

## Exercice 1 : Bilan de la population mondiale

On dispose des données suivantes :

	Grandeurs démographiques	Nombres en milliers
Situation réelle	Population au 1 janvier 1995	5 692 353
	Population au 1 janvier 2000	6 085 573
	Nombre de naissances en 1995-1999	662 540
	Nombre de décès en 1995-1999	269 320
	Grandeurs démographiques	Nombres en milliers
Projections	Population au 1 janvier 2010	6 842 923
	Population au 1 janvier 2015	7 219 431
	Nombre de naissances en 2010-2014	687 058
	Nombre de décès en 2010-2014	310 550

### 1. Faites le bilan du mouvement de la population mondiale a. pour la période quinquennale 1995-1999,

La population mondiale est fermée (il n'y a pas de mouvements migratoires). Le bilan démographique est donc simple, puisque les entrées et sorties sont réduites aux naissances et aux décès.

#### Notation des éléments du bilan démographique :

Données d'ÉTAT de la population :

$P_{ta}$  – l'effectif de la population en début de période

$P_{tb}$  – l'effectif de la population à la fin de période

Données de MOUVEMENT de la population :

$N(t_a, t_{b-1})$  – le nombre de naissances au cours des années  $(t_a, t_{b-1})$

$D(t_a, t_{b-1})$  – le nombre de décès durant la période  $(t_a, t_{b-1})$

#### Équation du bilan démographique d'une période

L'effectif de la population à la fin de la période est égal à l'effectif de la population au début de la période augmenté du solde des mouvements intervenus au cours de la période

$$P_{tb} = P_{ta} + (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1}))$$

L'accroissement de la population ( $\Delta P$ ) résulte ici du seul mouvement naturel :

$$\Delta P(t_a, t_b) = P_{tb} - P_{ta} = (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1}))$$

Application numérique pour la période quinquennale 1995-1999 :  
(Période du 1/1/1995 au 1/1/2000)

$$P_{1/1/1995} = 5\,692\,353\,000$$

$$P_{1/1/2000} = 6\,085\,573\,000$$

$$N(1995-1999) = 662\,540\,000$$

$$D(1995-1999) = 269\,320\,000$$

*Remarquez le rapport entre les naissances et les décès : les naissances sont plus que deux fois plus nombreuses que les décès (deux naissances et demie pour un décès)*

Équation du bilan démographique de la population mondiale, période 1995-1999 :

$$6\,085\,573\,000 = 5\,692\,353\,000 + (662\,540\,000 - 269\,320\,000)$$

$$6\,085\,573\,000 = 5\,692\,353\,000 + (393\,220\,000)$$

L'accroissement de la population ( $\Delta P$ ) résulte d'un solde naturel de :

$$\Delta P(1995-2000) = 6\,085\,573\,000 - 5\,692\,353\,000 = (662\,540 - 269\,320) \cdot 10^3$$

$$\Delta P(1995-2000) = 393\,220\,000 \text{ soit près de 393 millions en cinq ans.}$$

*Le surcroît de naissances est bien supérieur au nombre des décès. En cinq ans, au cours de cette période la population mondiale s'est accrue d'un nombre supérieur à ce qu'était la population totale de l'Europe des 15 en 2000 (375 millions).*

***b. pour la période quinquennale 2010-2014,***

Application numérique pour la période quinquennale 2010-2014 :  
(Période du 1/1/2010 au 1/1/2015)

$$P_{1/1/2010} = 6\,842\,923\,000$$

$$P_{1/1/2015} = 7\,219\,431\,000$$

$$N(2010-2014) = 687\,058\,000$$

$$D(2010-2014) = 310\,550\,000$$

Équation du bilan démographique de la population mondiale, période 1995-1999 :

$$7\,219\,431\,000 = 6\,842\,923\,000 + (687\,058\,000 - 310\,550\,000)$$

$$7\,219\,431\,000 = 6\,842\,923\,000 + (376\,508\,000)$$

L'accroissement de la population ( $\Delta P$ ) résulte d'un solde naturel de :

$$\Delta P(2010-2015) = 7\,219\,431\,000 - 6\,842\,923\,000 = (687\,058 - 310\,550) \cdot 10^3$$

$$\Delta P(2010-2015) = 376\,508\,000 \text{ soit près de 376,5 millions en cinq ans.}$$

**2. Pour chaque période,**

***a. calculez les taux bruts de natalité, de mortalité et d'accroissement total.***

Le taux en démographie est une mesure de l'intensité des flux nourrissant (ou épuisant) la croissance de la population. Ils sont toujours relatifs et réduits à une unité de temps : une année. On les exprime généralement en ‰ (pour mille).

Les formules de calcul des taux bruts de natalité (TBN), mortalité (TBM), et d'accroissement total (TBA), caractérisant le bilan démographique d'une population au cours d'une période d'une durée de  $n$  années ( $n = t_b - t_a$ ) sont rappelées dans ci-dessous :

$$\text{Taux brut de } \underline{\text{natalité}} \quad \rightarrow \quad TBN_{(ta, tb-1)} = \frac{N_{(ta, tb-1)}}{n \cdot \bar{P}_{(ta, tb)}}$$

$$\text{Taux brut de } \underline{\text{mortalité}} \quad \rightarrow \quad TBM_{(ta, tb-1)} = \frac{D_{(ta, tb-1)}}{n \cdot \bar{P}_{(ta, tb)}}$$

$$\text{Taux brut d' } \underline{\text{accroissement}} \quad \rightarrow \quad TBA_{(ta, tb-1)} = \frac{p_{tb} - p_{ta}}{n \cdot \bar{P}_{(ta, tb)}}$$

Dans ces formules de calcul des taux bruts :

- le numérateur est le nombre d'événements survenus dans la population pendant la période de  $n$  années.
- le dénominateur est une évaluation du *nombre total d'années vécues au cours de la période* par les personnes ayant appartenu à la population pendant cette période.
- évaluation du dénominateur : on ne connaît généralement que l'effectif de la population au début et à la fin de la période, soit  $P_{ta}$  et  $P_{tb}$ . L'effectif moyen de la population au cours de la période est évalué à l'aide de la moyenne arithmétique :  $\frac{p_{tb} + p_{ta}}{2}$  on parle de « population moyenne ».

Application numérique pour la période quinquennale 1995-1999 :  
(Période du 1/1/1995 au 1/1/2000)

$n = 5$  ans, et pour 1000 habitants : résultats en événements par personne-année.

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut de natalité} &= \frac{662\,540\,000}{5 \times \frac{(5\,692\,353\,000 + 6\,085\,573\,000)}{2}} \\ &= \frac{662\,540\,000}{5 \times 5\,888\,963\,000} \approx 0,0225 = 22,5\text{‰} \end{aligned}$$

$$\text{Le taux brut de mortalité} = \frac{269\,320\,000}{5 \times 5\,888\,963\,000} \approx 0,0091 = 9,1\text{‰}$$

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut d'accroissement} &= \frac{(6\,085\,573\,000 - 5\,692\,353\,000)}{5 \times 5\,888\,963\,000} \\ &= \frac{393\,220\,000}{29\,444\,815\,000} \approx 0,0134 = 13,4\text{‰} \end{aligned}$$

Remarque : Dans ce cas particulier de la population mondiale : TBA = Taux brut d'accroissement naturel (TBAn), où  $TBAn_{(ta, tb-1)} = \frac{N_{(ta, tb-1)} - D_{(ta, tb-1)}}{n \cdot \bar{P}_{(ta, tb)}}$ . En présence de migration TBA=TBAn+TBAm.

Application numérique pour la période quinquennale 2010-2014 :  
(Période du 1/1/2010 au 1/1/2015)

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut de natalité} &= \frac{687\,058\,000}{5 \times \frac{(6\,842\,923\,000 + 7\,219\,431\,000)}{2}} \\ &= \frac{687\,058\,000}{5 \times 7\,031\,177\,000} \approx 0,0195 = 19,5\text{‰} \end{aligned}$$

$$\text{Le taux brut de mortalité} = \frac{310\,550\,000}{5 \times 7\,031\,177\,000} \approx 0,0088 = 8,8\text{‰}$$

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut d'accroissement} &= \frac{(7\,219\,431\,000 - 6\,842\,923\,000)}{5 \times 5\,888\,963\,000} \\ &= \frac{376\,508\,000}{35\,155\,885\,000} \approx 0,0107 = 10,7\text{‰} \end{aligned}$$

***b. réécrivez l'équation du bilan démographique de la population mondiale en utilisant les taux.***

Comme vu précédemment,  $P_{tb} = P_{ta} + (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1}))$ , donc :

$$\begin{aligned} P_{tb} - P_{ta} &= (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1})) \\ &\Leftrightarrow \\ \frac{P_{tb} - P_{ta}}{n \cdot \bar{P}_{(ta,tb)}} &= \frac{N(t_a, t_{b-1})}{n \cdot \bar{P}_{(ta,tb)}} - \frac{D(t_a, t_{b-1})}{n \cdot \bar{P}_{(ta,tb)}} \\ &\Leftrightarrow \\ \text{TBA} &= \text{TBN} - \text{TBM} \end{aligned}$$

On vérifie donc ainsi que :  $13,4 \text{‰} = 22,5 \text{‰} - 9,1 \text{‰}$ , et  $10,7 \text{‰} = 19,5 \text{‰} - 8,8 \text{‰}$

***3. Interprétez les résultats de vos calculs et expliquez la différence constatée entre les deux périodes.***

Tableau récapitulatif des résultats :

	<b>1995-1999 2010-2014</b>	
Accroissement	393 220 000	376 508 000
Nombre annuel moyen de naissances	132 508 000	137 411 600
Nombre annuel moyen de décès	53 864 000	62 110 000
Taux brut de natalité (en ‰)	22,5	19,5
Taux brut de mortalité (en ‰)	9,1	8,8
Taux brut d'accroissement (en ‰)	13,4	10,7

Pour la période 1995-1999, on a observé 9,1 décès et 22,5 naissances par année pour 1000 habitants. Autrement dit, la population a augmenté chaque année de 13,4 individus pour 1000 habitants, en raison d'un excédant des naissances sur les décès.

Pour la période 2010-2014, on projette que cette augmentation ne sera plus que de 10,7 individus pour 1000 habitants par an. Bien qu'il y ait un excédant des naissances sur les décès - il est estimé qu'on observera 19,5 naissances contre 8,8 décès pour 1000 habitants – celui-ci est moindre.

La baisse des taux bruts de mortalité et de fécondité, est ici le signe d'un vieillissement de la population mondiale. Soumise plus tardivement au risque de décès, la population connaît également une baisse de la natalité. Cette dernière étant d'ampleur plus importante que n'est celle de la mortalité (2 points de pourcentage vs 0,3 points de pourcentage) il en résulte une croissance moindre de la population sur la deuxième période.

## Exercice 2 : Bilan de la population de l'Europe

On dispose des données suivantes :

	Grandeurs démographiques	Nombres en milliers
Situation réelle	Population au 1 janvier 1995	727 885
	Population au 1 janvier 2000	728 463
	Nombre de naissances en 1995-1999	37 020
	Nombre de décès en 1995-1999	41 725
	Grandeurs démographiques	Nombres en milliers
Projections	Population au 1 janvier 2010	725 786
	Population au 1 janvier 2015	721 111
	Nombre de naissances en 2010-2014	35 918
	Nombre de décès en 2010-2014	44 115

### 1. Faites le bilan du mouvement de la population de l'Europe

#### a. pour la période quinquennale 1995-1999,

La population de l'Europe est ouverte. La composante migratoire s'ajoute à la composante naturelle. Le bilan démographique est légèrement plus complexe, puisque les entrées sont constituées des naissances et des immigrations, et les sorties sont le fait des décès et des émigrations.

Notations complémentaires des éléments du bilan démographique :

$I(t_a, t_{b-1})$  – le nombre d'immigrations durant la période  $(t_a, t_{b-1})$

$E(t_a, t_{b-1})$  – le nombre d'émigrations durant la période  $(t_a, t_{b-1})$

Équation du bilan démographique d'une période

L'effectif de la population à la fin de la période est égal à l'effectif de la population au début de la période augmenté du solde des mouvements naturel et migratoire intervenus au cours de la période

$$P_{tb} = P_{ta} + (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1})) + (I(t_a, t_{b-1}) - E(t_a, t_{b-1}))$$

L'accroissement de la population ( $\Delta P$ ) résulte alors ici des mouvements naturel et migratoire :

$$\Delta P(t_a, t_b) = P_{tb} - P_{ta} = (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1})) + (I(t_a, t_{b-1}) - E(t_a, t_{b-1}))$$

Les migrations étant inconnues, on déduit ainsi le solde migratoire ( $SM$ ):

$$SM(t_a, t_{b-1}) = (I(t_a, t_{b-1}) - E(t_a, t_{b-1})) = \Delta P(t_a, t_b) - (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1}))$$

Le solde naturel ( $SN$ ), s'obtient de la manière suivante:

$$SN(t_a, t_{b-1}) = (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1}))$$

Application numérique pour la période quinquennale 1995-1999 :  
(Période du 1/1/1995 au 1/1/2000)

$$P_{1/1/1995} = 727\,885\,000$$

$$P_{1/1/2000} = 728\,463\,000$$

$$N(1995-1999) = 37\,020\,000$$

$$D(1995-1999) = 41\,725\,000$$

$$\text{Solde naturel} = (37\,020\,000 - 41\,725\,000) = -4\,705\,000$$

$$\text{Accroissement de population} = (728\,463\,000 - 727\,885\,000) = 578\,000$$

$$\text{Solde migratoire} = 578\,000 - (-4\,705\,000) = 5\,283\,000$$

Équation du bilan démographique de la population de l'Europe, période 1995-1999 :

$$728\,463\,000 = 727\,885\,000 + (-4\,705\,000) + 5\,283\,000$$

Sur la période 1995-1999, l'accroissement de la population est de 578 000 habitants. L'augmentation de l'effectif de la population s'explique en raison de la composante migratoire, assez importante pour compenser le solde naturel négatif. Autrement dit, en l'absence de migration, la population de l'Europe aurait diminué de près de 4,7 millions d'habitants. Mais l'excédent, de plus de cinq millions d'individus, des immigrations sur les émigrations, a permis que la population de l'Europe ait augmenté entre le 1<sup>er</sup> janvier 1995 et le 1<sup>er</sup> janvier 2000.

***b. pour la période quinquennale 2010-2014,***

Application numérique pour la période quinquennale 2010-2014 :  
(Période du 1/1/2010 au 1/1/2015)

$$P_{1/1/2010} = 725\,786\,000$$

$$P_{1/1/2015} = 721\,111\,000$$

$$N(2010-2014) = 35\,918\,000$$

$$D(2010-2014) = 44\,115\,000$$

$$\text{Solde naturel} = (35\,918\,000 - 44\,115\,000) = -8\,197\,000$$

$$\text{Accroissement de population} = (721\,111\,000 - 725\,786\,000) = -4\,675\,000$$

$$\text{Solde migratoire} = -4\,675\,000 - (-8\,197\,000) = 3\,522\,000$$

Équation du bilan démographique de la population de l'Europe, période 2010-2014 :

$$721\,111\,000 = 725\,786\,000 + (-8\,197\,000) + 3\,522\,000$$

Sur la période 2010-2014, l'accroissement de la population est négatif. La population de l'Europe devrait perdre plus de 4,6 millions d'habitants en cinq ans. La composante migratoire, bien que de moindre importance comparativement à la période précédente (3,5 vs 5,2 millions) est encore positive. Mais le solde naturel a chuté plus encore (-8,2 millions vs -4,7 millions) et ne peut être compensé par les migrations.

**2. Pour chaque période,**

**a. calculez les taux bruts de natalité, de mortalité, d'accroissement naturel, d'accroissement migratoire et d'accroissement total de la population de l'Europe, pour les deux périodes.**

$$\text{Taux brut d'accroissement migratoire} \rightarrow TBA_{(ta, tb-1)} = \frac{SM}{n \cdot \bar{P}_{(ta, tb)}}$$

Application numérique pour la période quinquennale 1995-1999 :  
(Période du 1/1/1995 au 1/1/2000)

n = 5 ans, et pour 1000 habitants : résultats en événements par personne-année.

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut de natalité} &= \frac{37\,020\,000}{5 \times \frac{(727\,885\,000 + 728\,463\,000)}{2}} \\ &= \frac{37\,020\,000}{5 \times 728\,174\,000} \approx 0,0102 = 10,2\text{‰} \end{aligned}$$

$$\text{Le taux brut de mortalité} = \frac{41\,725\,000}{5 \times 728\,174\,000} \approx 0,0115 = 11,5\text{‰}$$

$$\text{Le taux brut d'accroissement naturel} = \frac{-4\,705\,000}{3\,640\,870\,000} \approx -0,0013 = -1,3\text{‰}$$

$$\text{Le taux brut d'accroissement migratoire} = \frac{5\,283\,000}{3\,640\,870\,000} \approx 0,0015 = 1,5\text{‰}$$

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut d'accroissement} &= \frac{(728\,463\,000 - 727\,885\,000)}{5 \times 728\,174\,000} \\ &= \frac{578\,000}{3\,640\,870\,000} \approx 0,0002 = 0,2\text{‰} \end{aligned}$$

Application numérique pour la période quinquennale 2010-2014 :  
(Période du 1/1/2010 au 1/1/2015)

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut de natalité} &= \frac{35\,918\,000}{5 \times \frac{(725\,786\,000 + 721\,111\,000)}{2}} \\ &= \frac{35\,918\,000}{5 \times 723\,448\,500} \approx 0,0099 = 9,9\text{‰} \end{aligned}$$

$$\text{Le taux brut de mortalité} = \frac{44\,115\,000}{5 \times 723\,448\,500} \approx 0,0122 = 12,2\text{‰}$$

$$\text{Le taux brut d'accroissement naturel} = \frac{-8\,197\,000}{3\,617\,242\,500} \approx -0,0023 = -2,3\text{‰}$$

$$\text{Le taux brut d'accroissement migratoire} = \frac{3\,522\,000}{3\,617\,242\,500} \approx 0,001 = 1\text{‰}$$

$$\begin{aligned} \text{Le taux brut d'accroissement} &= \frac{(721\,111\,000 - 725\,786\,000)}{5 \times 723\,448\,500} \\ &= \frac{-4\,675\,000}{3\,617\,242\,500} \approx -0,0013 = -1,3\text{‰} \end{aligned}$$

***b. réécrivez l'équation du bilan démographique de la population européenne en utilisant les taux.***

Comme vu précédemment,  $P_{tb} = P_{ta} + (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1})) + (I(t_a, t_{b-1}) - E(t_a, t_{b-1}))$ , donc :

$$\begin{aligned} P_{tb} - P_{ta} &= (N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1})) + (I(t_a, t_{b-1}) - E(t_a, t_{b-1})) \\ &\Leftrightarrow \\ \frac{P_{tb} - P_{ta}}{n \cdot \bar{P}_{(ta,tb)}} &= \frac{(N(t_a, t_{b-1}) - D(t_a, t_{b-1}))}{n \cdot \bar{P}_{(ta,tb)}} - \frac{(I(t_a, t_{b-1}) - E(t_a, t_{b-1}))}{n \cdot \bar{P}_{(ta,tb)}} \\ &\Leftrightarrow \\ &\text{TBA} = \text{TBA}_n + \text{TBA}_m \end{aligned}$$

On vérifie donc ainsi que :  $0,2 \text{‰} = -1,3 \text{‰} + 1,5 \text{‰}$ , et  $-1,3 \text{‰} = -2,3 \text{‰} + 1 \text{‰}$

**3. Comparez le développement démographique de l'Europe à la fin du XXe siècle et en 2010-2014.**

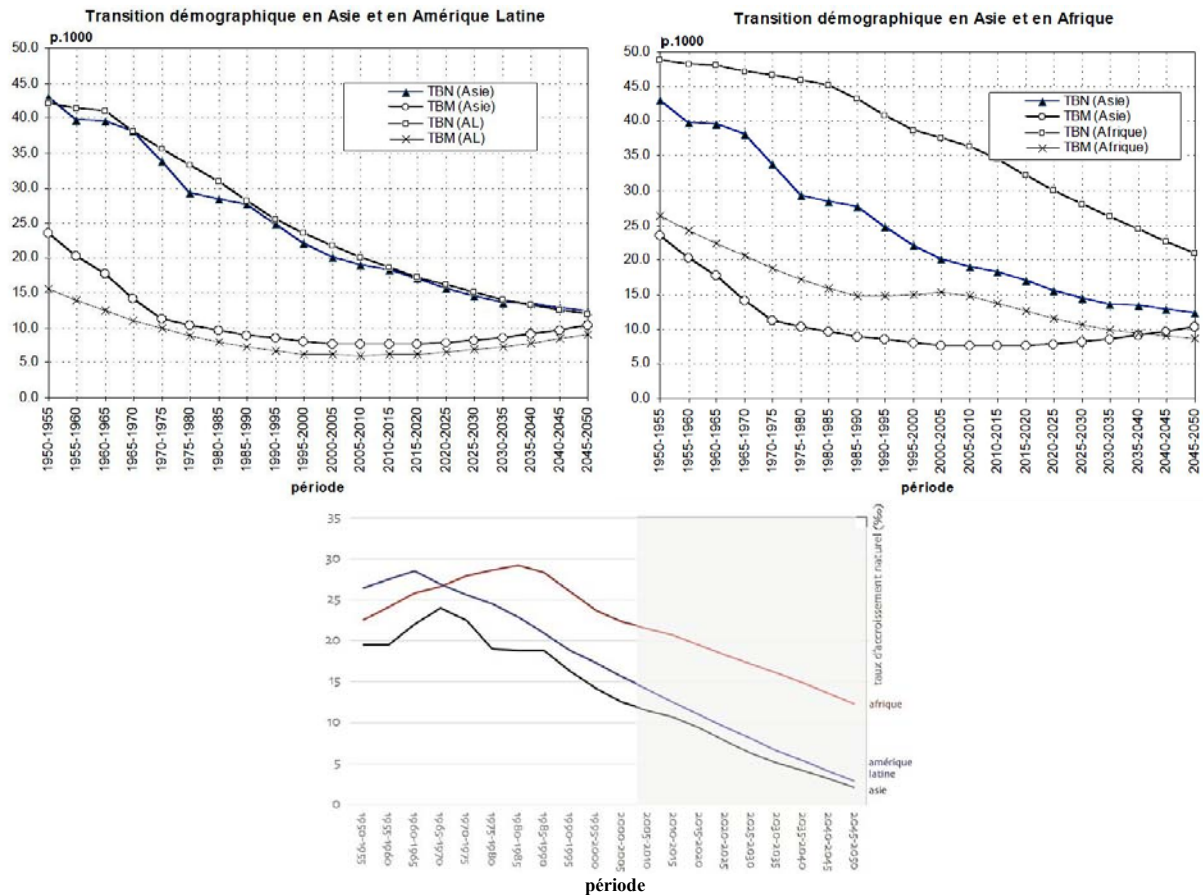
**1995-1999 2010-2014**

Accroissement total	578 000	-4 675 000
Nombre annuel moyen de naissances	7 404 000	7 183 600
Nombre annuel moyen de décès	8 345 000	8 823 000
Taux brut de natalité	10,2	9,9
Taux brut de mortalité	11,5	12,2
Taux brut d'accroissement naturel	-1,3	-2,3
Taux brut d'accroissement migratoire	1,5	1
Taux brut d'accroissement total	0,2	-1,3

On retrouve des résultats sensiblement équivalents à ceux présentés lors de la première question. Au cours de la première période, la population européenne croit en raison de migrations qui viennent légèrement dépasser le déficit naturel. Au cours de la seconde, ces migrations se sont réduites, et ne comblent plus le déficit naturel qui s'est accru, d'où une baisse de la population.



### Exercice 3 : Transitions démographiques



**Comparez la transition démographique de l'Asie avec celle de l'Afrique et de l'Amérique Latine à partir de l'analyse des graphiques proposés.**

Les trois zones sont entrées dans la transition avant 1950. Au début des années cinquante, la transition est déjà engagée, la croissance démographique est rapide dans les trois zones. C'est l'Amérique latine qui rentre la première dans une phase de décélération de la croissance, vers 1970, suivie dans les cinq ans par l'Asie. La décroissance reste soutenue jusqu'à nos jours, et on prévoit que la transition sera achevée vers 2050.

L'histoire de la croissance démographique de l'Afrique, et ses perspectives futures diffèrent profondément de celles de l'Asie et de l'Amérique latine. À partir de 1965-1970, l'Afrique a la croissance démographique la plus rapide. La baisse de la fécondité a fait entrer l'Asie et l'Amérique latine dans la phase de décélération de la croissance entre 1960 et 1970. Ce n'est pas le cas de l'Afrique, dans laquelle le rythme de croissance continue d'augmenter jusque vers 1985 où le taux d'accroissement naturel culmine à près de 3 % par an.

Depuis lors, la croissance a ralenti, mais moins rapidement que ne l'ont fait l'Amérique latine et l'Asie. Le taux d'accroissement naturel de l'Afrique est actuellement au niveau de ce qu'il était au début des années cinquante. On prévoit que la lenteur de la décélération se maintiendra dans l'avenir, ce qui amènerait l'Afrique en 2050 au rythme de croissance actuel de l'Asie.