

F. BOTROS-TAWADRAUSE

**Analyse des données numériques sur la mortalité
et ses causes en France de 1950 à 1969**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 9, n° 2 (1984),
p. 149-172

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1984__9_2_149_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1984, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

ANALYSE DES DONNÉES NUMÉRIQUES SUR LA MORTALITÉ ET SES CAUSES EN FRANCE DE 1950 à 1969

[MORTALITÉ FRANCE]

par F. Botros-Tawdrause (1)

1 Des tableaux bruts aux tableaux analysés

1.0 Les données de la présente étude : En 1974, l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) a publié sous les signatures de M. Aubenque, L. Deruffe et J.P. Muller un important rapport intitulé :

Données Numériques sur la mortalité et sur ses causes : aspect rétrospectif et international.

Dans une précédente note (cf. [MORT. ENF.] in C.A.D. Vol VIII, n° 2 pp 233-236 ; 1983) on a analysé le tableau recensant les causes de mortalité néonatale en France pour chaque sexe, au cours de quatre tranches successives de 5 ans, couvrant la période 1950-1969. Le présent article étudie au cours de la même période, la mortalité en France des enfants de plus d'un an et des adultes. Un travail ultérieur sera consacré aux comparaisons entre pays, permises par les données disponibles.

Avant de rendre compte des principales analyses que nous avons effectuées (§§ 2, 3) nous expliquerons comment ont été construits les tableaux sur lesquels portent ces analyses.

1.1 Statistiques de mortalité et modèles de population

L'analyse multidimensionnelle porte nécessairement sur les données statistiques disponibles : il vaut toutefois la peine de concevoir avant toute analyse un plan d'étude requérant des données dont la collecte, sans être impossible, n'est pas encore faite. C'est de ce point de vue qu'on considère ici les statistiques de mortalité.

Notons :

A : un ensemble de classes d'âge ; dans la suite on considère une classe a0 (âge < 1 an) ; puis 17 classes successives dont les bornes supérieures vont de 5 en 5 ans : a1 (de 2 à 5) ; a2 (de 6 à 10)... , a17 (de 81 à 85) ; et une dernière classe a18 (au-delà de 85 ans).

S : l'ensemble des deux sexes : M et F.

I : un ensemble de causes de décès ; y compris la cause non spécifiée qui aura nécessairement une fréquence élevée dans toute statistique réelle.

(1) Docteur 3° cycle en statistique.

T : un ensemble de périodes temporelles successives ; dont la durée pourra être un an ; ou davantage si on désire éliminer les fluctuations dues aux épidémies ; et à l'irrégularité du climat (e.g. t = 1965-1969).

P : un ensemble de pays ; ou de subdivisions territoriales.

Des statistiques de décès et de recensement de populations fourniront les deux tableaux à multiples entrées :

$d(a, s, i, t, p)$ = nombre des individus du sexe s rentrant dans la classe d'âge a, et décédés du fait de la cause i, pendant la période t, dans le pays p.

$n(a, s, t, p)$ = nombre des individus du sexe s rentrant dans la classe d'âge a, et résidant pendant la période t dans le pays p.

Le contenu du tableau n peut être imprécis s'il y a des migrations saisonnières importantes : en ce cas, l'idéal serait de recenser les vivants et les décès par rapport à une résidence principale p, stable au cours du temps. Faisant abstraction de cette exigence, on définira un tableau k de taux de mortalité par la formulé* :

$$k(a, s, i, t, p) = d(a, s, i, t, p) / (n(a, s, t, p) \times |t|)$$

En apparence, ce quotient se rapporte à une période t déterminée ; en fait, les décès survenus durant t s'expliquent non seulement par les conditions régnant alors, mais par toutes les conditions successives auxquelles les individus ont été exposés antérieurement : alimentation, alcoolisme et tabagisme : médecine préventive et curative etc. . Mais sans minimiser ces critiques, on doit dire que k décrit beaucoup mieux un état instantané, que ne le fait d, nécessairement dépendant de n ; lequel intègre toutes les variations de la natalité d'abord, de la mortalité ensuite au cours de la période où sont nés les sujets survivants à l'instant t.

Cependant, à la différence de d ou de n, k ne constitue pas un véritable tableau de contingence, recensant suivant les modalités d'un certain nombre de variables, un ensemble d'individus ou de faits individuels. De ce point de vue, le tableau de base d'une analyse multidimensionnelle de la mortalité devrait être le tableau d, corrigé des effets des fluctuations diverses affectant le tableau n, (c'est-à-dire en bref la pyramide des âges).

Or à supposer qu'existât un régime sanitaire stable, le tableau k des taux de mortalité serait indépendant de t ; et sous l'hypothèse d'une natalité constante, assurant une population stationnaire, on pourrait engendrer une pyramide des âges ne dépendant pas de t. De façon précise, on a (en supposant que l'âge a et le temps t sont comptés par années ; et notant $k(a, s, I, t, p)$ le taux de mortalité cumulé sur l'ensemble des causes)

$$n(a, s, t, p) = n(a-1, s, t-1, p) \times (1 - k(a-1, s, I, t-1, p))$$

ce qui sous l'hypothèse de stationnarité (indépendance de t) permet de calculer les $n(a, s, ., p)$ en fonction des $k(a, s, I, ., p)$ à partir des $n(0, s, ., p)$ correspondant à l'âge 0, c'est-à-dire en bref à une natalité supposée. En fait, la différence entre les deux sexes étant très faible, l'hypothèse relative à la natalité n'a pour rôle que d'introduire des pondérations sur l'ensemble P des pays ou régions ; pondérations qui ont peu d'effet dans les principales analyses que nous souhaiterions faire.

* où |t| est la durée de la période t.

Notons $nrec(a,s,t,p)$ la pyramide des âges reconstituée en partant de coefficients de natalité fixés $n(0,s,.,p)$ et des taux réels $k(a,s,I,t,p)$ observés sur la période t . On peut alors définir des statistiques de mortalité fictives, $drec$, correspondant à un régime stationnaire avec les taux de la période t :

$$drec(a,s,i,t,p) = k(a,s,i,t,p) nrec(a,s,t,p).$$

Le tableau $drec$ est un véritable tableau de correspondance, au moins quant aux variables a,s,i : en particulier le tableau ternaire

$$drec_{ASI}(t,p) = \{drec(a,s,i,t,p) \mid a \in A ; s \in S ; i \in I\},$$

donne au temps t dans le pays p , ce que seraient les statistiques de mortalité par âge, sexe, cause, sous l'hypothèse que la pyramide des âges ait été modelée par les taux instantanés afférents à t agissant de façon stable sur une population dont la natalité constante assurerait exactement le renouvellement.

De ce point de vue la meilleure description d'ensemble de la mortalité proprement dite (à l'exclusion des effets de la pyramide des âges) en un point (t,p) de l'espace-temps, est donnée par le profil $frec_{ASI}(t,p)$ associé au tableau $drec_{ASI}(t,p)$. La variation spatiotemporelle de la mortalité apparaîtrait à l'analyse du tableau $drec$, considéré comme une correspondance entre les deux ensembles ASI et TP ; (où entre AI et STP, pour comparer les profils afférents aux deux sexes).

Toutefois d'une part le tableau $nrec$ des pyramides des âges reconstituées, résulte d'une construction statistique complexe ; (même s'il a l'avantage d'éliminer de la description du présent les fluctuations de l'histoire). D'autre part l'accroissement de l'espérance de vie se fait non en allongeant la durée maxima de la vie, mais en réduisant la mortalité de l'enfance, de la jeunesse et de l'âge mûr. La pyramide des âges prend la forme d'un obélisque : l'effectif des tranches d'âge $nrec(a,s,t,p)$ décroît très lentement en fonction de a jusqu'au seuil de la vieillesse ou plutôt du "quatrième âge" ; puis la décroissance est très rapide. A l'exception des âges ultimes, le coefficient $nrec$ modifie peu le profil de $drec$ relativement à celui de k . On pourrait donc faire sur k les analyses proposées sur $drec$; avec l'avantage de plus de simplicité ; et comme seule différence notable une pondération augmentée des dernières classes d'âge.

La thèse comporte de nombreuses analyses effectuées sur le tableau R des taux observés. Mais le présent article concerne exclusivement des analyses portant sur le tableau $drec$.

1.2 Modèles de pyramides des âges et de répartition des décès par âge pour la France

1.2.1 Calcul d'une pyramide modèle : La pyramide des âges est un mode de figuration de la répartition d'une population par sexe et par âge. Ainsi qu'on l'a expliqué au § 1.1 nous considérons ici non la pyramide réelle, résultant de l'incidence de la mortalité sur plusieurs générations successives soumises à des agressions diverses et ayant bénéficié de conditions d'hygiène en rapide évolution, mais une pyramide fictive, qui serait celle d'une population stationnaire, où régneraient constamment les taux de mortalité observés dans le pays p , pendant la tranche temporelle t . Plus précisément, il s'agit ici d'un seul pays, la France ($p = Fr$) et d'un

ensemble $T = (A, B, C, D)$ de quatre tranches temporelles croisant la période 1950-1969 :

$$A = (1950-54) ; B = (1955-59) ; C = (1960-64) ; D = (1965-69).$$

On a donc 4 pyramides. Dans la suite, on simplifiera les notations, en omettant généralement la variable t ($t \in T$) et p ($p = Fr$).

Une pyramide sera construite par la disparition progressive, avec l'avancement en âge d'un groupe de personnes dont l'effectif initial $nrec(o, s)$ est fixé d'après le nombre des naissances observées réellement. Pour la commodité des calculs, on note de même $nrec(a, s)$ le nombre des personnes du sexe s qui entrent dans la classe d'âge a (soit qu'ils vivent au-delà, soit qu'ils décèdent avant d'atteindre la classe $a+1$).

Cette définition diffère un peu de celle classiquement utilisée en démographie ; où la pyramide, qui résulte directement du recensement, est un histogramme, donnant pour chaque classe d'âge a , l'effectif des sujets vivants à un moment donné, qui rentrent dans cette classe. Mais moyennant l'hypothèse faite de stationnarité, il est possible (comme on le verra ci-dessous) de déduire des nombres $nrec(a, s)$ une valeur approchée de l'effectif des classes d'âge.

Nous empruntons aux statistiques réelles (afférentes à (t, Fr)) le rapport du nombre de décès (pour toutes causes : d'où l'indication I) à la population moyenne de la classe a_n , soit :

$$m.k(a_n, s, I, t, Fr) ;$$

où m désigne la durée en années de la classe d'âge a_n : i.e. $m = 1$ si $n = 0$; $m = 4$ si $n = 1$; $m = 5$ pour $n = 2, \dots, 17$; pour la dernière classe d'âge, qui s'étend à partir de 85 ans sans limite fixée, le rapport est par définition 1, toute personne entrée dans la classe devant aussi y décéder.

On doit donc avoir, pour n variant de 0 à 17 :

$$mk(a_n, s) \approx (nrec(n) - nrec(n+1)) / ((1/2)(nrec(n) + nrec(n+1))) ;$$

où on a noté, en bref, $nrec(n)$ pour $nrec(a_n, s, t, Fr)$; et où l'égalité n'est qu'approximative parce que $(m/2)(nrec(n) + nrec(n+1))$ n'est qu'une estimation approchée du nombre des individus dont l'âge est compris dans la classe a_n (de durée m).

Cette relation permet de calculer les $nrec(n)$ de proche en proche à partir de $n(o)$, suivant la formule :

$$nrec(n+1) = nrec(n) (1 - (mk(a_n, s) / (1 + (m/2) k(a_n, s)))) ;$$

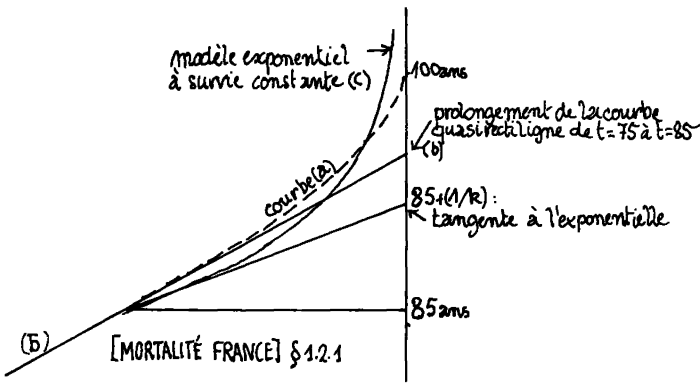
Le nombre des décès $drec(a_n, s)$ survenant dans la classe d'âge a_n pour le sexe s est estimé par la différence $nrec(a_n, s) - nrec(a_n+1, s)$; pour la dernière classe $n = 18$, on a nécessairement, comme on l'a dit $drec(a_{18}, s) = nrec(a_{18}, s)$.

En toute rigueur, il serait possible d'affiner le calcul de $nrec$ en calculant itérativement une estimation plus précise du nombre des individus dont l'âge est compris dans la classe a ; mais d'une part la pyramide des âges n'est pas pour nous une fin en elle-même ; (elle n'est qu'un moyen de représenter synthétiquement l'incidence des causes sur les âges et les sexes et son évolution temporelle ; en affectant des coefficients réalistes les profils afférents à chaque âge et sexe) ; d'autre part on voit sur le dessin de la pyramide que dans les classes d'âges supérieures à 65 ans, où la mortalité devient importante, l'effectif des survivants varie presque

linéairement en fonction de l'âge ; ce qui justifie l'approximation adoptée.

Sur la figure on a porté les valeurs de $nrec(an,s)$, qui donnent à l'entrée de chaque classe (i.e. pour 0, 1, 5, 10, 15 ans, etc. jusqu'à 85 ans) l'effectif des vivants parvenant à cet âge ; et on a joint les points correspondants par une courbe, dont le tracé manuel ne nous a pas embarrassé. Au-delà de 85 ans, au contraire, les statistiques de mortalité nous manquent pour un tracé précis. Toutefois nous avons quelques indices :

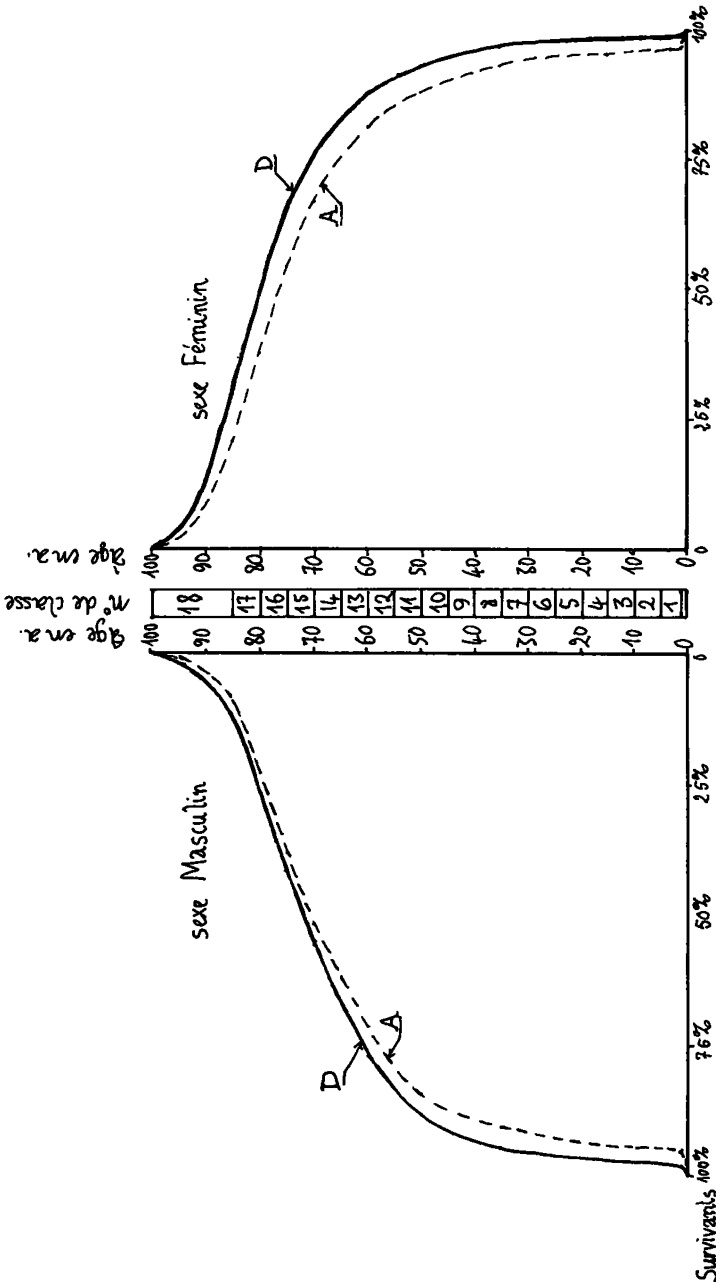
- Au-delà de 100 ans le nombre des survivants est très faible.
- La courbe étant quasi rectiligne de 75 à 85 ans, la tangente au temps $t = 85$ ans est assez bien connue.
- le taux de mortalité k des personnes âgées de plus de 85 ans, nous donne l'espérance mathématique ($1/k$) de la survie pour une personne âgée de 85 ans (et entrant dans la tranche a18).



Partant de la tangente initiale (b), on peut tracer une courbe (en tireté sur la figure) se raccordant tangentielllement (?) à la verticale pour $t \approx 100$ (a) ; d'autre part l'hypothèse d'une espérance de survie constante (hypothèse inacceptable, car elle implique une probabilité non-nulle d'atteindre les âges les plus élevés) définit une courbe exponentielle qui est un utile terme de comparaison (c).

Dans la suite, seules interviennent dans les analyses de données les valeurs $nrec(a)$, et les nombres de décès qu'on en déduit : nous n'avons tracé la courbe que pour confirmer la régularité du modèle proposé.

1.2.2 Modèle de la répartition des décès par âge : Avec la pyramide des âges, représentation graphique, (pour un sexe s , une période temporelle t et un pays t de l'effectif calculé des personnes qui entrent dans chaque tranche d'âge an , on a figuré l'histogramme calculé des décès répartis par tranches d'âges ; i.e. l'histogramme dont le créneau afférent à la tranche d'âge an a pour surface $drec(an,s)$ (plus précisément $drec(an,s,t,Fr)$). Après un créneau élevé représentant les décès de la première année, on a une hauteur minima entre 10 et 15 ans ; puis la hauteur croît jusqu'à un maximum qui, pour les hommes, est atteint entre 75 et 80 ans ; ensuite, il y a nécessairement décroissances car même si le taux de mortalité croît indéfiniment, le nombre des décès tend vers zéro parce que la population disparaît. Pour les femmes, il n'est pas possible de placer le maximum avec certitude : il est vraisemblablement entre 85 et 90 ans, pour le modèle actuel de la France ; or l'on sait qu'au-delà de 85 ans



[MORTALITÉ FRANCE] § 2.4. Pyramides des âges dans un modèle de population stationnaire où les taux de décès seraient ceux observés en France pour une période donnée A (1950-54), ou D (1965-69). La pyramide des âges afférente à la période D est limitée par un trait plein; celle afférente à A est dessinée à l'intérieur de la précédente en trait.

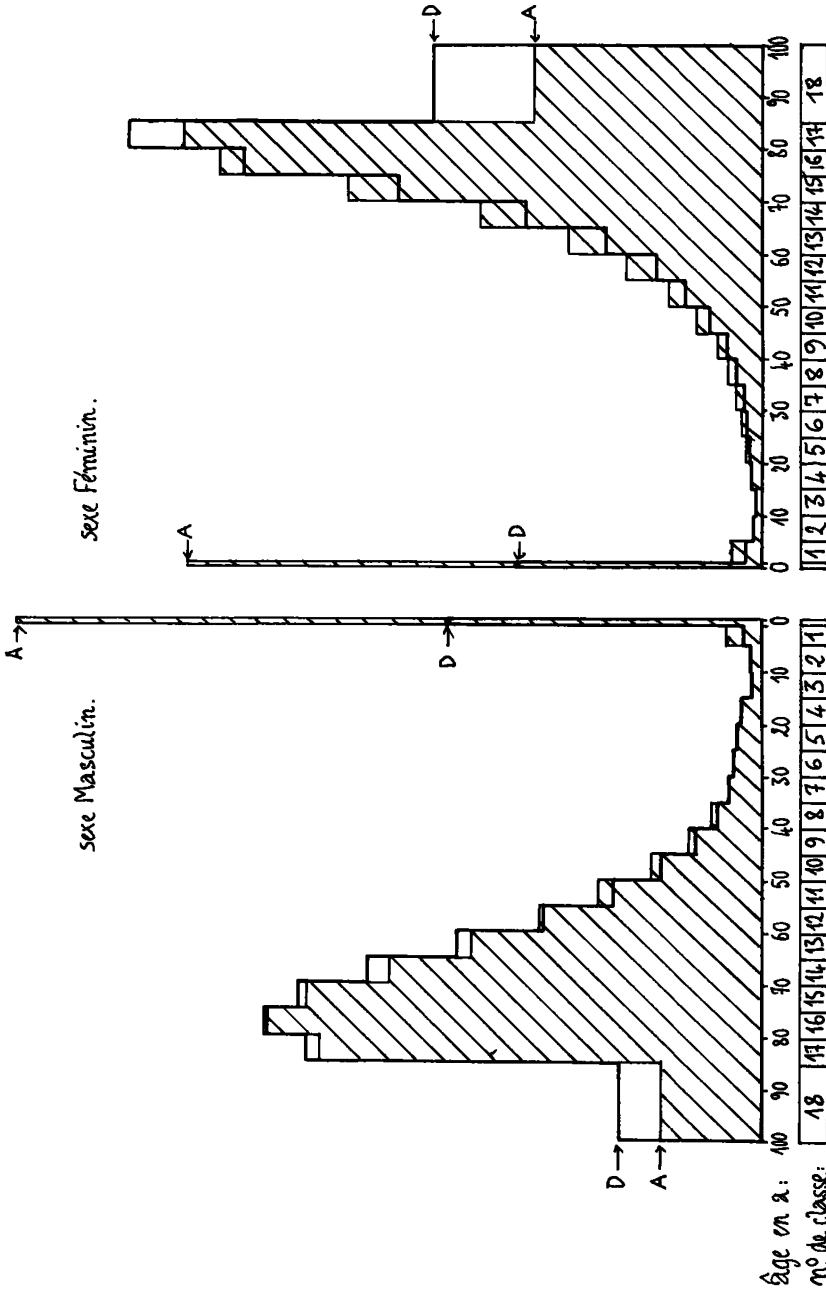


Fig. n° 2. Histogrammes des nombres de décès par classe d'âge - sexe dans un modèle de population stationnaire où les taux de mortalité seraient ceux observés en France pour une période donnée. A (1950-54), ou D (1965-69). L'histogramme D est limité par un trait gras; l'histogramme A est hachuré. Afin de faciliter la comparaison, les graphiques ont été construits pour un nombre égal de naissances M et F.

nous n'avons pas de données détaillées.

D'un point de vue mathématique, il faut noter que pour une largeur infinitésimale des tranches d'âges, l'histogramme des décès tend vers une courbe qui n'est autre que la dérivée de celle de la pyramide des âges. Cette dernière comporte deux points d'inflexion : l'un à un âge entre 10 et 15 ans, correspond au minimum de l'histogramme des décès ; et l'autre aux alentours de 80 ans (plus tôt pour les hommes ; plus tard pour les femmes) correspond au maximum.

A l'oeil nu, la courbe limite drec de l'histogramme des décès, fournit sans doute l'image la plus claire et la plus sensible de la répartition des décès (sans distinction de cause). On doit particulièrement observer l'abscisse (âge) du maximum ; et la hauteur de ce maximum, d'autant plus élevée que celui-ci est plus étroit.

Cette hauteur, plus grande pour les femmes que pour les hommes, s'est accrue au cours du XX-ème siècle, au fur et à mesure que l'abscisse se déplaçait vers les âges supérieurs. A la limite on peut concevoir un modèle où toutes les personnes décédèrent au même âge (par exemple 100 ans) : ce qui fait un maximum infiniment élevé de largeur nulle.

1.3 Le tableau reconstitué des décès par âge, sexe, cause et période:

Au § 1.2, on a utilisé les statistiques réelles pour calculer, sous l'hypothèse d'une structure stationnaire (qui est celle impliquée par la mortalité observée au cours d'une courte période t) un tableau de décès par âge et sexe, sans distinction des causes :

$$\text{drec}(a, s, t, \text{Fr})$$

(l'indice Fr = France, sera omis dans la suite). Les statistiques réelles de décès par cause permettent d'étendre aux causes le modèle reconstitué. On posera :

$$\text{drec}(a, s, i, t) = \text{drec}(a, s, t) \times (k(a, s, i, t) / k(a, s, I, t))$$

La fraction afférente à la cause i , pour un âge, un sexe et une période donnée, est prise dans les données réelles, sous la forme où celles-ci sont publiées, c'est-à-dire, comme des taux k , (cf. § 1.1).

Dans la suite, toutes les analyses présentées, porteront sur des tableaux rectangulaires construits à partir du tableau quaternaire $\text{drec}(A, S, I, T)$, donnant le nombre des décès pour un âge, un sexe, une cause et une période déterminée. Pour nous le tableau quaternaire drec est la traduction la plus fidèle des données de base, après qu'on en a éliminé, dans la mesure du possible, l'effet sur les décès de la période t des conditions de natalité et de morbidité régnant au cours des années antérieures) où sont nés et ont vécu les sujets survivant au seuil de cette période t .

N.B. : Le tableau des causes de décès retenues (ensemble I) est donné en illustration au § 3.2, avec les références précises à la nomenclature de l'O.M.S. .

2 Etude séparée de l'évolution de la mortalité en France par âges et par cause de 1950 à 1969

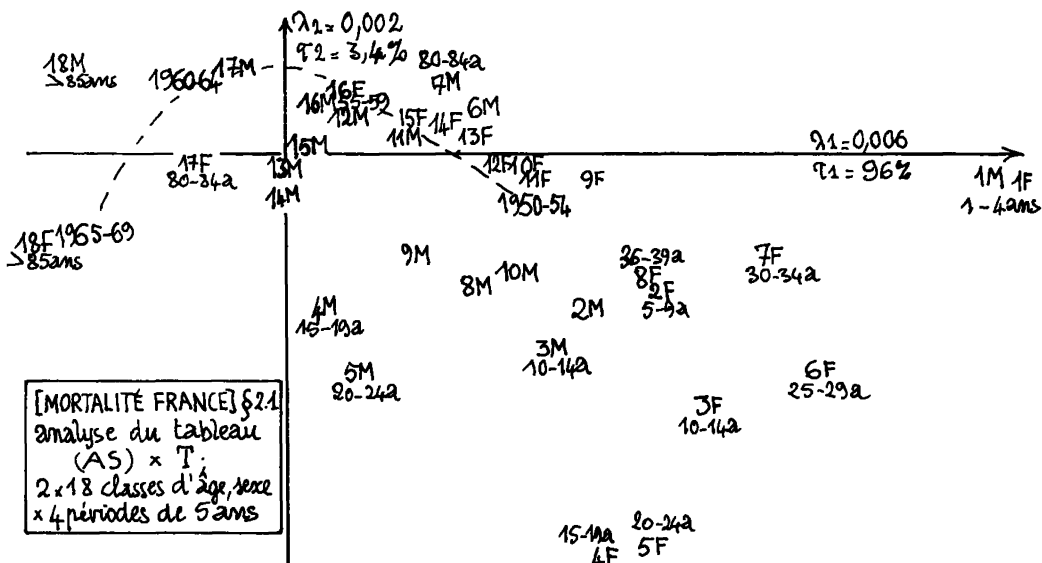
On analyse ici des tableaux rectangulaires qui sont des marges du tableau drec dont la construction est expliquée au § 1.3.

2.1 Evolution de la répartition des décès par âge : A partir du tableau drec(A,S,I,T) on construit par cumul sur l'ensemble I des causes un tableau ternaire drec(A,S,T). Ce tableau peut être considéré comme un tableau rectangulaire de deux manières : soit comme $AS \times T$, soit comme $A \times TS$. (Le cumul des deux sexes semble peu souhaitable vu la nette supériorité de la longévité féminine).

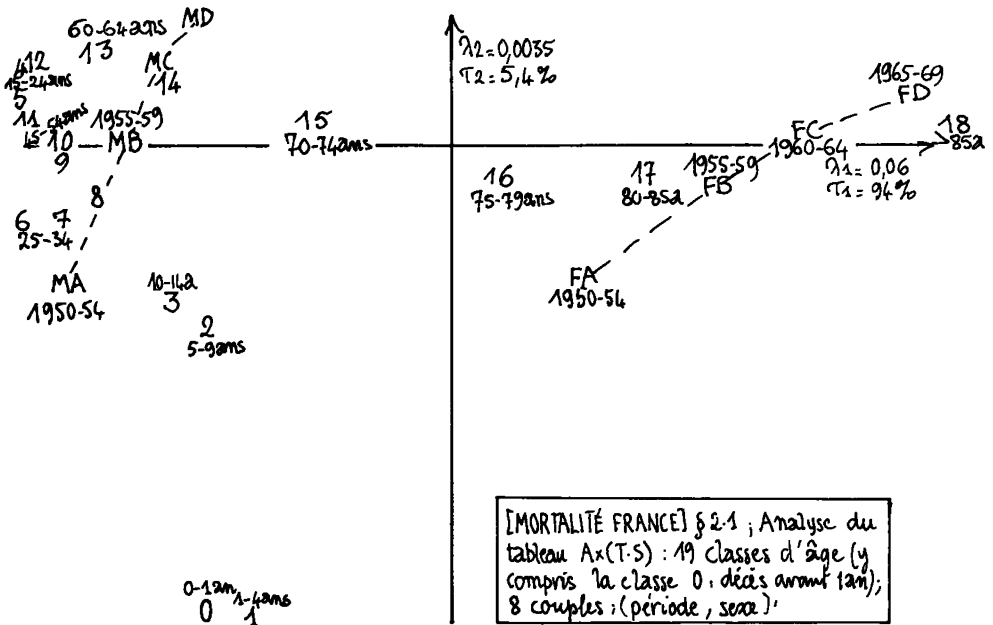
Considérons le tableau $AS \times T$: chacune des quatre colonnes t donne pour la période de cinq ans (A,B,C ou D), la succession des histogrammes d'âges de décès afférents aux deux sexes, histogramme dont la construction fait l'objet du § 1.2.2. Le tableau $A \times TS$ a huit colonnes, dont chacune donne pour un sexe et une période déterminée l'histogramme des âges de décès.

L'analyse du tableau $AS \times T$, donne un axe 1 prédominant associé toutefois à une très faible valeur propre ($\lambda_1 = 0,006$; $\tau_1 = 96\%$) sur lequel les périodes A,B,C,D se suivent dans leur ordre chronologique. Du même côté de l'origine que les périodes récentes C et D, on trouve seulement les tranches d'âges extrêmes (18F, 18M, 17F, 17M : au-delà de 80 ans) : ce qui était attendu puisque des décès de plus en plus nombreux se produisent au-delà de 80 ans, les classes 13M à 16M (hommes de 60 à 80 ans) sont proches de l'origine. Le reste est nettement du côté des périodes initiales A et B (de 1950 à 1959).

L'inertie afférente à l'axe 2 est si faible que sur le graphique du plan 1×2 on a multiplié par 2,5 l'échelle de cet axe relativement à l'axe 1.



Dans le plan $1 \times 2^*$, les quatre périodes A, B, C, D suggèrent une courbe d'allure parabolique, symétrique par rapport à l'axe 2 ; à l'intérieur de cette courbe, du côté négatif de l'axe 2 on remarque les points 4M, 5M, 14M. On sait que chaque fois qu'il y a effet Guttman, les points ainsi situés se caractérisent par une conjonction des extrêmes : effectivement aussi bien pour les jeunes gens (4M, 5M = 15-24 ans) qu'au début du 3-ème âge (14M = 65-69 ans) la mortalité masculine, après avoir décliné, tend à croître en fin de période. Au-delà de la période couverte par les statistiques analysées ici (c'est-à-dire après 1970) la diminution de la mortalité (surtout masculine) s'est grandement ralentie ; l'incidence de certaines causes s'est aggravée : en sorte que quand il sera possible de poursuivre les analyses on découvrira des structures plus complexes que celles de 1950-1969, dominées par les progrès de la thérapeutique.

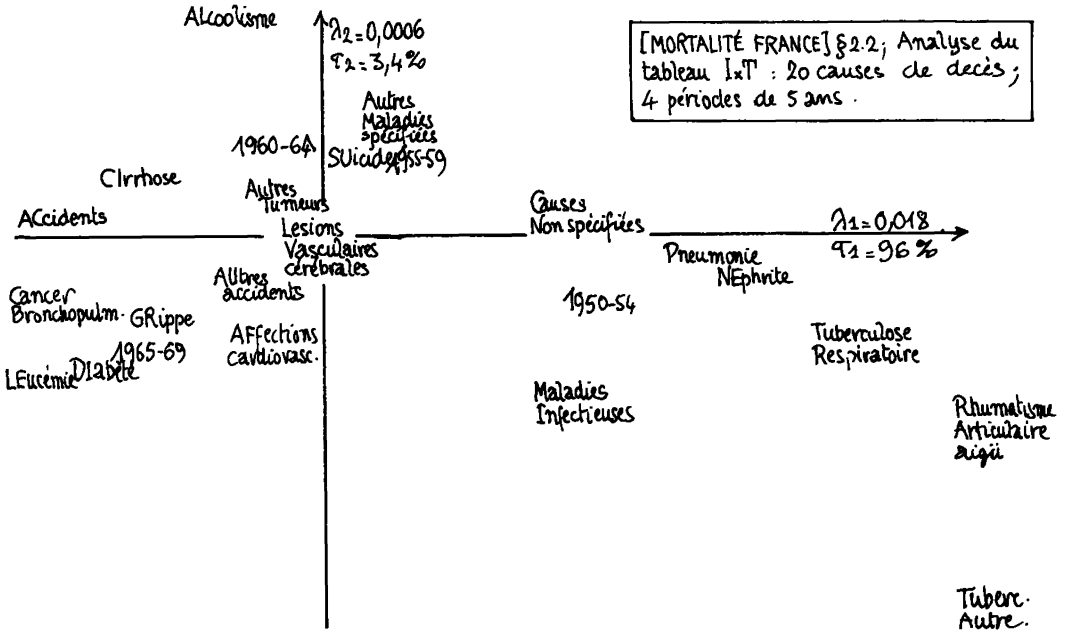


L'analyse du tableau $A \times (TS)$, (comme celle du tableau $AS \times T$) donne un axe 1 prédominant, avec une valeur propre dix fois plus grande que celle issue de l'analyse précédente ($AS \times T$) : ici $\lambda_1 = 0,06$; $\tau_1 = 94\%$. Sur l'axe 1 se montre l'opposition entre le sexe féminin, qui sur toutes les 4 périodes A, B, C, D a un profil de mortalité associé aux ultimes classes d'âges (16-18 = > 75 ans), et le sexe masculin auquel s'associe les décès les plus précoces. On note toutefois pour les deux sexes une progression sur l'axe 1 au cours du temps (de A à D) vers le pôle positif : décès au-delà de 85 ans. Dans le plan 1×2 , on remarque très écartées dans le quadrant $F1 < 0$, $F2 < 0$, les tranches de décès 0 et 1, qui définissent la mortalité néonatale et infantile (0-4 ans). Notons qu'ici la mortalité néonatale (0) est en élément principal, mais sa place ne diffère guère de celle de la mortalité infantile précoce (1). Les quatre points MA-MB, comme les 4 points FA-FD sont à peu près alignés sur des segments dont l'orientation atteste clairement la nette décroissance de la mortalité infantile précoce au cours de la période globale étudiée (1950-1969).

* de la page précédente

2.2 Evolution de la répartition des décès par causes : Par cumul sur l'ensemble A des âges, le tableau quaternaire drec(A, S, I, T), donne un tableau ternaire drec(S, I, T). Ce tableau peut être analysé comme un tableau rectangulaire I × ST ou IS × T ; et après cumul suivant le sexe on a un tableau binaire I × T. L'analyse de ce dernier tableau est particulièrement simple, cependant il est utile d'observer les différences entre les sexes.

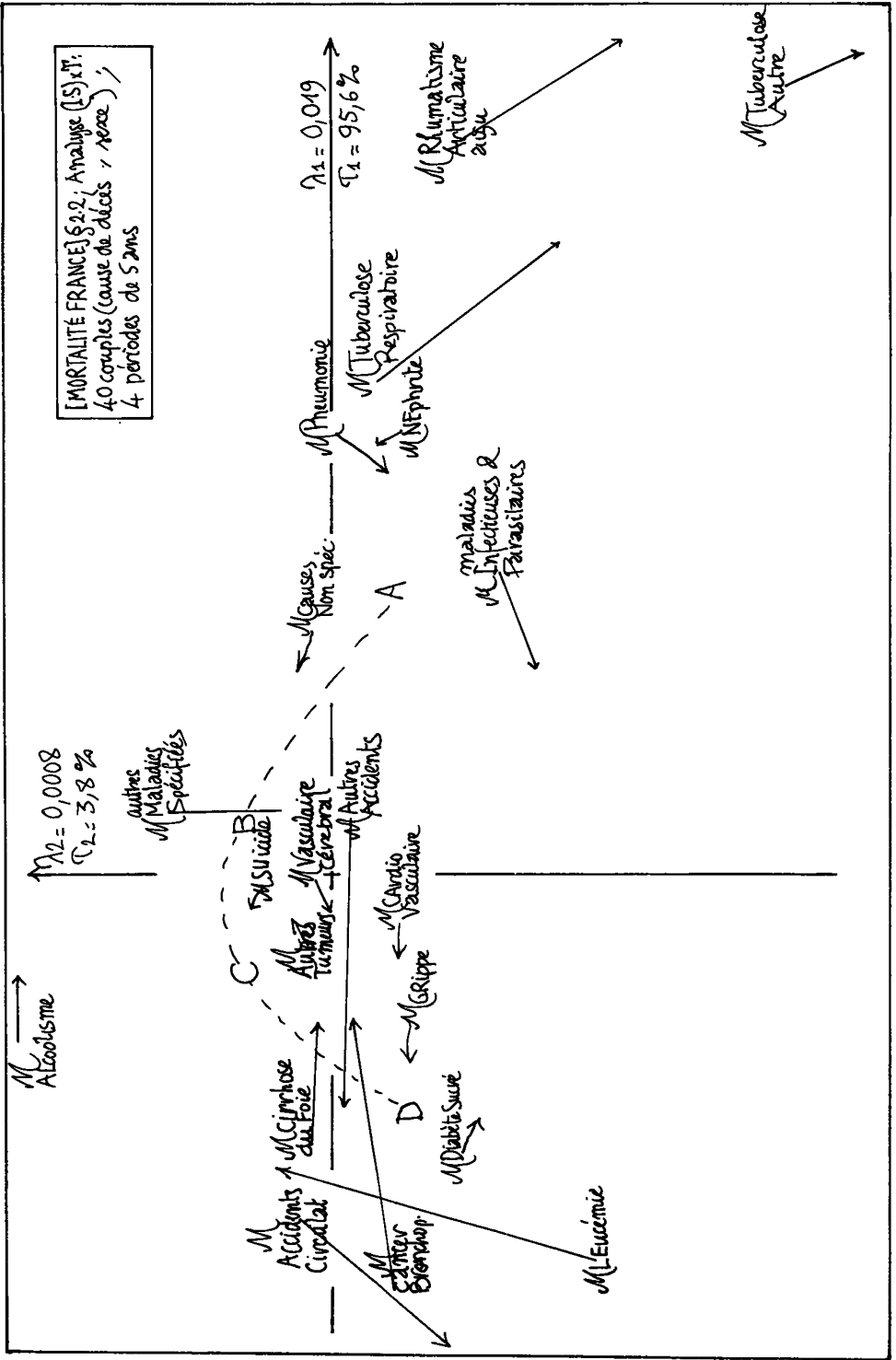
L'analyse du tableau I × T donne un axe 1 prédominant ($\lambda_1 = 0,018$; $\tau_1 = 96\%$) sur lequel les périodes A, B, C, D (ensemble T) se suivent dans l'ordre chronologique.

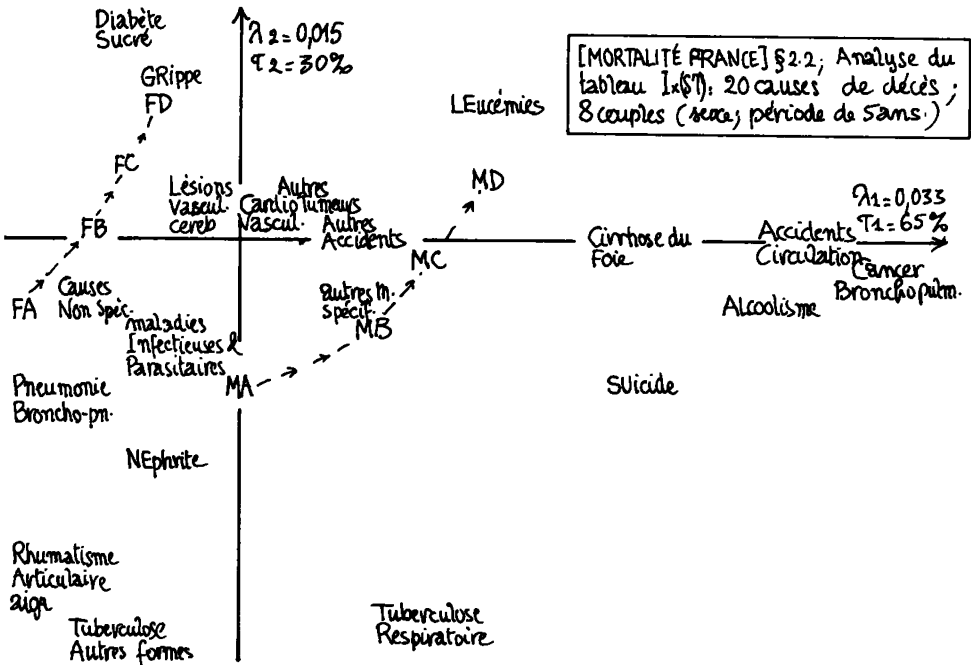


Aux périodes anciennes (A,B) sont associées les causes exogènes en nette régression: tuberculose (TR et TA) ; Rhumatisme Articulaire aigu (RA), maladies Infectieuses et Parasitaires (IP), NÉphrites, Pneumonies et Broncho-pneumonies (PB). Avec les périodes récentes (C,D) on trouve L'Éucémies, Diabète Sucré, Cancer Broncho-pulmonaire, Accidents de la Circulation.

L'analyse du tableau I × ST, qui comporte dans chaque période deux colonnes, une pour chaque sexe, permet de voir dans le plan 1×2 ($\lambda_1 = 0,033$; $\lambda_2 = 0,015$; $\tau_1 + \tau_2 = 95\%$) la décroissance ou l'aggravation du rôle des diverses causes au cours du temps, et le partage de celles-ci selon qu'elles frappent le plus durement l'un ou l'autre sexe. L'ensemble ST se partage en deux chapelets parallèles et de même sens : FA - FD : profils féminins et MA - MD profils masculins. Les causes en régression sont plus proches de MA et FA ; les causes en progression sont à l'opposé. Le partage entre les sexes se lit de même très clairement : Accidents de la Circulation, Cancer Broncho-pulmonaire, ALcoolisme, CiRrhose, Suicide, Tuberculose Respiratoire frappent nettement plus les hommes : nous retrouverons au § 3 les causes de la surmortalité masculine de l'âge adulte. Au contraire le Diabète Sucré, ainsi que les causes de décès qui frappent les vieillards (Grippe, Lésions Cardio-Vasculaires ;

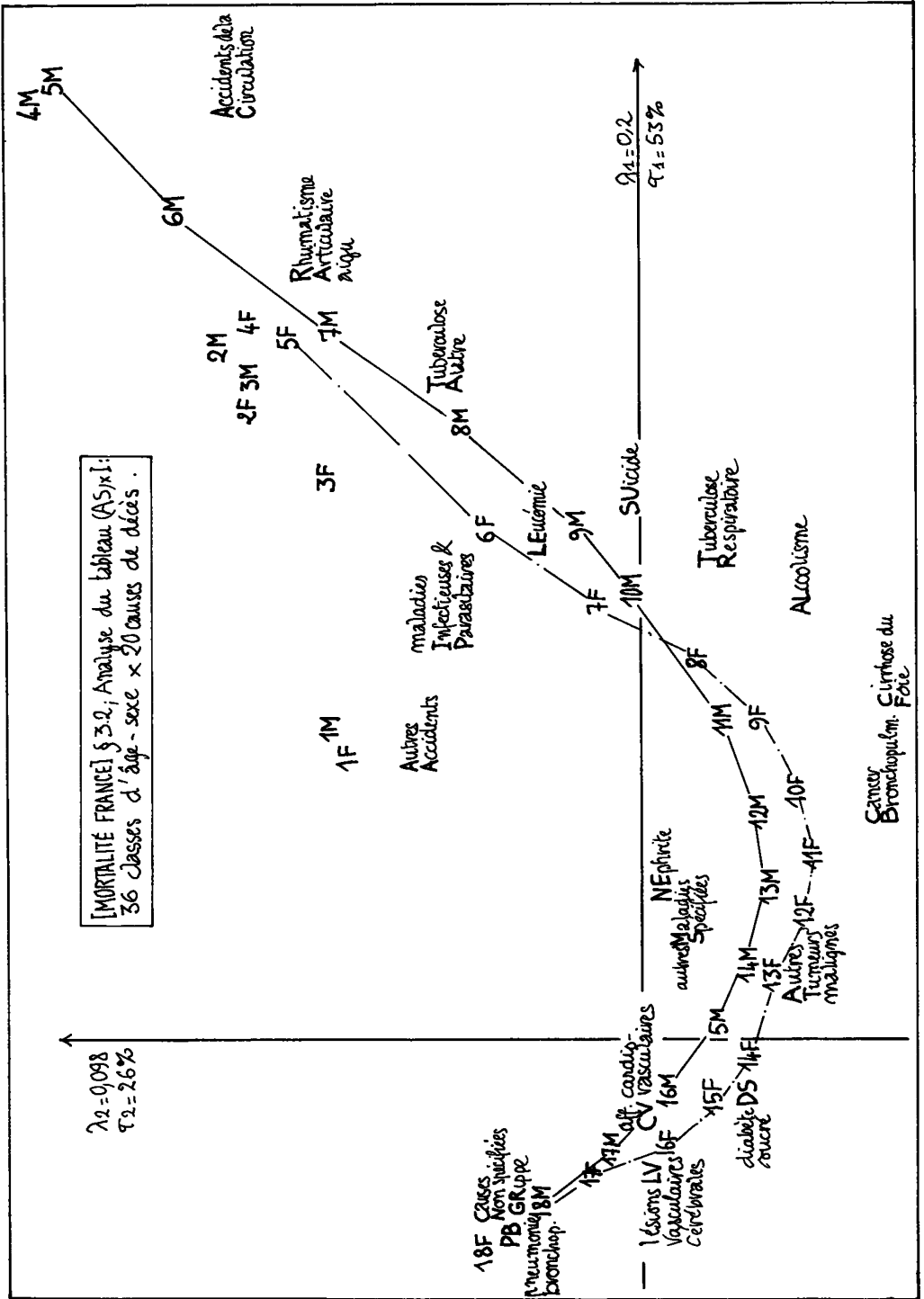
* placé dans le texte après la page suivante





et aussi Causes Non spécifiées, souvent synonyme de sénilité) vont avec le sexe féminin. Sur l'axe 3 ($\tau_3 = 3\%$; $\lambda_3 = 0,0016$), les deux chapelets (FA - FD) et (MA - MD) sont rangés en sens opposé : et la cause, Autres Accidents qui est stationnaire chez les hommes, mais en progression chez les femmes, va avec MA et FD.

L'analyse du tableau IS x T permet de voir dans quelle mesure l'évolution temporelle de chaque cause a été la même pour les deux sexes. Il suffit de considérer le plan 1 x 2 qui cumule 99,35% de l'inertie totale. La suite (A, B, C, D) des quatre périodes (de 1950-54 à 1965-69) suggère un arc de parabole. On retrouve associées soit au passé ancien (A) soit au passé récent (D) les causes de décès déjà remarquées dans l'analyse de I x T. Les couples de points (Mi, Fi) associés à chaque cause i, ont été marqués d'une flèche, d'origine Mi et d'extrémité Fi. La plupart des flèches sont courtes, ce qui indique une progression temporelle similaire pour les deux sexes. Les deux flèches associées aux accidents (AC : circulation ; AA : autres acc.) pointent nettement de A vers D : ce qui indique que l'importance relative de ces causes a crû plus vite pour les femmes que pour les hommes. Au contraire 5 flèches associées à des décès par maladie suivent la ligne des périodes dans le sens de D vers A (de 1969 à 1950) : pour TR (Tuberculose Respiratoire) et RA (Rhumatisme Articulaire aigu), situées du côté $F1 > 0$ (associé à A, période initiale) cela signifie que la décroissance a été plus nette pour les femmes que pour les hommes. Tandis que pour LEucémie, Cancer Broncho-pulmonaire, CiRrrose du Foie, situées du côté $F1 < 0$ (D période finale) il a eu chez les hommes la croissance relative la plus prononcée.



3 Répartition des causes selon l'âge et le sexe en France pendant la période 1950 à 69

3.1 Le tableau analysé : Nous rappelons qu'à partir des données réelles issues du dépouillement des certificats médicaux de cause de décès, on a construit suivant un modèle stationnaire de population un tableau quaternaire $drec(a, s, i, t)$ donnant (pour la France) le nombre de décès dus à la cause i , frappant, au cours de la période t , des individus du sexe s dans la tranche d'âge a . On analyse ici le tableau rectangulaire $AS \times I$ obtenu à partir du tableau $drec$ par cumul sur l'ensemble $T = \{A, B, C, D\}$ des quatre périodes distinguées dans nos statistiques ; c'est-à-dire sur la suite des 20 années 1950-69.

D'après les taux et valeurs propres ci-dessous, et compte tenu de l'interprétabilité des résultats, nous avons choisi de commenter ci-dessous les plans 1×2 , 1×3 et 3×4 .

Facteurs	1	2	3	4
Valeurs propres	.2007	.0981	.0327	.0191
%	53.16	26.00	8.67	5.06
Cumul	53.16	79.16	87.83	92.89

3.2 Le plan (1×2) : Dans ce plan il correspond à chaque sexe une courbe des âges d'allure parabolique. Seules font exception les classes d'âge 1, 2, 3 (de 1 à 15 ans).

Les deux courbes M et F se superposent à peu près parfaitement, mais dans l'échelle des âges elles accusent un décalage qui attribue aux femmes un profil des causes qui est celui d'hommes plus âgés qu'elles. (Nous reviendrons à la fin du § sur ce décalage, pour écarter une hypothèse d'explication que suggère l'examen des causes).

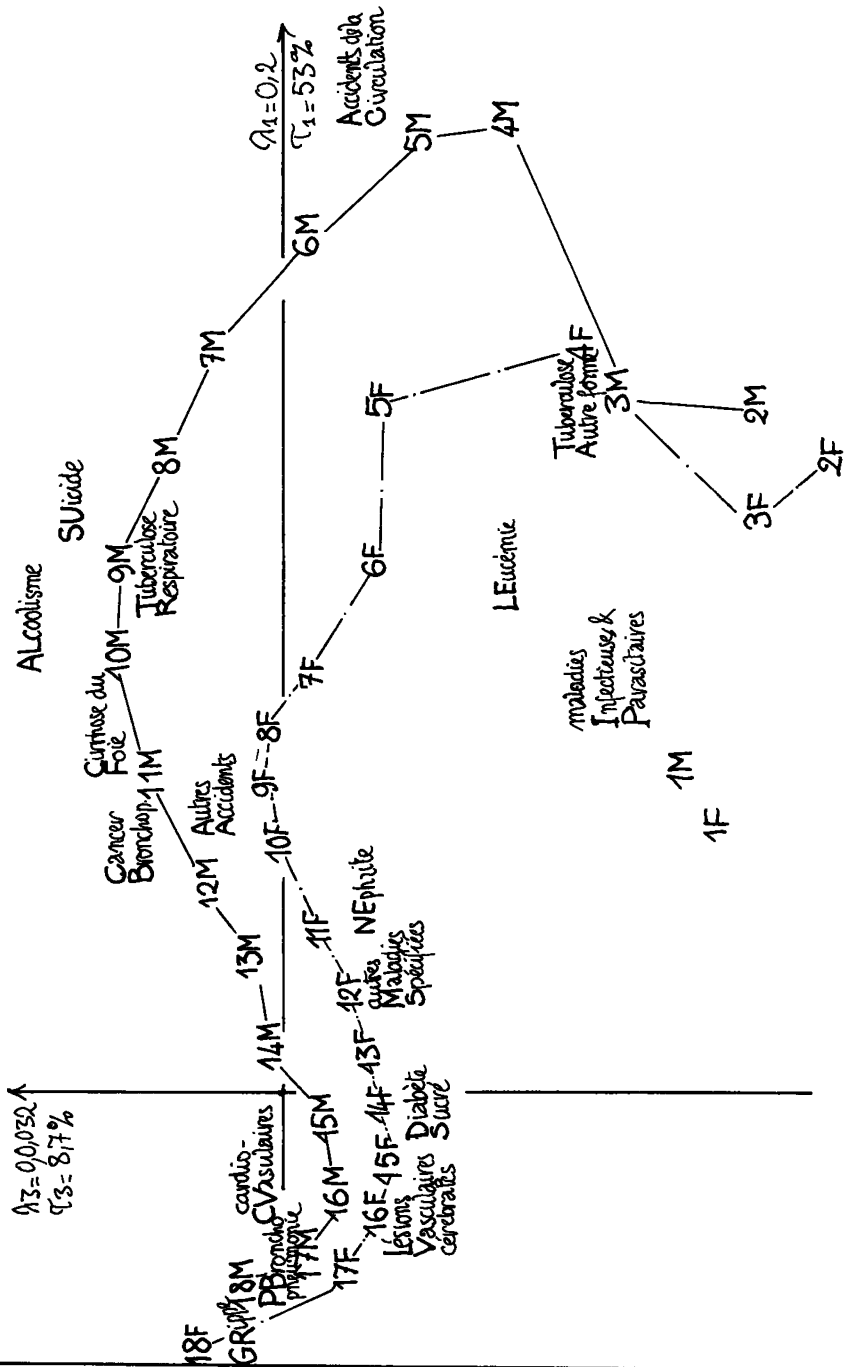
En ce qui concerne la projection des points-causes de mortalité nous avons :

- Au début de la parabole du côté des classes jeunes 1M à 9M, 1F à 7F (sexe masculin < 45 ans et sexe féminin < 35 ans) se trouvent projetées la cause attribuée aux Accidents et morts violentes (AA), (AC) la cause endogène Leucémies (LE) et les causes exogènes à savoir : Rhumatisme articulaire aigu (RA), Maladies infectieuses et parasitaires (IP) et Tuberculose autres formes (TA).

- A la fin de la parabole se trouvent projetées les causes de mortalité caractéristiques des classes d'âge avancées 16M à 18M et 15F à 18F (sexe masculin de 75 ans et plus ; sexe féminin de 70 ans et plus) telles que Pneumonies Broncho-pneumonies (PB), Grippe (GR), Affections cardio-vasculaires (CV), Lésions vasculaires cérébrales (LV) et Causes Non spécifiées (CN). Cette dernière augmente avec l'avancement de l'âge. On note ici que les vieillards sont toujours les principales victimes des complications de la Grippe (complications pulmonaires, cardiaques, vasculaires cérébrales).

- Au milieu de la parabole se trouvent les classes d'âge adultes 10M à 14M, 8F à 14F (sexe masculin de 45 à 69 ans ; sexe féminin de 35 à 69 ans). Les causes qui caractérisent ces groupes ou classes d'âge sont : Tuberculose Respiratoire (TR), ALcoolisme (AL), Cirrhose du Foie (FC), Cancer Broncho-pulmonaire (CB) et Autres tumeurs malignes (AT). Ces causes sont pratiquement responsables de la surmortalité masculine pour les âges adultes, ainsi qu'il apparaîtra dans les plans 1×3 et 3×4 .

[MORTALITÉ FRANCE] § 3.3, Analyse du Tableau (AS) 1:
36 classes d'âge-sexe x 20 causes de décès.



ENSEMBLE I : Liste des causes de décès avec leurs numéros dans la nomenclature C.I.M. de l'O.M.S. (8-ème révision) et les sigles adoptés dans la présente étude.

Maladies et autres causes	code (C.I.M.)	Sigles
Tuberculose respiratoire	B5	TR
Tuberculose, autres formes	B6	TA
Maladies infectieuses et parasitaires (1)	B(1-4,7-16,18)	IP
Cancer broncho-pulmonaire	A51	CB
Autres tumeurs malignes (2)	A(45-50,52-58,60)	AT
Leucémies	A59	LE
Diabète sucré	B21	DS
Alcoolisme (3)	291,303	AL
Lésions vasculaires cérébrales	B30	LV
Rhumatisme articulaire aigu	B25	RA
Affections cardio-vasculaires (4)	B(26-29)	CV
Pneumonies, broncho-pneumonies	B(32)	PB
Grippe	B31	GR
Cirrhose du foie (5)	B37	CF
Néphrites	B38	NE
Autres maladies spécifiées	Reste	MS
Causes non spécifiées	B45	CN
Accidents de la circulation	BE47	AC
Autres accidents et morts violentes (6)	BE(48,50)	AA
Suicide	BE49	SU

(1) Non compris la syphilis qui, en raison de ses caractéristiques nosographiques particulières, est classée avec le "reste".

(2) Non compris les leucémies.

(3) Cette rubrique ne comprend pas les cirrhoses alcooliques qui sont classées avec les cirrhoses.

(4) Non compris le rhumatisme articulaire aigu.

(5) De toutes formes, y compris les cirrhoses alcooliques.

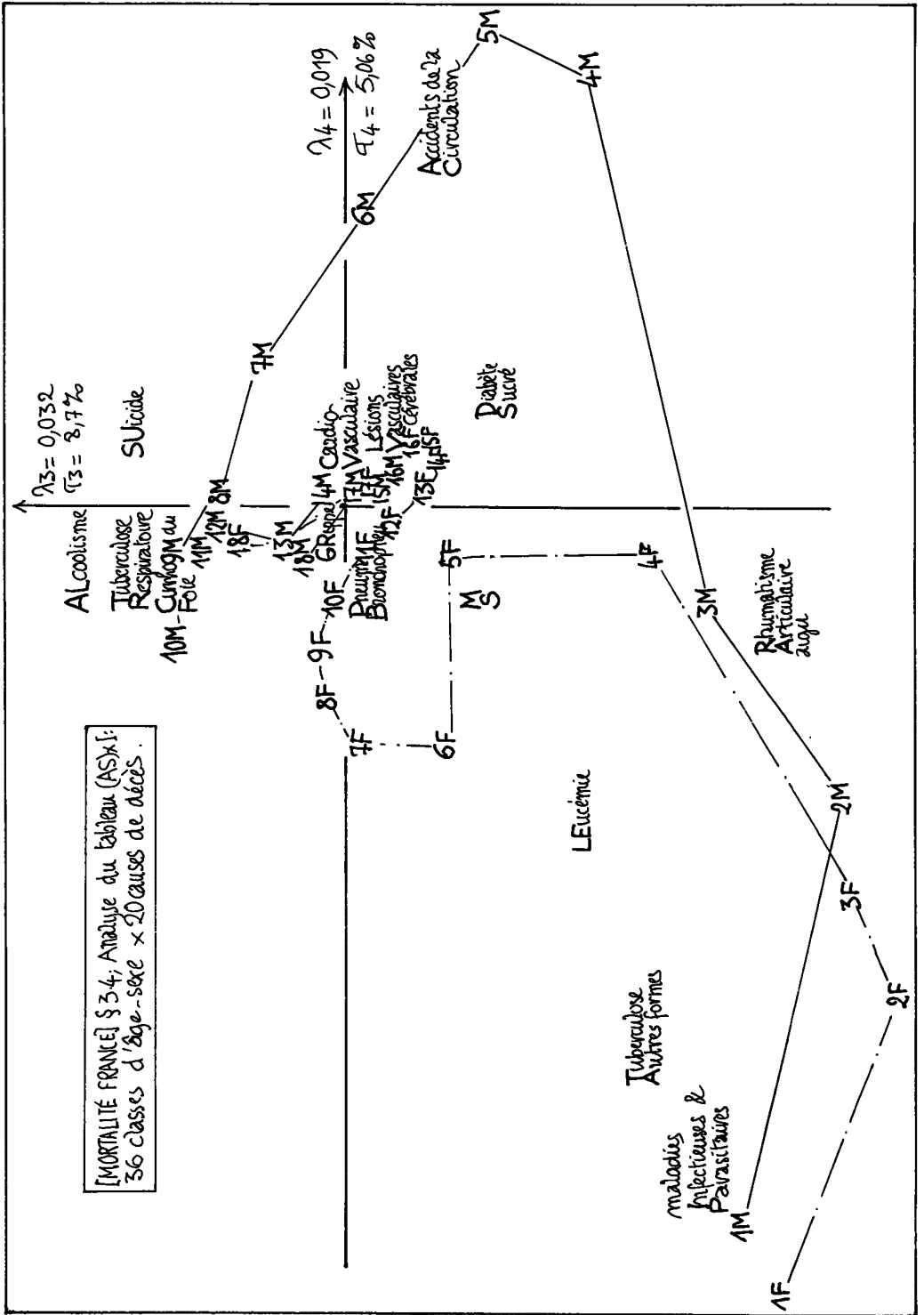
(6) Non compris le suicide.

NOTA : On a remarqué dans le plan 1 x 2 un décalage des âges qui attribue aux hommes un profil des causes qui est celui des femmes moins âgées qu'eux. Aussi a-t-on pensé qu'une raison majeure de ce décalage est le cancer proprement féminin, et, plus particulièrement le cancer du sein. Ceci suggère de mettre "Autres tumeurs malignes" (AT) en supplémentaire pour évaluer l'influence de cette cause dans le décalage d'âge entre les sexes.

L'analyse du tableau ainsi modifié ne fournit pas des résultats notablement différents de ceux déjà obtenus : à chaque sexe correspond une parabole d'âge, et il subsiste un décalage qui attribue aux hommes et aux femmes moins âgées qu'eux, des profils des causes, voisins.

Donc ce décalage entre les deux sexes n'est pas lié au cancer du sein, maladie spécifiquement féminine, mais résulte de l'ensemble des causes en jeu.

3.3 Le plan (1 x 3) : Dans ce plan, la courbe des classes d'âge masculin a la même allure que celle du sexe féminin. Mais les deux courbes M et F se séparent principalement au niveau des classes d'âge 4F à 10F et 4M à 13M (sexe féminin de 15 à 49 ans et sexe masculin de 15 à 64 ans). Au voisinage de ces classes d'âge et du côté masculin se projettent les causes suivantes : Accidents de la Circulation (AC), Autres Accidents (AA), Suicide (SU), Alcoolisme (AL),



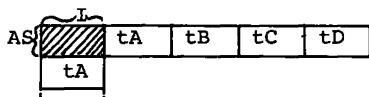
Cirrhose du Foie (CF), Cancer Broncho-pulmonaire (CB). L'alcoolisme et le tabagisme sont en grande partie responsables de toutes ces causes qui sont liées à la surmortalité masculine en France.

Au niveau des âges les plus avancés, la séparation entre les deux courbes est moindre ; mais on note cependant que les causes DS (Diabète Sucré) et LV (Lésions Vasculaires cérébrales) sont du côté du sexe féminin.

3.4 Le plan (3 × 4) : Dans ce plan, les lignes des âges afférentes aux deux sexes se séparent à partir des points 3M (≤ 15 ans) et 4F (≤ 20 ans) pour ne se rejoindre qu'au-delà de l'âge de 80 ans (points 17M, 17F, 18M, 18F) au voisinage de l'origine. La distinction des causes frappant plutôt l'un ou l'autre sexe est donc encore plus nette que dans le plan (1 × 3). La place du point DS (Diabète Sucré) suggère un commentaire. On considère aujourd'hui comme deux maladies distinctes le diabète insulino-dépendant (dit parfois diabète juvénile) et le diabète non insulino-dépendant (se déclarant généralement après la maturité). Or le point DS se place dans le plan (3 × 4) entre l'arc 13F-16F (femmes de 60 à 80 ans) d'une part, et d'autre part les points 4F, 5F, 4M, 5M (femmes et hommes de 15 à 30 ans). Cependant dans le plan (1 × 2), DS est très proche de (15F, 14F, 15M).

4 Evolution de la répartition des causes de décès en France selon l'âge et le sexe de 1950 à 1969

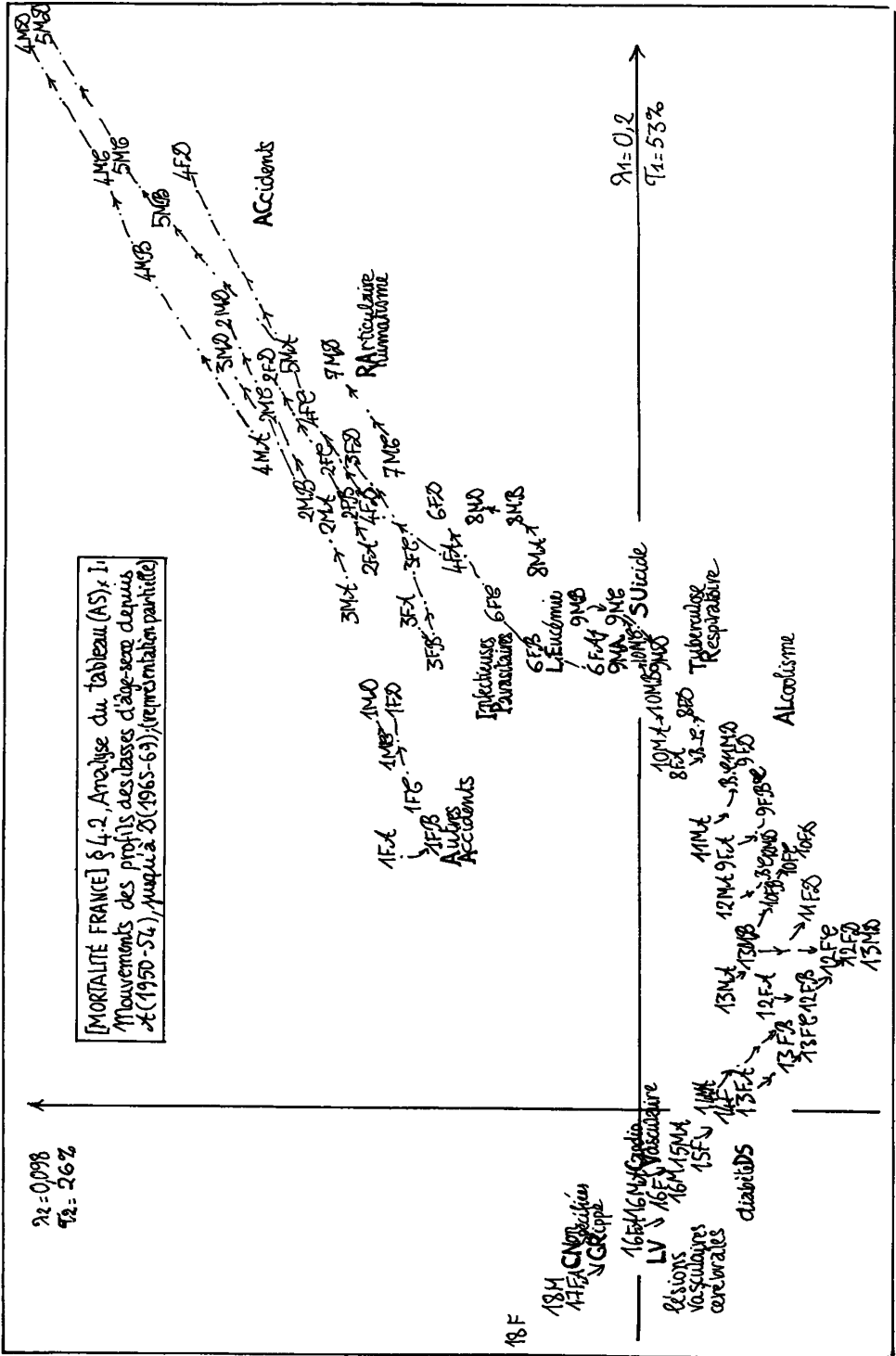
4.1 Le tableau analysé : Le tableau quaternaire drec(A × S × I × T) est ici considéré comme un tableau ternaire (AS × I × T), ou encore comme la superposition de quatre tableaux rectangulaires AS × I (âge-sexe × cause) afférents chacun à une période (t) (de l'ensemble T des quatre périodes consécutives A, B, C, D de cinq ans, allant de 1950 à 1969). Comme au § 3, le tableau principal est la marge rectangulaire AS × D ; mais chacun des 4 étages (t) est adjoint à la fois en ligne et en colonnes supplémentaires suivant le schéma usuel.



Ainsi pour une cause donnée AC (Accidents de la circulation), on a d'une part un profil moyen sur l'ensemble AS des classes d'âge-sexe, et d'autre part quatre profils, notés AC × A, AC × B, AC × C, AC × D, afférents aux périodes successives (1950-1954)... (1965-1969) (colonnes supplémentaires selon notre schéma) De même pour une classe d'âge-sexe telle que 7M (hommes de 31 à 35 ans) on a, outre le profil moyen sur l'ensemble I des causes de décès frappant cette classe, quatre profils notés 7MA, 7MB, 7MC, 7MD (lignes supplémentaires du schéma).

4.2 Mouvement des profils des causes dans le plan (1 × 2) : toutes les causes, à l'exception de Suicide, Accidents de la Circulation et NEphrites (quasi immobiles) se déplacent le long de la parabole des âges, vers les âges les plus élevés. Ce mouvement était attendu, la durée de la vie s'accroissant, les décès surviennent plus tard : en moyenne toutes les causes ont un profil en mouvement vers les âges supérieurs. Les deux exceptions SU et AC sont précisément des causes sur lesquelles les progrès de la thérapeutique n'ont *a priori* aucun effet. Le cas du suicide est d'ailleurs très mal connu dans la mesure où les décès dus à cette cause n'y sont pas tous rapportés et le sont avec un taux qui varie avec l'âge, le sexe et le temps (de 1950 à 1969) d'une façon inconnue. Quant aux Accidents

[MORTALITE FRANCE] § 4.2. Analyse du tableau (AS)₁.
 Mouvements des profils des classes d'âge-sexe depuis
 1950-54, jusqu'à 20 (1965-69) (représentation partielle)



$r_2 = 0,098$
 $r_3 = 2,6\%$

$r_1 = 0,2$
 $r_4 = 5,3\%$

18 F

lésions
 vasculaires
 cérébrales

diabète

16M, 16F, 15M, 15F, 14M, 14F, 13M, 13F, 12M, 12F, 11M, 11F, 10M, 10F, 9M, 9F, 8M, 8F, 7M, 7F, 6M, 6F, 5M, 5F, 4M, 4F, 3M, 3F, 2M, 2F, 1M, 1F

Infectieux
 Parasitaires

Autres
 Accidents

Alcoolisme

Tuberculose
 Respiratoire

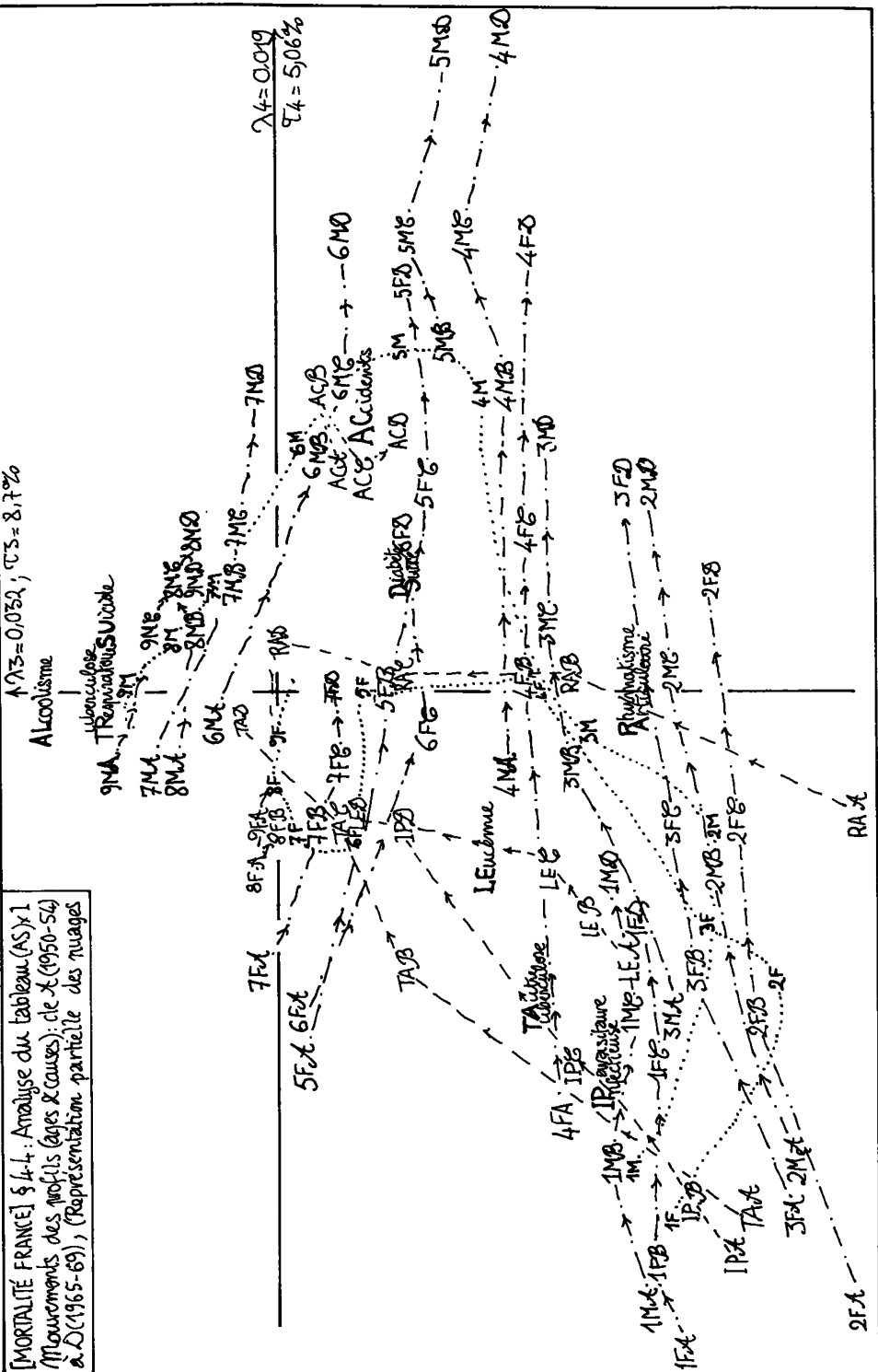
Suicide

Articulaires
 Numérotée

Accidents

1M, 2M, 3M, 4M, 5M, 6M, 7M, 8M, 9M, 10M, 11M, 12M, 13M, 14M, 15M, 16M, 17M, 18M

[MORTALITÉ FRANCE] § 4-4. Analyse du tableau (AS) x 1
 (Mouvements des profits (ages & causes); de X (1950-54)
 à D (1965-69), (Représentation partielle des ruages



de la Circulation, ils sont, au cours de la période, cause de décès de plus en plus nombreux.

Certaines causes ont un mouvement très ample : il s'agit de maladies exogènes contre lesquelles les progrès de la thérapeutique ont été décisifs : tel est le cas de RA (Rumathisme Articulaires aigus) TA et TR (Tuberculose), IP (maladies Infectieuses et Parasitaires) situé du côté des âges peu élevés. Les NEphrites font exception, le point NE étant quasi fixe, cependant que cette cause est en nette régression (cf. § 2.2).

A la différence de AC (Accidents de la Circulation), la cause AA (Autres Accidents) dont l'importance a crû modérément (cf. § 2.2) se déplace nettement vers les âges supérieurs.

Le point AT (Autres Tumeurs malignes) se déplace du niveau de 12F (AT × A) à celui de 13F (AT × D) : il semble donc que, même si l'on n'a pas de thérapeutique d'une efficacité absolue, un certain progrès se réalise de 1960 à 1969 ; mais le cas est complexe car interviennent, outre les progrès de la thérapeutique ceux du diagnostic ainsi que des causes nouvelles de tumeurs...

Quant à la tuberculose, le Docteur Baligadoo a attiré notre attention sur le fait que cette affection frappait aujourd'hui surtout des travailleurs immigrés originaires de pays africains (Afrique du Nord, Mali...). Il est clair que des statistiques globales de tous les décès enregistrés en France ne permettent pas de saisir cette distinction pour tant essentielle.

4.3 Mouvement des profils des classes d'âge-sexe dans le plan (1×2).
Tandis que les profils des causes remontent la ligne des âges, les classes d'âge-sexe la descendent. Les deux mouvements sont liés : puisque chaque cause tend à entraîner en moyenne des décès de sujets de plus en plus âgés, on a en fin de période pour chaque âge des profils de décès qui étaient en fin de période ceux afférents à un âge inférieur. Cependant pour les classes d'âge jeune, cet effet général est renforcé par l'accroissement considérable de la fréquence des Accidents mortels de la Circulation. On voit dans le plan 1×3, les classes d'âge 1 à 6 (1 à 30 ans) des deux sexes en mouvement vers le point AC.

4.4 Mouvement des causes et des classes d'âge-sexe dans le plan

(3×4) : Avant de suivre le mouvement temporel, il faut rappeler la disposition des profils moyens calculés sur toute la période 1950-1969. Dans le demi-plan $F3 < 0$, les classes d'âge 1 à 6 (âges de décès inférieurs à 30 ans) dessinent deux amples courbes qui parties presque au même point ($1M \approx 1F$) se séparent ensuite nettement. Les courbes d'âge-sexe se poursuivent avec une amplitude bien moindre et se terminent en deux points voisins proches de l'origine ($18M \approx 18F$). Quant aux causes, on a dans le demi-plan $F3 < 0$, TA (Tuberculose autre que respiratoire) IP (affections infectieuses parasitaires) RA (rhumatisme articulaire) DS (diabète sucré) et Accidents ; avec d'autres causes proches de l'origine. Sur l'axe 3 positif on remarque Alcoolisme, Tuberculose Respiratoire et Suicide. Les mouvements de grande amplitude sont ceux des points du demi-plan $F3 < 0$: on a pu les figurer avec assez de clarté et presque sans omission ; au contraire, au voisinage de l'origine et du demi-axe $F3 > 0$, on n'a qu'une figure très incomplète. Le mouvement des classes d'âge-sexe (lignes mixtes en ---) se développe largement de A à D vers le point Accidents, parallèlement à l'axe 4. Ceci est vrai non seulement des 6 premières classes d'âge (de 1F à 6F ou 1M à 6M) qui sont dans $F3 < 0$; mais aussi de quelques classes suivantes comme on le voit dans le demi-plan supérieur ($F3 > 0$) : au-delà de 45 ans (classes 10, 11...) l'accroissement du nombre des Accidents cesse d'être leur fait majeur. En fait pour les classes d'âges jeunes (1 à 6), la mortalité est en nette régression, au cours de la période

étudiée : aussi les profils moyens (e.g. 4M) sont-ils plus proches du début de la chaîne temporelle (4M, A, de poids élevé) que de la fin (4M, D de moindre poids). Tout aussi importante que l'accroissement des Accidents est la régression de plusieurs causes exogènes : IP, TA, RA, qui sur l'axe 4 s'opposent à AC : ces causes, comme la LEucémie tendent, à entraîner les décès de sujets de plus en plus âgés (en moyenne), ce qui produit un mouvement temporel centripète (A excentrique, D proche de l'origine) : le poids de IP, TA, RA décroissant rapidement on a (comme pour les classes d'âge) des profils moyens proches du début de la chaîne temporelle (TA est entre TA.A et TA.B, loin de TA.D).

4.5 Remarques sur les interactions ternaires : L'analyse du § 4, par le biais des éléments supplémentaires, prend en considération toute l'information contenue dans un tableau ternaire. Cependant l'interprétation des mouvements se fonde principalement sur des faits lisibles sur les marges binaires : d'une part l'allongement de la vie, d'autre part les progrès inégaux des effets de la thérapeutique sur les différentes causes. Une question se pose donc : dans quelle mesure les résultats obtenus sont-ils identiques à ce que fournirait l'analyse d'un tableau ternaire reconstruit à partir de la donnée de ses seules marges binaires ? A cette question répondent les recherches de Cl. Grossetête destinées à paraître dans cette même revue.

5 Essai de conclusion : La période 1950-1969 est dominée par les progrès spectaculaires de la thérapeutique particulièrement efficace contre les maladies infectieuses et parasitaires qui frappaient jadis tous les âges et, à un moindre degré, contre les troubles (cardio-vasculaires ou autres) auxquels succombent les sujets âgés que les divers fléaux ont épargnés. Ces progrès ne sont sans doute pas indéfinis, même si l'on peut espérer aujourd'hui encore des succès majeurs contre le cancer.

Et cependant que la médecine ralentit son avance, des transformations considérables, notamment dans le mode de vie des femmes modifient les risques auxquels sont exposés les sujets de tous âges. Assurément une analyse portant sur la période 1963-1982 découvrirait des structures plus complexes que celles qu'on a vues de 1950 à 1969. Il faut donc souhaiter que Messieurs Aubenque, Deruffe et Muller, ou leurs émules de l'INSEE, publient rapidement des tableaux permettant de prolonger dans le temps la présente étude.