmenté jusque dans les années 1980, qui correspond à la période à partir de laquelle la natalité a commencé de chuter nettement. Cette période marque le terme de la première phase de la transition démographique. Par la suite, la stagnation de la mortalité à un niveau faible (moins de 10 ‰) et la baisse continue de la natalité se sont traduites par une réduction de l'accroissement naturel. Toutefois, pendant près d'une cinquantaine d'années, celui-ci a été très élevé (proche ou supérieur à 2 % par an, soit un doublement de la population tous les 35 ans), assurant une croissance démographique importante. Au cours des années 2020-2030, il devrait se situer autour de +1,5 % par an (plus précisément 1,45 % = 21 ‰ – 6,5 ‰ selon les estimations du TBN et du TBM faites précédemment), sa valeur la plus faible depuis 1950, mais qui assurera toutefois encore une croissance démographique trois fois supérieure à celle de l'Amérique du sud (+0,55 %, qui résulte des estimations graphiques des TBN et TBM pour le continent sud-américain pour la période 2020-2029 : 13 ‰ – 7,5 ‰).

Si l'on prolonge les tendances récentes, le taux d'accroissement naturel pourrait être de +1,45 % par an au cours des années 2020-2029. Si l'on considère que dans le même temps la valeur du taux d'accroissement migratoire sera la même que celle mesurée au cours de la période 2010-2019 (- 0,10 ‰), le taux d'accroissement annuel moyen au cours des années 2020 serait donc de +1,35 %. L'estimation du nombre d'habitants en Bolivie en 2030 s'obtient donc en effectuant le calcul suivant :

$$\hat{P}_{2030} = P_{2020} \times (1 + \widehat{TA}_{2020-2029})^{10} = 11\,862 \times (1 + 0,0135)^{10} = 11\,862 \times (1,0135)^{10} \\ = 13\,564 \text{ (milliers)}$$

Avec ces hypothèses, la Bolivie pourrait donc compter 13,6 millions d'habitants en 2030, soit 1,7 million de plus qu'en 2020.

➤ Q4) Combien d'années ont été nécessaires pour que le nombre d'habitants de l'année 1950 soit multiplié par deux ?

Combien d'années faudra-t-il pour que cet effectif soit à nouveau multiplié par deux et soit donc quatre fois plus important qu'en 1950 ? Précisez vos hypothèses de calcul.

#### **Corrigé Q4) :**

On dénombrait 3,067 millions d'habitants en Bolivie en 1950. Combien de temps aura-t-il fallu pour que l'effectif de cette population soit multiplié par deux et compte 6,134 millions d'habitants ? C'est entre 1980 et 1990 que cet effectif a été atteint :

$$P_{1980} < 6,134 \text{ millions} < P_{1990}$$

On connaît le taux d'accroissement annuel moyen sur cette période (+2,13 ‰). On peut donc en déduire l'année au cours de laquelle les 6,134 millions d'habitants ont été atteints :

$$P_{1980+n} = 2 \times P_{1950} = P_{1980} \times (1 + TA_{1980-1989})^n$$

$$\frac{2 \times P_{1950}}{P_{1980}} = (1 + TA_{1980-1989})^n$$

$$\ln\left(\frac{2 \times P_{1950}}{P_{1980}}\right) = \ln((1 + TA_{1980-1989})^n) = n \times \ln(1 + TA_{1980-1989})$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{2 \times P_{1950}}{P_{1980}}\right)}{\ln(1 + TA_{1980-1989})} = \frac{\ln\left(\frac{6\,134}{5\,673}\right)}{\ln(1 + 0,0213)} = 3,7 \text{ ans}$$

Si le taux d'accroissement a été constant tout au long des années 1980, c'est donc au début de la seconde moitié de l'année 1983 que les 6,134 millions d'habitants ont été atteints en Bolivie. Il aura donc fallu un peu plus de 33 ans (33,7 ans) pour que l'effectif de la population en 1950 soit multiplié par deux.

Combien d'années seraient nécessaires pour que cet effectif double à nouveau et atteigne donc 12,268 millions d'habitants ? La population de Bolivie comptait déjà 11,862 millions d'habitants en 2020. Selon les hypothèses adoptées dans la question 3, il pourrait y avoir 13,564 millions d'habitants en 2030. C'est donc au cours des toutes prochaines années que la Bolivie pourrait atteindre les 12,268 millions d'habitants :

$$P_{2020} < 12,268 \text{ millions} < \hat{P}_{2030}$$

On utilise la même démarche que celle mobilisée précédemment :

$$n = \frac{\ln\left(\frac{2 \times P_{1983,7}}{P_{2020}}\right)}{\ln(1 + \hat{TA}_{2020-2029})} = \frac{\ln\left(\frac{12\,268}{11\,862}\right)}{\ln(1 + 0,0135)} = 2,5 \text{ ans}$$

Selon nos hypothèses relatives à l'évolution de la mortalité, de la natalité et du solde migratoire au cours de la décennie 2020, c'est donc au milieu de l'année 2022 que la Bolivie a vraisemblablement atteint les 12,3 millions d'habitants. Il aura donc fallu un peu plus de 42 ans pour que le nombre d'habitants double à nouveau, soit environ 9 années de plus que lors du précédent doublement de la population, ce qui est logique puisque le taux d'accroissement de la population de Bolivie diminue régulièrement depuis la moitié des années 1980.

➤ Q5) [5 pts] En une page maximum, après avoir rappelé ce qu'est la transition démographique, commentez l'évolution démographique de la population de Bolivie entre 1950 et 2020 et ses perspectives pour les 10 prochaines années. Utilisez les données relatives à l'Amérique du Sud pour mieux identifier les particularités éventuelles de l'évolution démographique de la Bolivie.

### **Corrigé Q5) :**

En soixante-dix ans, la population de la Bolivie a quasiment quadruplé, passant de 3,1 millions d'habitants en 1950 à 11,8 millions en 2020. Cette croissance démographique importante est la conséquence d'une transition démographique qui n'est pas encore achevée en Bolivie.

La transition démographique est le passage entre deux régimes d'équilibre entre natalité et mortalité :

- La période pré-transitionnelle se caractérise par une mortalité et une natalité élevées (environ 40 naissances et décès chaque année pour 1000 habitants). C'est dans cette situation que se situait la Bolivie avant la seconde guerre mondiale.
- Puis, dans un premier temps, la mortalité va nettement diminuer cependant que la natalité va demeurer à un niveau élevé. Pendant cette 1<sup>ère</sup> phase de la transition démographique, le taux d'accroissement naturel augmente et atteint des valeurs supérieures à 2 %, ce qui assure le doublement de la population en une trentaine d'années. C'est précisément dans cette phase

que la Bolivie se trouvait des années 1950 aux années 1980 : au milieu des années 1980, son taux de natalité était encore proche de 40 ‰ cependant que sa mortalité tendait vers 10 ‰. En dépit d'un solde migratoire historiquement négatif, la croissance démographique de ce pays a largement dépassé les 2 % par an de la fin des années 1950 à la fin des années 1980, soit pendant une trentaine d'années. De ce fait, il aura fallu 33 ans pour que le nombre d'habitants recensés en 1950 double.

- La seconde phase de la transition démographique correspond à la baisse de la natalité qui converge progressivement, plus ou moins rapidement, vers le niveau de la mortalité. La Bolivie a précisément engagé cette seconde phase à partir des années 1990. Elle ne l'a cependant toujours pas achevée. En effet, à la fin des années 2010, tandis que le taux de mortalité se situe en-deçà des 10 ‰, la natalité demeure encore relativement élevée (24 ‰ en moyenne au cours des années 2010-2019). Certes, le taux d'accroissement de ce pays a diminué, mais il demeure encore supérieur à 1,5 % par an en dépit d'un solde migratoire toujours légèrement négatif. Le rythme d'augmentation du nombre d'habitants a diminué depuis une trentaine d'année par rapport à la période précédente (des années 1950 aux années 1980), mais elle reste soutenue : entre le début des années 1980 et 2020, le nombre d'habitants a quasiment doublé et on compte aujourd'hui près de 12 millions d'habitants dans ce pays.

- Si la baisse de la natalité devait se poursuivre au même rythme qu'au cours de la décennie passée, la Bolivie pourrait terminer sa transition démographique et entrer dans sa phase post-transitionnelle (une natalité et une mortalité faibles, soit environ 10 naissances et décès chaque année pour 1000 habitants) d'ici une vingtaine d'années, entre 2040 et 2050. Sur le plan de la transition démographique, la Bolivie se situe en retard par rapport à l'ensemble du continent sud-américain : en moyenne, à l'échelle du continent, la seconde phase de la transition démographique a commencé dès les années 1950, soit une trentaine d'années avant la Bolivie. Au niveau continental, la transition démographique devrait ainsi se terminer dans les toutes prochaines années.

Carte 1. L'Amérique du sud

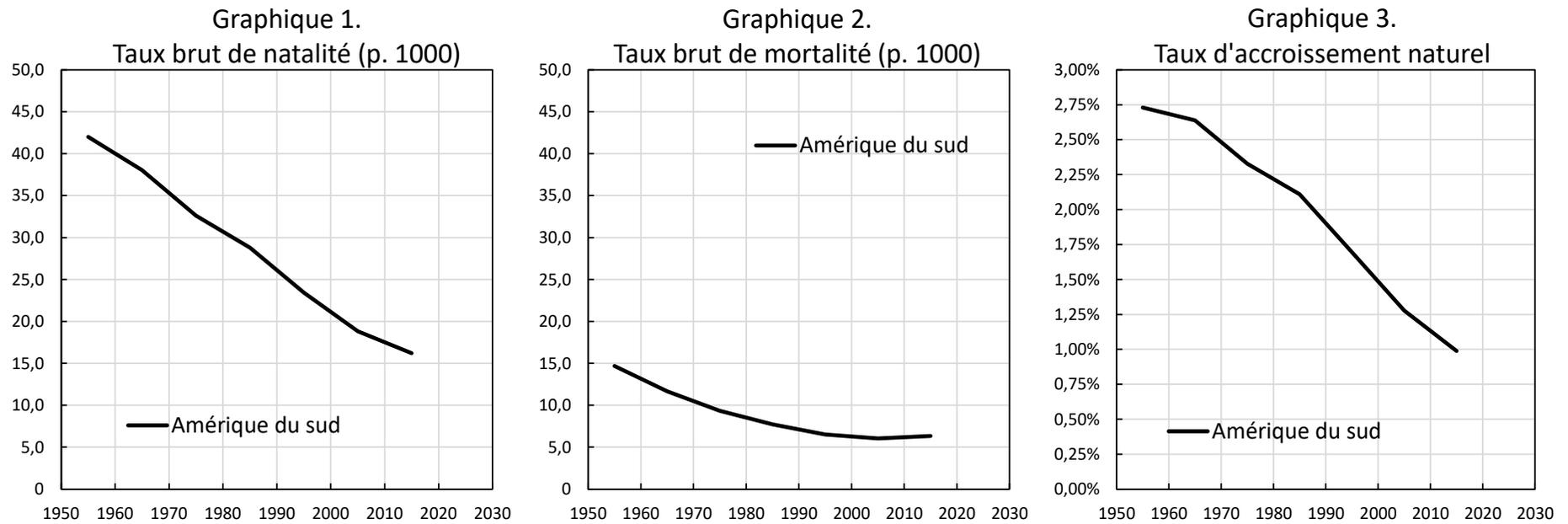


## L'évolution démographique de la population de Bolivie entre 1950 et 2020

Année t	Population au 1 <sup>er</sup> Janvier (en milliers)	Naissances du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Décès du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Solde naturel du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Solde migratoire du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	Solde total du 1/1/t au 1/1/t+10 (en milliers)	TBN (P. 1000)	TBM (P. 1000)	TAN (P. 100)	TAM (P. 100)	TA (P. 100)	Temps de doublement de la population
1950	3 067	1 467	824									
1960	3 669	1 778	870	908	- 42		43,3	21,2	2,21%	-0,10%	2,11%	33,2
1970							41,0	17,4			2,23%	31,4
1980	5 673	2 396	879	1 517	- 168	1 349	37,7	13,8	2,39%	-0,26%	2,13%	32,9
1990	7 022	2 553	835	1 718	- 224	1 494	32,9	10,7	2,22%	-0,30%	1,92%	36,4
2000	8 516		812						1,90%		1,74%	40,2
2010		2 634		1 833		1 725						44,5
2020												

Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022, Online Edition.

## Évolution du mouvement naturel en Amérique du sud et en Bolivie



Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022, Online Edition.