

Cours d'analyse démographique niveau : **Master de démographie** par Alexandre Avdeev,

Chapitre 3

Analyse de la mortalité infantile

- Définition de la mortalité infantile (naissances vivante)
- Taux et quotients de la mortalité infantile,
- Composants de la mortalité infantile
- Tendances récentes de la mortalité infantile en France et en Europe

Définitions :

Mortalité infantile: la mortalité au cours de la première année de vie, c'est-à-dire entre la naissance et le premier anniversaire.

Naissances vivantes:

« Expulsion ou extraction complète du corps de la mère, **indépendamment de la durée de la gestation**, d'un produit de conception **qui, après cette séparation, respire ou manifeste tout autre signe de vie**, tel que battement du cœur, pulsation du cordon ombilical ou contraction effective d'un muscle soumis à l'action de la volonté, que le cordon ombilical ait été coupé ou non, et que le placenta soit ou non demeuré attaché. » (OMS 1977).

Autres critères utilisés dans **les statistiques nationales :**

- Durée de la gestation (28 semaines, 180 jours, 6 mois, 20 semaines)
- Taille (30 cm, 35 cm)
- Poids (400 g, 1000 g)

Enregistrement d'une naissance (*vivante ou sans vie*)

Selon l'instruction générale relative à l'état civil, un enfant doit être déclaré dès lors que la gestation a duré au moins **180 jours** (~22 semaines d'aménorrhée ≈ 20 semaines de grossesse).

La déclaration de la naissance doit être faite dans les 3 jours francs qui suivent l'accouchement, à l'officier de l'état civil du lieu. Celui-ci enregistre **un acte de naissance, *si l'enfant a respiré***. Dans **le cas contraire, il enregistre un acte d'enfant sans vie**.

Jusqu'en mars 1993 si l'enfant est sans vie à l'époque de la déclaration, indépendamment de l'état dans lequel il était au moment de la naissance; **on ne dresse ni acte de naissance ni acte de décès mais un acte d'enfant sans vie** (Cette procédure légale compliquait l'établissement de la statistique des naissances vivantes vraies et avait des conséquences sur la statistique des causes de décès = faux mort-nés).

Depuis mars 1993, un acte "d'enfant sans vie" est dressé uniquement *s'il n'est pas établi que l'enfant est né vivant et viable*. Il en est ainsi :

- lorsque l'enfant, sans vie au moment de la déclaration à l'état civil, est né vivant, mais non viable. L'officier de l'état civil dresse l'acte sur production d'un certificat médical quelle que soit la durée de gestation ;
- lorsque l'enfant est décédé avant la déclaration de naissance à la mairie, sans certificat médical précisant qu'il est né vivant et viable ;
- lorsque l'enfant est mort-né, **depuis la circulaire du 30 novembre 2001, un bulletin d'enfant sans vie peut être établi dès 22 semaines d'aménorrhée ou si l'enfant a atteint un poids de 500 grammes** (critère de viabilité de l'Organisation mondiale de la santé, l'OMS).

En 2008, selon le décret n°2008-800 du 20 août 2008, l'acte d'enfant sans vie est établi sur la base d'un certificat médical d'accouchement. Les critères de durée de gestation, 22 semaines d'aménorrhée, ou de poids, 500 grammes, ne sont plus pris en compte.

Pour calculer le nombre de naissances vivantes, l'INSEE utilisait les informations qui figurent sur l'acte d'enfant sans vie. Au sens de l'organisation mondiale de la santé (OMS), **les signes de vie à prendre en compte sont le battement de cœur, la pulsation du cordon ombilical, ou la contraction effective d'un muscle soumis à l'action de la volonté**

Bulletin de naissance

recto

verso

Rappel. - Il n'y a pas lieu d'établir un bulletin statistique modèle 5 pour les naissances ayant eu lieu hors de la commune

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES

N° de l'acte _____
N° d'ordre du bulletin de naissance _____

BULLETIN DE NAISSANCE

Département _____ Commune (1) _____
Commune (2) _____
Section _____
Date de la naissance _____
Jour Mois Année

A. RENSEIGNEMENTS RELATIFS À L'ENFANT

1 **NOM** _____
En majuscules

2 **Prénoms** _____

3 **Sexe** Masculin 1 Fémnin 2

4 **Qualité juridique** Légitime 1 Naturel 2
Non reconnu 3
Reconnu d'abord par le père 4
Reconnu d'abord par la mère 5
Reconnu par le père et la mère dans le même acte 6
Accouchement anonyme, enfant trouvé 6

Lorsque les cases 3, 4 ou 5 ont été cochées, compléter ci-dessous :
Reconnu par le père le _____, par la mère le _____

B. RENSEIGNEMENTS RELATIFS À LA MÈRE

5 **NOM** (patronymique) _____
En majuscules

6 **Prénoms** _____

7 **Née le** Jour, mois, année _____

8 **À** Commune (2) _____
Département ou pays (3) _____

9 **Profession** Profession _____
Situation (4) _____ Salariée de l'État ou des collectivités locales Autre salariée À son compte

10 **Nationalité** Française 1
Étrangère 2 → préciser _____

11 **Domicile** Commune (2) _____
Département ou pays (3) _____
Numéro et rue _____

C. RENSEIGNEMENTS RELATIFS AU PÈRE

5 **NOM** (patronymique) _____
En majuscules

6 **Prénoms** _____

7 **Né le** Jour, mois, année _____

8 **À** Commune (2) _____
Département ou pays (3) _____

9 **Profession** Profession _____
Situation (4) _____ Salarié de l'État ou des collectivités locales Autre salarié À son compte

10 **Nationalité** Française 1
Étrangère 2 → préciser _____

(1) Numéro de la commune au code officiel géographique.
(2) Pour Paris, Lyon, Marseille, indiquer l'arrondissement.
(3) Département métropolitain : code ou nom en clair ; DOM, TOM ou pays étranger : nom en clair.
(4) Salarié(e) de l'État ou des collectivités locales : - y compris les hôpitaux publics, les PTI, les arsenaux, etc. ;
- non compris les entreprises publiques (SNCF, EDF, banques, etc.).
Autre salarié(e) : y compris les entreprises publiques et les organismes de sécurité sociale.

Suite au verso

5

D. MARIAGE DES PARENTS

12 **Date** Jour, mois, année _____

13 **Lieu** France métropolitaine (code du département, 01 à 95, 2A et 2B pour les deux départements de la Corse)
DOM (code 97, pour les départements français d'outre-mer)
TOM (code 98, pour les territoires français d'outre-mer)
Autres pays (code 99, pour les pays et territoires étrangers)

E. AUTRES RENSEIGNEMENTS

14 **Conditions de l'accouchement** Dans un établissement spécialisé 1
À domicile ou dans d'autres lieux avec une assistance (médecin ou sage-femme) 2
Sans assistance 3

15 _____

16 _____

17 **Type d'accouchement** Pour renseigner cette question, tenir compte de tous les enfants issus de l'accouchement (enfants vivants et enfants sans vie)
Naissance simple
Naissance multiple { jumeaux
triplés
quadruplés ou plus

18 **La mère a-t-elle eu d'autres enfants nés vivants ?**
(Y compris d'autres unions)
OUI → combien _____
Date de la précédente naissance vivante _____
Jour Mois Année
NON

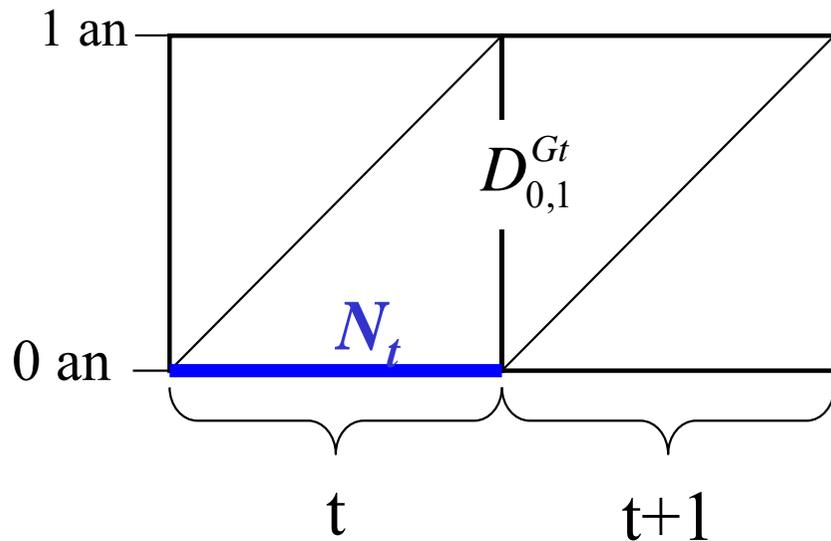
Vu l'avis favorable du Conseil National de l'Information Statistique, cette enquête, reconnue d'intérêt général, est obligatoire.
Visa n° 200 PA 002 EC du ministre chargé de l'Économie.
Selon la loi n° 51-711 du 7 juin 1951 modifiée sur l'obligation, la coordination et le secret en matière de statistique, tout défaut de réponse ou une réponse sciemment inexacte peut entraîner l'application d'une amende administrative.
Questionnaire confidentiel destiné à l'INSEE. Les questions 6 à 18 sont couvertes par la loi n° 51-711.
Les autres indications sont utilisées par l'INSEE pour la tenue à jour du répertoire national d'identification des personnes physiques.
La loi n° 78-17 du 8 janvier 1978, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, s'applique aux réponses faites à la présente enquête. Elle garantit aux personnes concernées un droit d'accès et de rectification pour les données les concernant. Ce droit peut être exercé auprès des Directions régionales et Services régionaux de l'INSEE.

Fait le, _____
(date de création du bulletin)
L'officier de l'état civil,

IMPRIMERIE NATIONALE 1 017231 1

Quantifier la mortalité infantile d'une génération (quotient)

Génération t \longrightarrow Quotient de la mortalité infantile



$${}_1q_0 = \frac{D_0^{Gt}}{N_t}$$

N_t – naissances vivantes au cours de l'année t

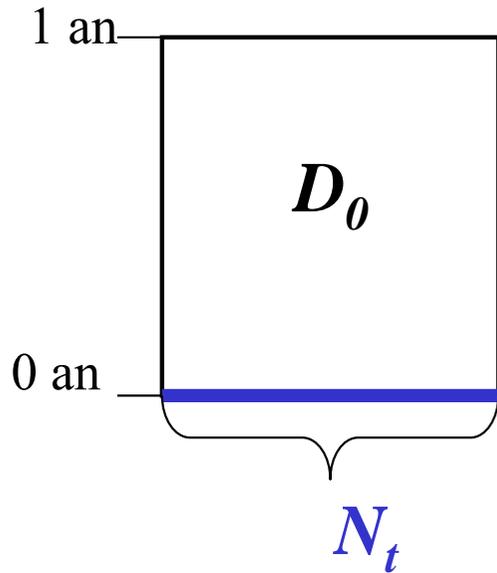
$D_{0,1}^{Gt}$ – nombre de décès dans la génération t durant l'intervalle d'âge entre 0 et 1 (sur deux ans)

Défauts :

- ✓ il ne couvre qu'une partie de décès des enfants qui ont lieu durant une année de calendrier ;
- ✓ en revanche, il se réfère à deux années consécutives.
- ✓ l'effet de la migration est négligé

Mais la mortalité infantile est très sensible à des conditions de l'année en cours (aléas climatiques, épidémies saisonnières etc.

La mesure de la mortalité infantile de l'année (les taux dits « conventionnels »)

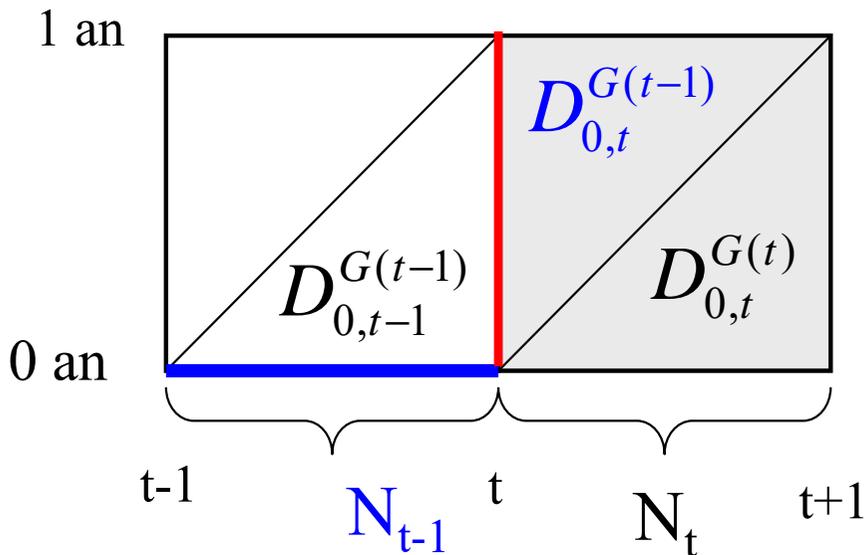


$$m_{0,t} = \frac{D_0}{N_t}$$

Défaut :

- la partie de décès provient de la génération née l'année d'avant
- l'effet de la variation des naissances d'une année à l'autre est négligé

(1)



$$m_{0,t} = \frac{D_{0,t}^{G(t)}}{N_t} + \frac{D_{0,t}^{G(t-1)}}{N_{t-1}}$$

(2)

La formule (1) est bonne, si

$$\frac{D_{0,t-1}^{G(t-1)}}{N_{t-1}} \approx \frac{D_{0,t}^{G(t)}}{N_t}$$

Taux de mortalité infantile « ajustés » :

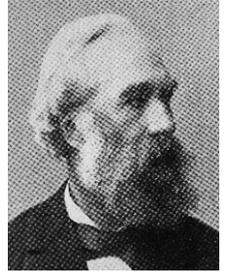
1 - Formule de Böchk (ou Boeckh) → la probabilité de mourir durant une année de calendrier

Soit S_1 la probabilité de survivre au 1^{er} anniversaire et q_0 la probabilité de mourir à l'âge 0

$$S_1 = p_0^{1jan.} \cdot p_{1jan.}^1 \Rightarrow$$

$$q_0 = 1 - S_1 = 1 - p_0^{1jan.} \cdot p_{1jan.}^1$$

Richard Böchk, (28.3.1824-5.12.1907) – travaillait au Bureau statistique de Prusse à Berlin sous la direction de Ernst Engel. En 1875-1903, il était le directeur du bureau statistique de Berlin et dès 1881 il était le professeur à l'Université de Berlin ; on trouve parmi ses étudiants Ferdinand Tönnies et Robert René Kuczynski ¹⁾

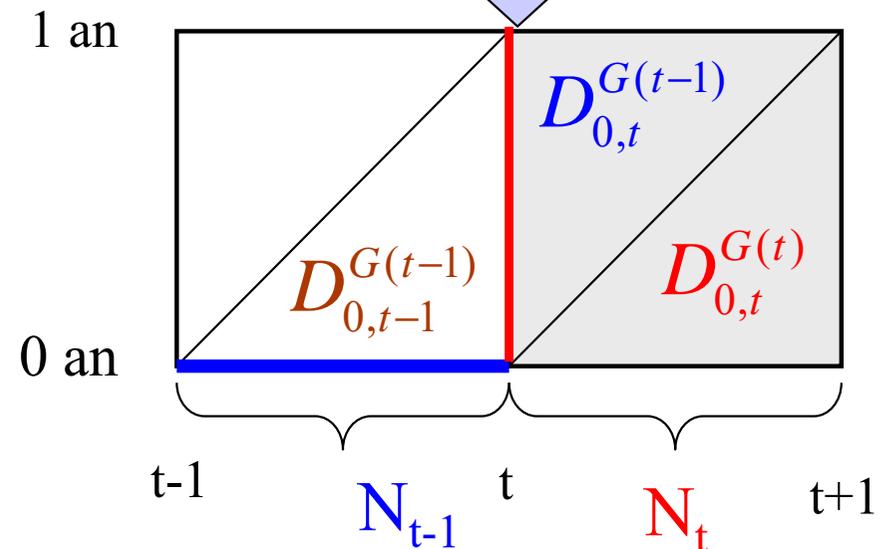
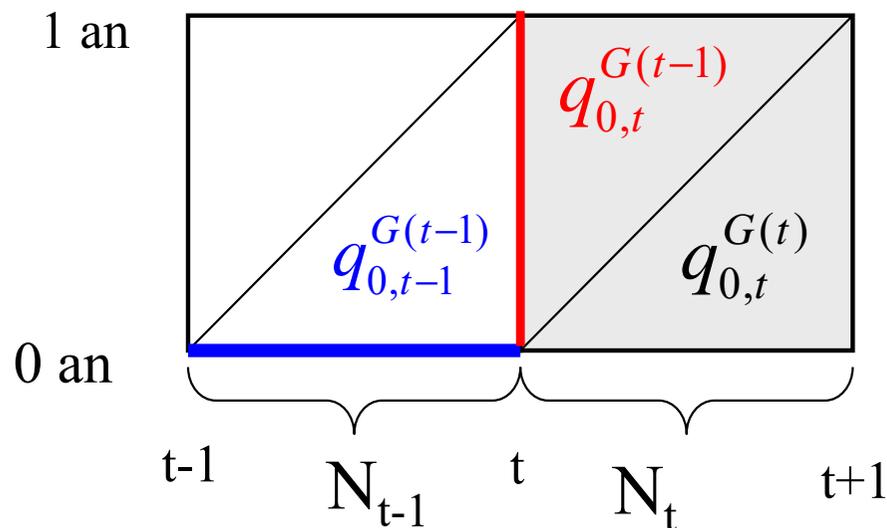


$$q_{0,t} = 1 - (1 - q_{0,t}^{G(t-1)}) \cdot (1 - q_{0,t}^{G(t)}) \Rightarrow$$

$$q_{0,t} = q_{0,t}^{G(t)} + q_{0,t}^{G(t-1)} \cdot (1 - q_{0,t-1}^{G(t-1)}) \rightarrow$$

$$q_{0,t} = q_{0,t}^{G(t)} + q_{0,t}^{G(t-1)} - q_{0,t}^{G(t-1)} \cdot q_{0,t-1}^{G(t-1)}$$

$$q_{0,t} = \frac{D_{0,t}^{G(t)}}{N_t} + \frac{D_{0,t}^{G(t-1)}}{N_{t-1}} \cdot \left(1 - \frac{D_{0,t-1}^{G(t-1)}}{N_{t-1}} \right)$$



¹⁾ Heinrich Silbergleit – „Richard Böchk“. // *Bulletin de l'Institut International de Statistique* Vol.18, 1er Livraison (1909), p. 659–667.

Taux de mortalité infantile « ajustés » :

2 - Formule de Rahts → idée de participation des générations successives

Johannes Rahts (1854-1933)¹ – sa formule originale est empirique résultant de l'analyse de fluctuations des nombres de naissances pendant la Première guerre mondiale 1914-1918 : population exposée est une moyenne pondérée des naissances de deux années consécutives

$$m_0 = \frac{D_0}{2/3 \cdot N_t + 1/3 \cdot N_{t-1}};$$

La version modifiée de cette formule prend en compte l'évolution du calendrier et le niveau de la mortalité

$$m_0 = \frac{D_0}{\alpha \cdot N_t + \beta \cdot N_{t-1}}; \alpha + \beta = 1$$

α et β – les facteurs de séparation (pondération), correspondant aux proportions de décès de chaque génération dans le total de décès à l'âge de moins d'un an durant une année de calendrier

$$\alpha = \frac{D_{0,t}^{G(t)}}{D_{0,t}^{G(t-1)} + D_{0,t}^{G(t)}}$$

$$\beta = 1 - \alpha$$

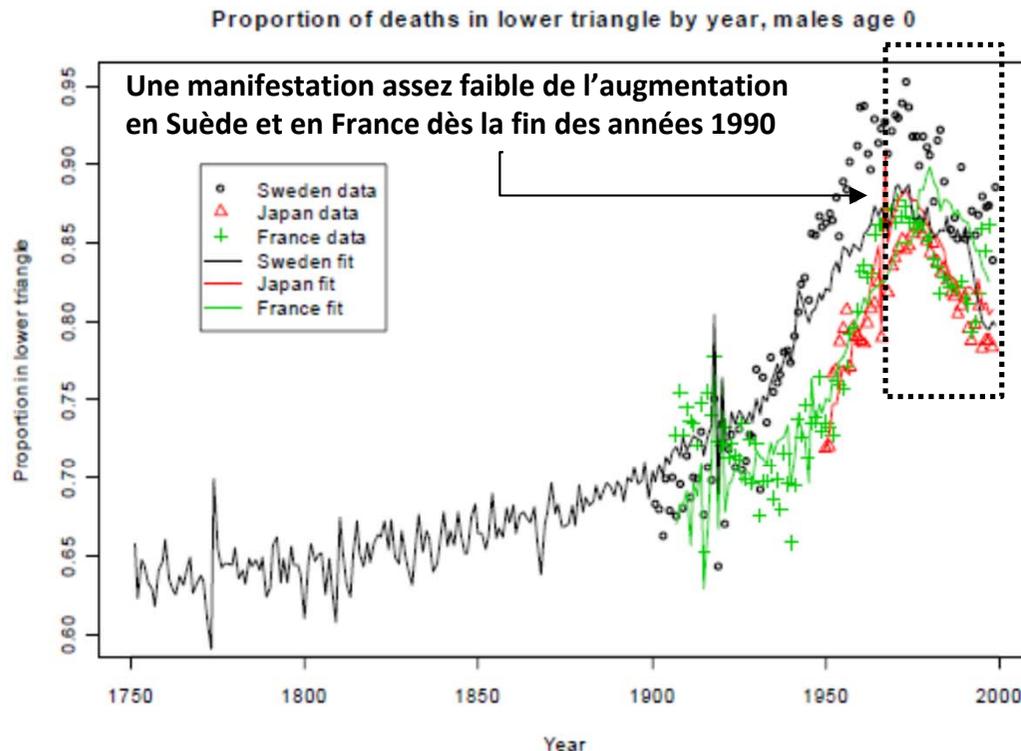
| Niveau de la mortalité infantile m_0 (‰) | Coefficients de pondération (%) basés sur les tables-types de mortalité | | Coefficients de pondération (%) basés sur les tables de mortalité des États Unis ²⁾ | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| | α | β | α | β |
| 200 | 60 | 40 | 68 | 32 |
| 150 | 67 | 33 | 68 | 32 |
| 100 | 75 | 25 | 75 | 25 |
| 50 | 80 | 20 | 84 | 16 |
| 25 | 85 | 15 | 86 | 14 |
| 15 | 95 | 5 | 86 | 14 |
| 10 | N.A. | N.A. | 86 | 14 |
| 5 | N.A. | N.A. | 88 | 12 |

Voir graphique ne annexe

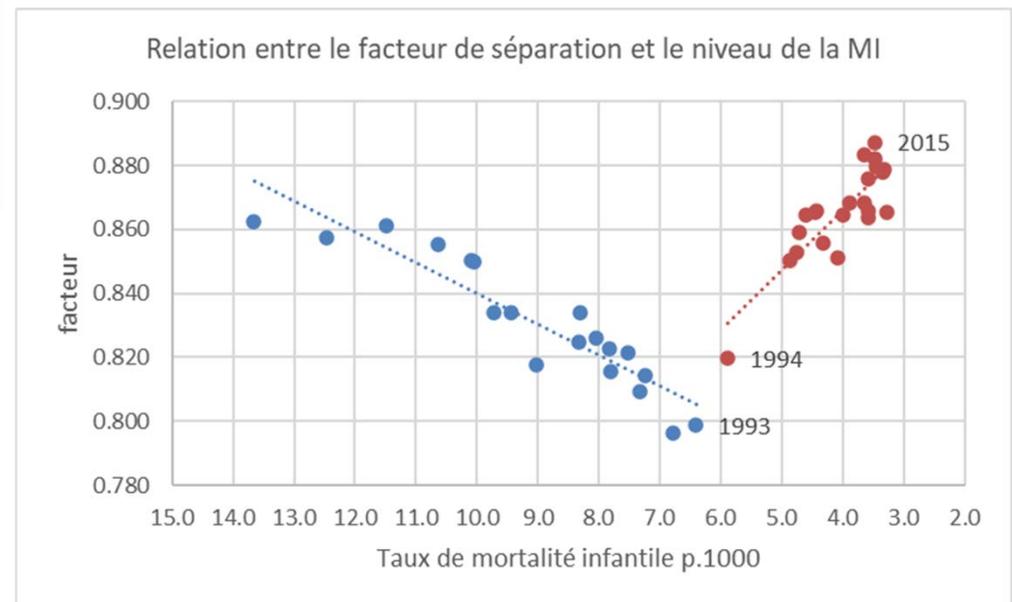
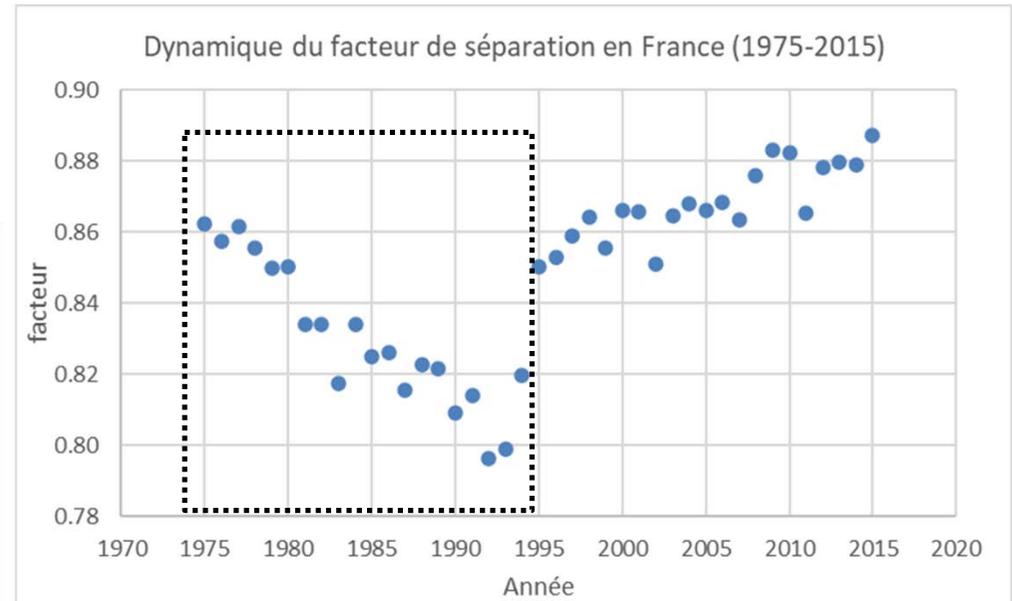
1) Rahts, Karl Ernst Johannes – astronome et démographe allemand Cf. Landsberg O., « Johannes Rahts (1854-1933) », dans 'Bulletin de l'Institut international de statistique', t. 26, 1^{er} livr., La Haye, 1936, p. 282-284.

2) Cf. McGehee, Mary A., « Mortality » dans *The Methods and Materials of Demography*, 2d edition, 2008, p.285

Évolutions historiques de la distribution de décès à l'âge de moins d'un an entre les triangles élémentaires dans quelques pays développés et notamment en France



Source : *Methods Protocol for the Human Mortality Database* by J.R. Wilmoth, K. Andreev, D. Jdanov, and D.A. Glej with the assistance of C. Boe, M. Bubenheim, D. Philipov, V. Shkolnikov, P. Vachon, p.48 (<http://www.mortality.org>)



Pour la France l'analyse (les deux sexes confondus) par A.Avdeev (IDUP) © 2019

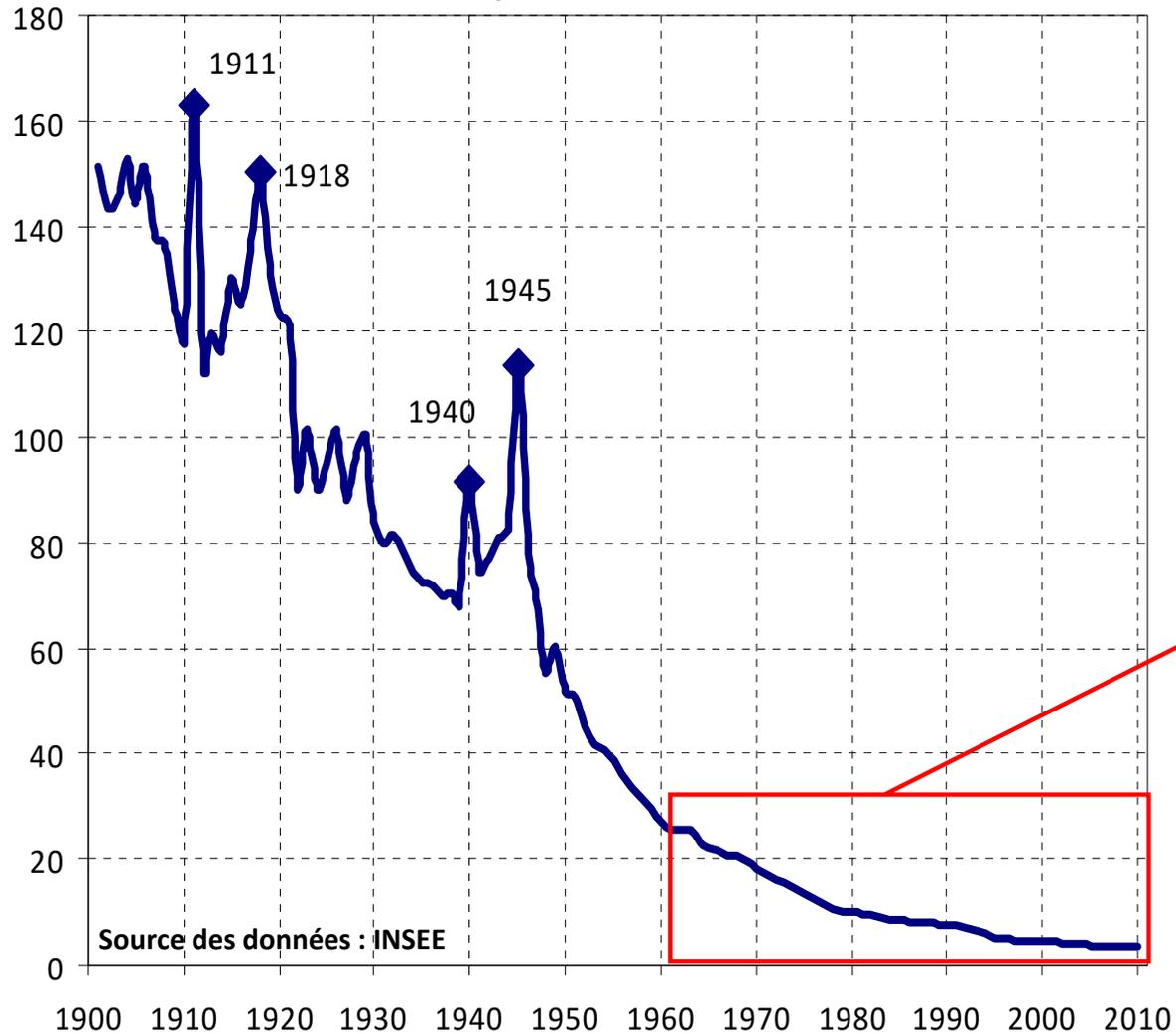
Calculs des taux de mortalité infantile pour la France métropolitaine, 2006-2009

| Données | Symbole ou formule | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Naissances | N_a | 774 355 | ↑ 796 896 | ↓ 785 985 | ↑ 796 044 | ↑ 793 420 |
| Décès G_t | D_a' | | 2 523 | ↓ 2 437 | ↑ 2 502 | ↑ 2 564 |
| Décès G_{t-1} | D_a'' | | 383 | 385 | 354 | 339 |
| Taux méthode 1 | $\frac{D_a' + D_a''}{N_a} \cdot 1000$ | | 3.647 | ↓ 3.590 | ↓ 3.588 | ↑ 3.659 |
| Taux méthode 2 | $\left[\frac{D_a'}{N_a} + \frac{D_a''}{N_{a-1}} \right] \cdot 1000$ | | 3.661 | ↓ 3.584 | ↑ 3.593 | ↑ 3.657 |
| Taux de Bëchk | $\left[\frac{D_a'}{N_a} + \frac{D_a''}{N_{a-1}} \cdot \left(1 - \frac{D_{a-1}'}{N_{a-1}} \right) \right] \cdot 1000$ | | X | 3.582 | ↑ 3.592 | ↑ 3.656 |
| α | $\frac{D_a'}{D_a' + D_a''}$ | | 0.868 | 0.864 | 0.876 | 0.883 |
| Taux de Rahts 1 | $\frac{D_a' + D_a''}{\alpha \cdot N_a + (1 - \alpha) \cdot N_{a-1}} \cdot 1000$ | | 3.660 | ↓ 3.584 | ↑ 3.593 | ↑ 3.657 |
| α : | USA mortality tables | | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| Taux de Rahts 2 | avec α de USA TM | | 3.659 | ↓ 3.584 | ↑ 3.593 | ↑ 3.657 |

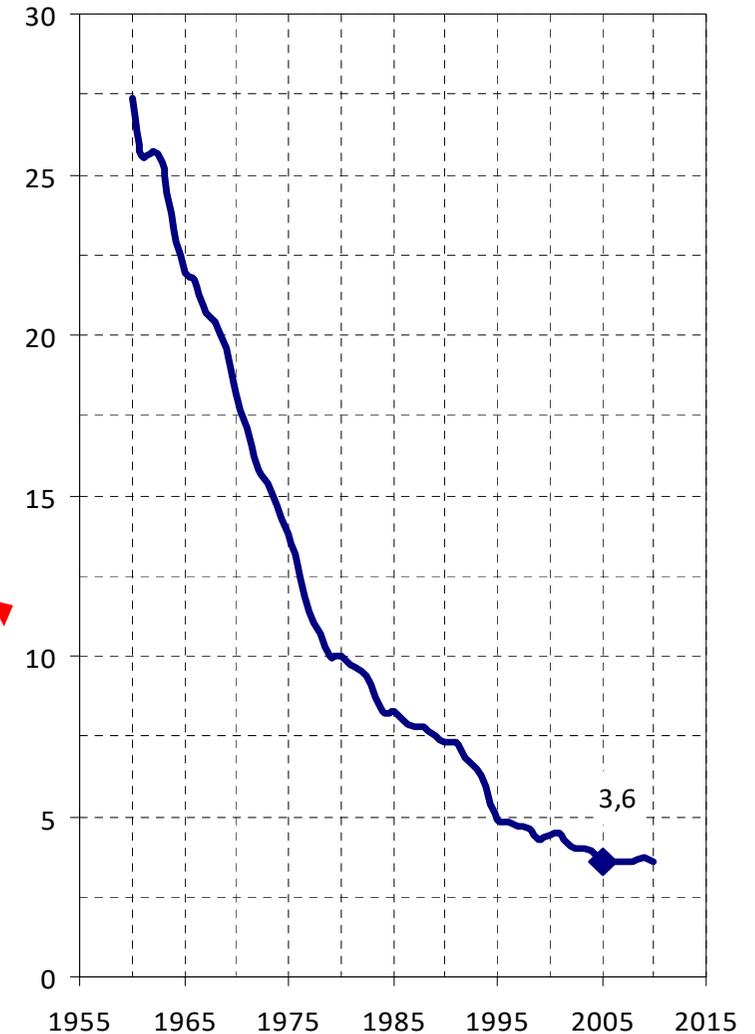
Constat : la dynamique du taux « conventionnel » est différente de celle quantifiée avec les taux estimés par les méthodes de Bëchk et de Rahts

Évolution séculaire de la mortalité infantile en France

Taux de mortalité infantile France, 1901-2010



Taux de mortalité infantile France, 1960-2010

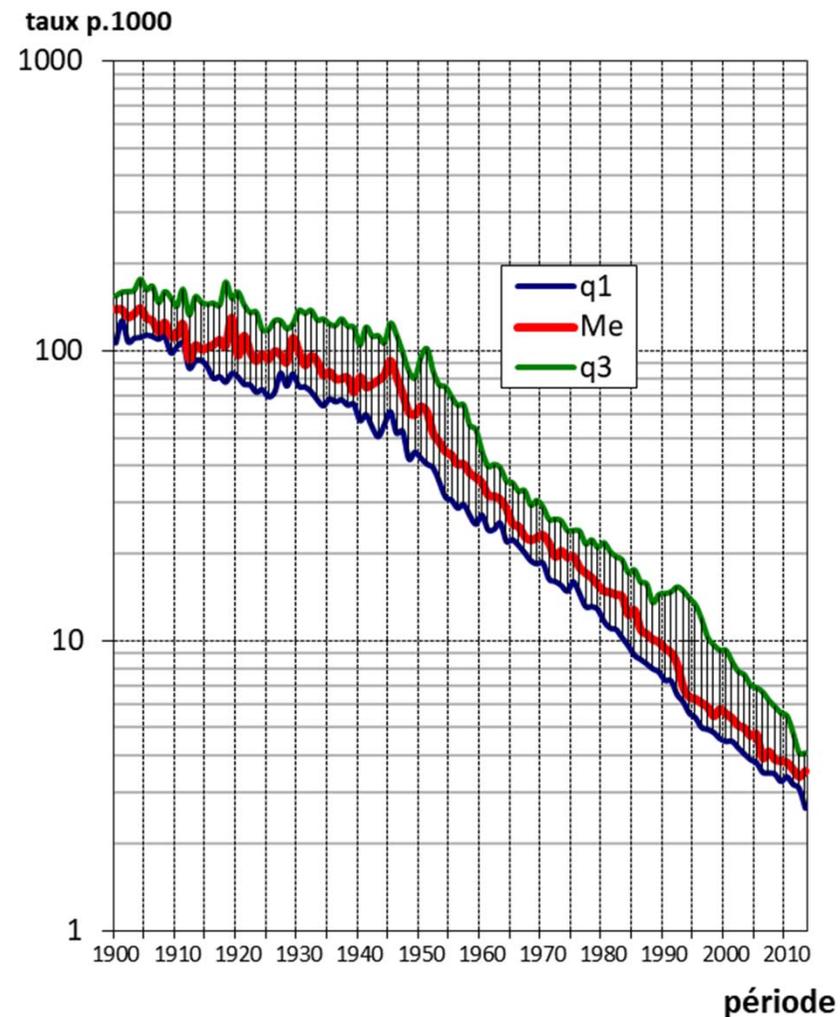
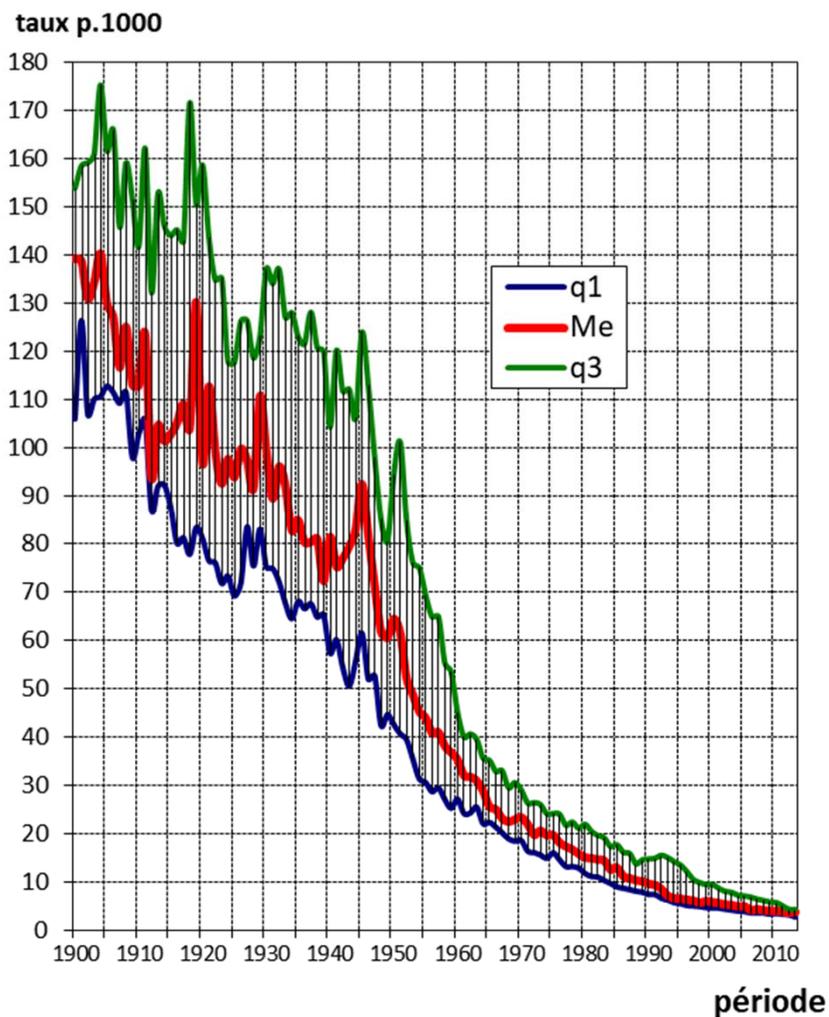


Note : 1911 – canicule jusqu'à $\sim +36^\circ$ en juillet-septembre (cf. Catherine Rollet « La canicule de 1911. Observations démographiques et médicales et réactions politiques » // *Annales de démographie historique*, 2010/2 (n° 120) volume: *Populations et catastrophes : aléas naturels, vulnérabilités et politiques publiques*, p.105-160

1918 – la grippe « espagnole »

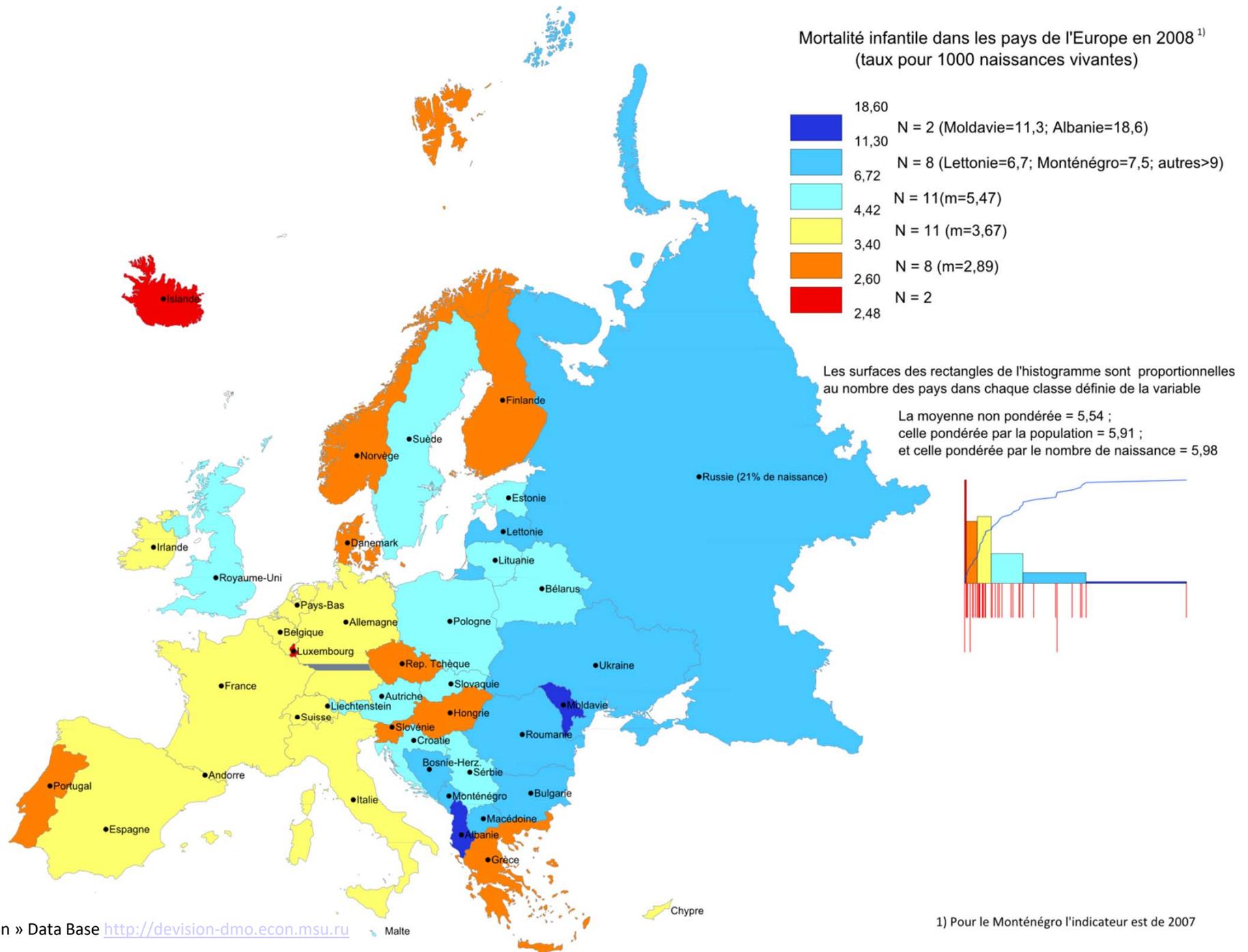
1945 – désordre dans le circuit de la distribution du lait (cf. INED)

Evolution de la mortalité infantile dans les pays européens depuis 1900



Source: « Devision DataBase » <http://devision-dmo.econ.msu.ru>

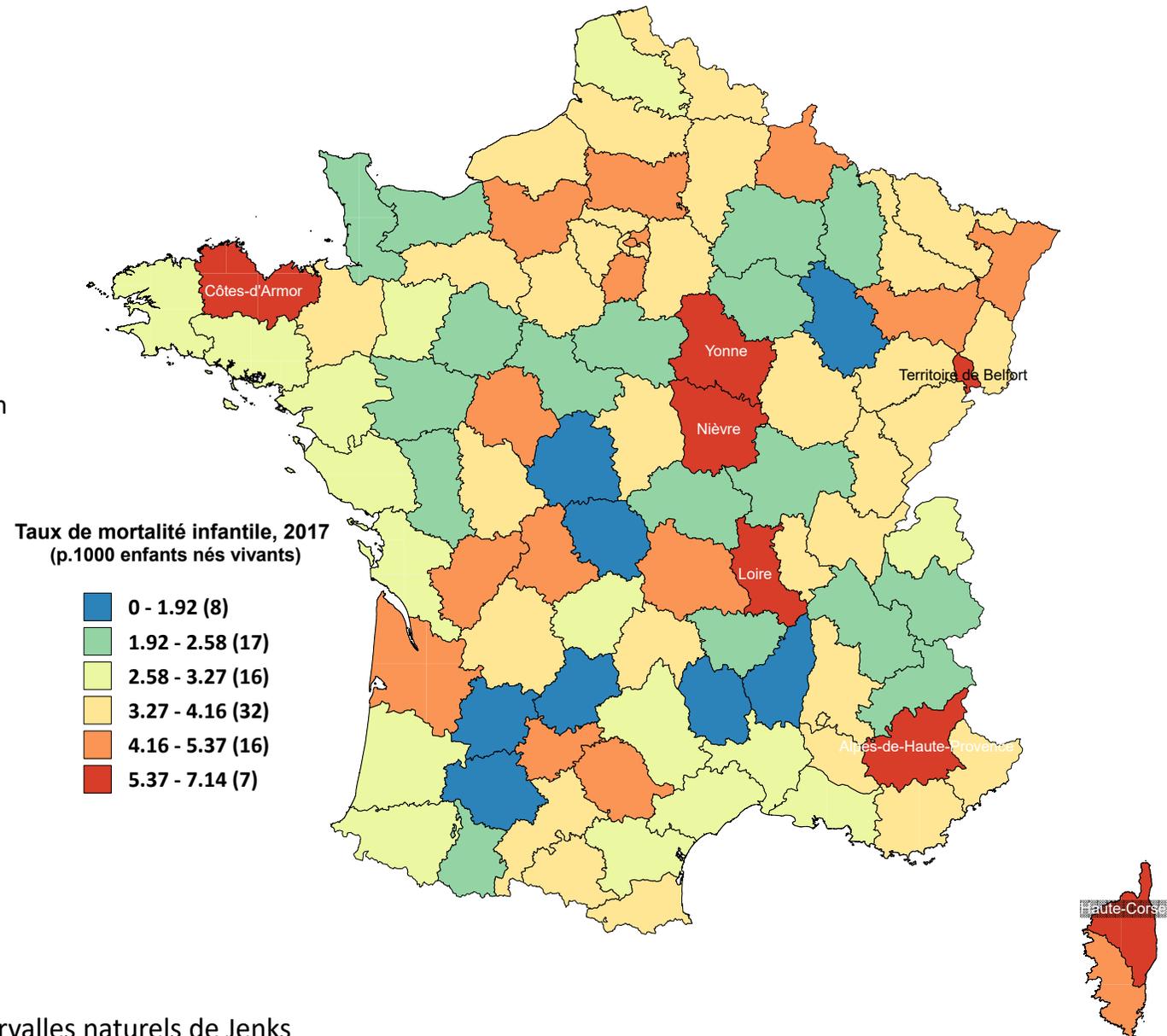
Mortalité infantile en Europe en 2008



Variation régionale de la mortalité infantile en France métropolitaine en 2017

Source de données : INSEE,

- table DC2D (décès d'enfants de moins d'un an selon l'année de naissance et le nombre de jours vécus par département et région de domicile) ;
- table N1D (nés vivants et enfants sans vie suivant le sexe et la situation matrimoniale des parents par département et région de domicile de la mère).



Méthode de catégorisation: Intervalles naturels de Jenks

Calculs et cartographie : A.Avdeev (IDUP)

Variation de la mortalité infantile dans le monde contemporaine vers 2010

Selon le *CIA factbook* : estimation pour l'an 2009
(à titre de comparaison UN WPP 2024 estimations pour 2023)

Les champions parmi les 224 pays et territoires classés dans :

– à l'arrière-garde :

- Angola 180 ‰ (48,6‰)
- Sierra Leone 154‰ (71,6‰)
- Afghanistan 152‰ (44‰)
- Libéria 138‰ (55,9‰)

– à l'avant-garde :

- Suède 2,75‰ (1,9%)
- Bermuda 2,46‰ (2,0‰)
- Singapour 2,31‰ (1,7‰)
- Japon 2,79‰ (1,6‰)

France était en 8^e position mondiale avec le TMI = 3,3‰ (de fait c'est 3,6 en 2010)

Dans 50 pays TMI > 50‰ (17 pays en 2023)

Dans la moitié de pays du monde il est > 20‰ (98 pays en 2023)

Dans 70 pays seulement il est < 10‰ (125 pays en 2023)

En Europe : pour la période 2005-2009 TMI moyen a été 5,5 ‰

TMI minimal est 2,0 ‰ (Islande), maximal 12,4 ‰ (Roumanie), les champions étaient l'Islande, 2006 avec 1,4 ‰; et le Luxembourg, 2007 et 2008 avec 1,8 ‰

Source: <http://division-dmo.econ.msu.ru>

Variation de la mortalité infantile dans le monde contemporaine

Selon UN WPP 2024 (estimation pour l'an 2023)

Les champions parmi les 297 pays et territoires classés dans :

– à l'arrière-garde :

- Sierra Leone (71,6‰)
- Nigéria (69,5‰)
- Afghanistan (152‰)
- Libéria (138‰)

– à l'avant-garde :

- Islande (1‰)
- Chine, Hong Kong (1,3‰)
- Japon (1,6‰)
- Singapour (1,7‰)

France est en 39^e position mondiale avec le TMI = 3,5‰

Dans 17 pays TMI > 50‰

Dans la moitié de pays du monde il est > 12‰

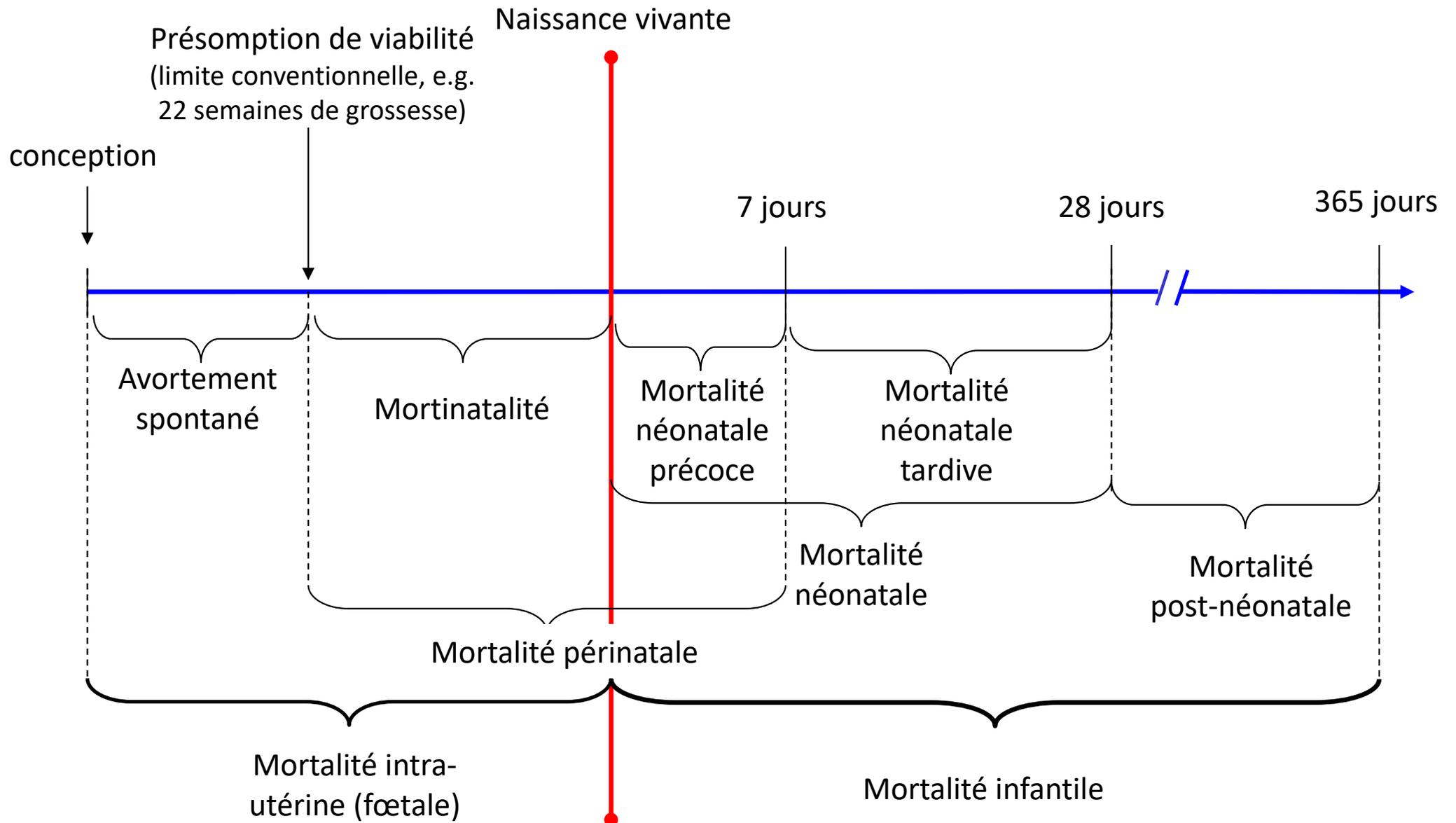
Dans 70 pays seulement il est < 5‰

En Europe : en 2023 TMI moyen (géographique) a été 3,2 ‰

TMI minimal est 1,0 ‰ (Islande), maximal 11,7 ‰ (Moldova),

les champions étaient l'Islande avec 1,0 ‰; et l'Estonie avec 1,4 ‰

Composants de la mortalité infantile



Taux relatifs aux composants de la mortalité infantile

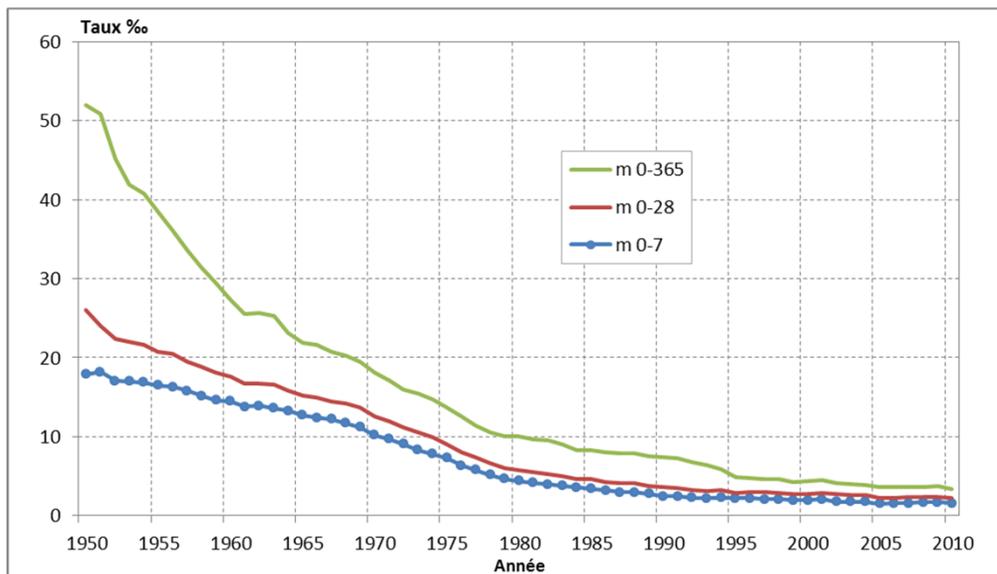
| | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Taux de mortalité néonatale précoce | $m_{0-7}^t = \frac{D_{0-7}^t}{N^t}$ | } | Taux de mortalité néonatale |
| Taux de mortalité néonatale tardive | $m_{7-28}^t = \frac{D_{7-28}^t}{N^t}$ | | $m_{0-28}^t = \frac{D_{0-28}^t}{N^t}$ |
| Taux de mortalité post-néonatale | $m_{28-365}^t = \frac{D_{28-365}^t}{N^t}$ | | |
| Taux de mortalité infantile → | $\left\{ \begin{array}{l} m_0^t = m_{0j-7j}^t + m_{7j-28j}^t + m_{28j-365j}^t \\ m_0^t = m_{0j-28j}^t + m_{28j-365j}^t \end{array} \right.$ | | |

Taux de mortalité périnatale $m_{périnatale}^t = \frac{MN^t + D_{0-7}^t}{MN^t + N^t}$

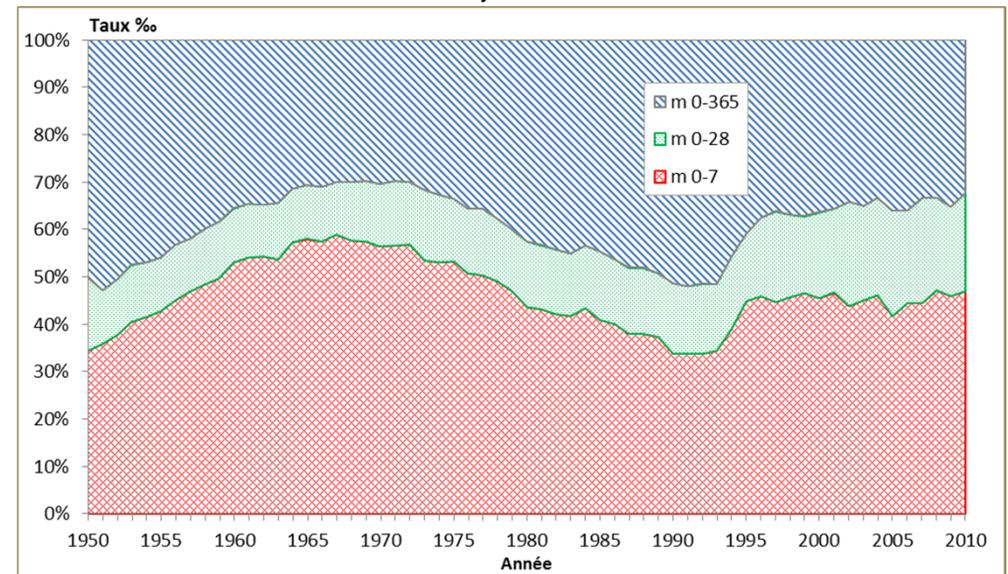
Taux de mortinatalité $m_{mortinatalité}^t = \frac{MN^t}{MN^t + N^t}$

Composants de la mortalité infantile en France 1950-2010

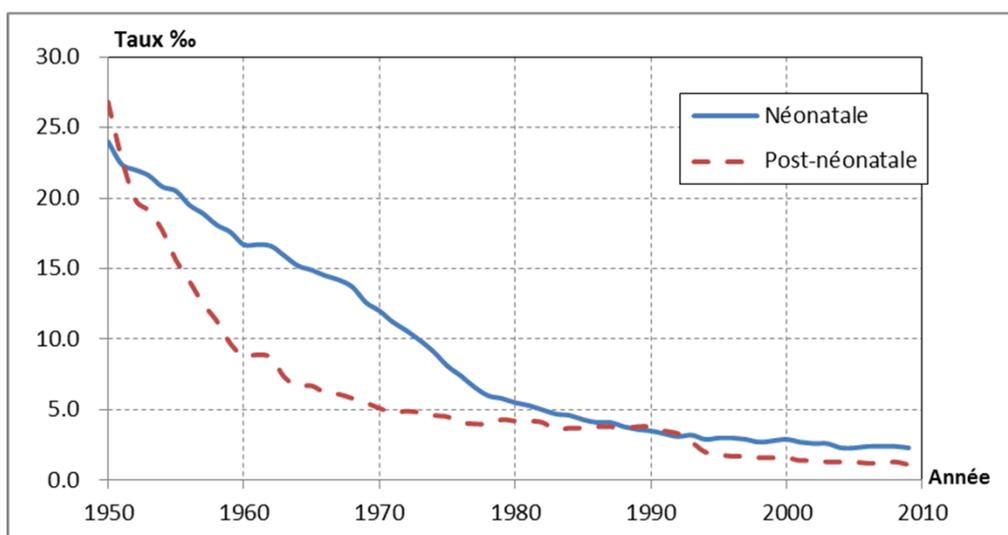
Composants de la mortalité infantile en France, 1950-2010



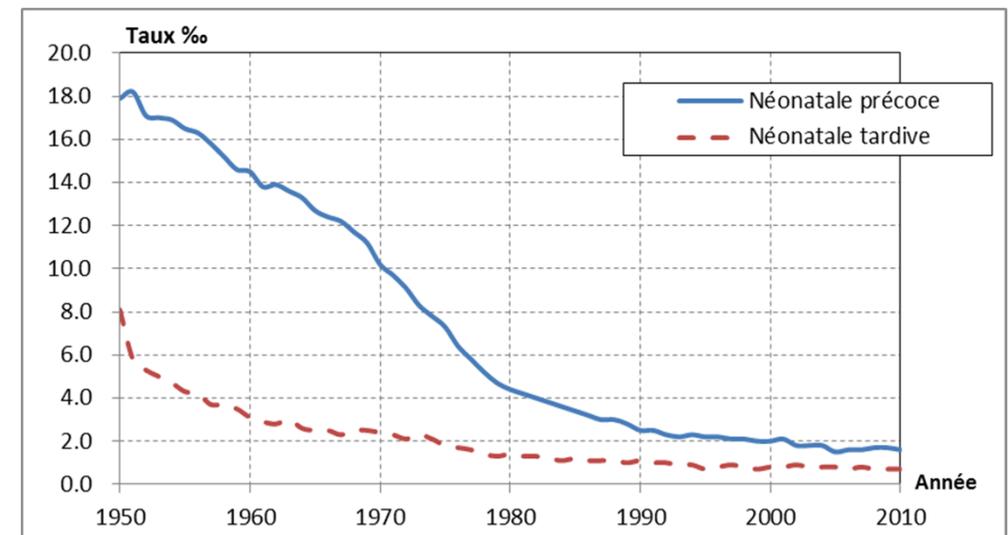
Structure des composants de la mortalité infantile en France, 1950-2010



Niveau de la mortalité néonatale et post-néonatale en France, 1950-2010



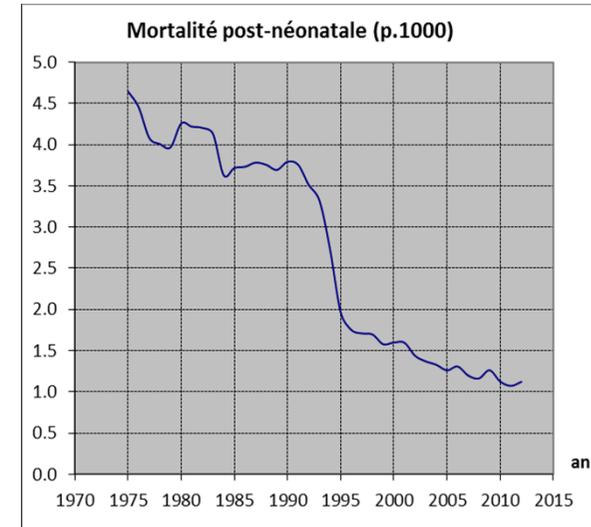
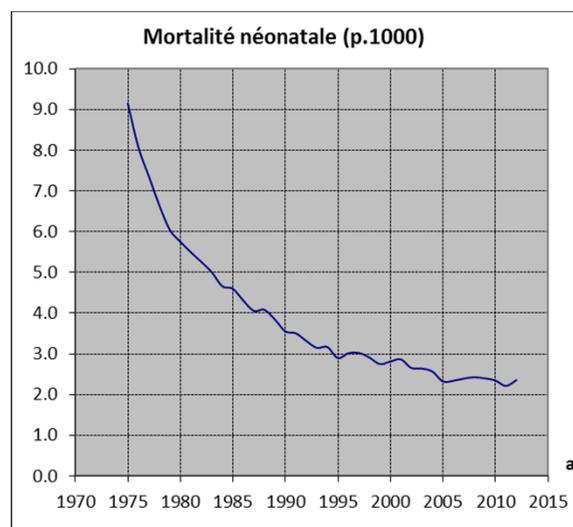
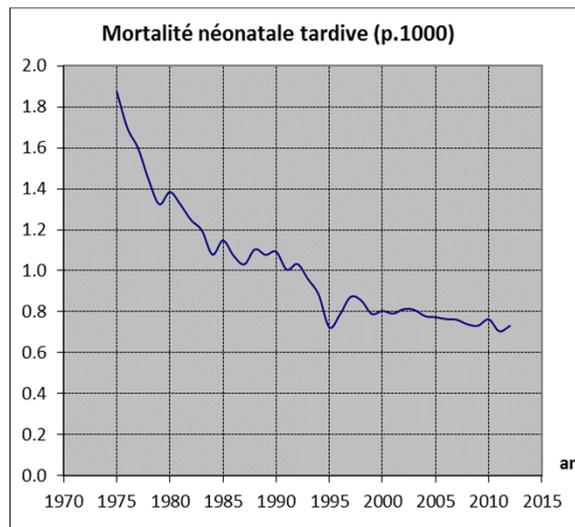
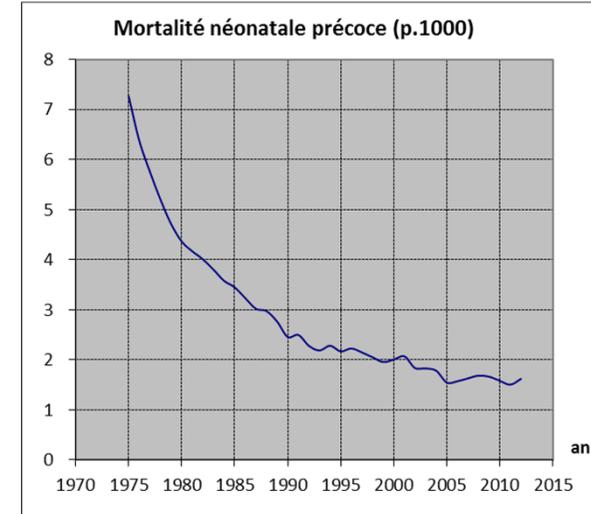
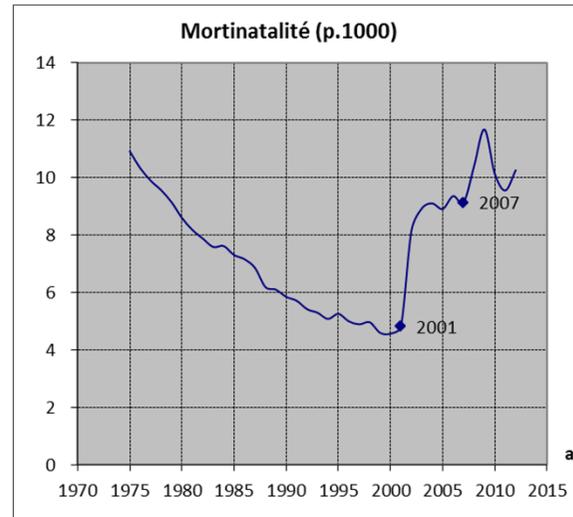
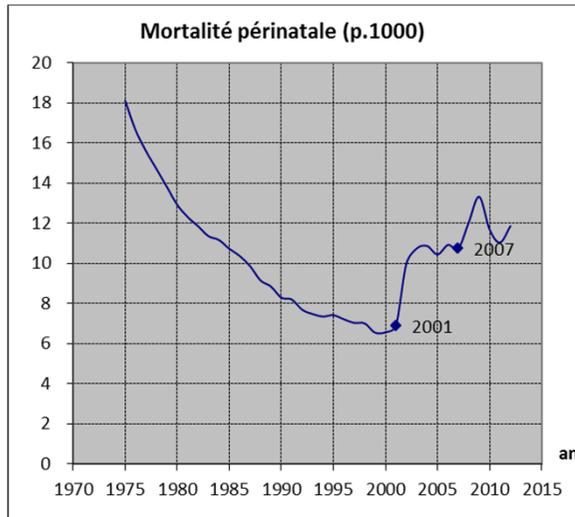
Niveau de la mortalité néonatale précoce et tardive en France, 1950-2010



Source: INSEE (TABLEAU 70 - ÉVOLUTION DE LA MORTALITÉ INFANTILE ET DE SES DIVERSES COMPOSANTES 2010) sd2010_t70_fm.xls

Analyser les composants de la mortalité infantile et périnatale (France 1975-2015, échelle des indicateurs variable)

Source des données : INSEE, tableau 35 « Né vivant et enfants sans vie par sexe » ;
tableau 77 « Décès des enfants de moins d'un an par sexe et durée de vie »



On voit la sensibilité de la mortalité périnatale au changement dans la définition de naissance vivante (en raison d'augmentation de la mortinatalité ?) ; et la diminution remarquable de la mortalité post-néonatale en 1990-1995 ; vu les tendances de long terme on pourrait s'attendre à la stabilisation du niveau de la mortalité infantile.

Saisonnalité de la mortalité infantile en France

(nombre de décès en 1946, 1975 et 2010 et l'indice de saisonnalité)

