

Ma  
n  
recher...  
HP  
jez

## Enquête sur la mortalité par cancer parmi le personnel en activité à E.D.F. - G.D.F.

M. BERTIN

Comité de radioprotection E.D.F. Comité Médical E.D.F. - G.D.F., 22 et 30, avenue de Wagram, 75008 Paris.

**SUMMARY:** Survey concerning the mortality due to cancer among the staff in activity at E.D.F.-G.D.F.

This survey concerns mortality among the masculine staff in a big industrial and commercial firm and especially the death due to cancer and to the different areas it affects. Its aim is to check if these people can be considered as a typical example of the whole population. Now it stands to reason that there are big differences between the results of this research and that of the national statistics of death causes and also differences exist within the firm. This presents the problem to choose the control population in a research about professional cancers.

### RÉSUMÉ

Cette enquête concerne la mortalité du personnel masculin d'une grande entreprise industrielle et commerciale et plus particulièrement les décès dus au cancer et à ses diverses localisations. Son but est de vérifier si cette population peut être considérée comme un échantillon de la population nationale. Or il s'avère qu'il n'en est rien car les différences sont très importantes avec la statistique nationale des causes de décès et des différences existent aussi à l'intérieur de l'entreprise. Ceci pose le problème de la définition de la population témoin lors d'une enquête sur les cancers professionnels.

### INTRODUCTION

Les cancers sont la principale maladie professionnelle que l'on recherche en cas d'exposition aux rayonnements ionisants. Or, pour savoir si leur nombre est augmenté dans la population considérée, il faut comparer celle-ci à des populations témoins correctement choisies. Si ce choix est mal fait des conclusions erronées en seront tirées, soit qu'elles donnent une fausse sécurité, soit qu'elles créent des inquiétudes non fondées, comme cela s'est passé récemment aux Etats-Unis [1, 2, 3, 4].

Dans un but méthodologique une enquête a été faite pour étudier la mortalité par cancer à Electricité de France et Gaz de France, parmi le personnel qui était en activité avant le développement des centrales électronucléaires. Elle montre quelles précautions il faut prendre pour choisir une population témoin. Elle fait apparaître aussi des problèmes qui sont peut-être connus par ailleurs mais qui méritent sûrement d'être étudiés de façon plus approfondie.

Trois remarques doivent être faites pour marquer les limites de ce travail:

- cette étude laisse de côté les cancers non mortels et, surtout, les cancers ayant entraîné le

décès après l'âge de la retraite. Or, comme la fréquence des cancers augmente avec l'âge, la majorité des décès dus à cette affection parmi le personnel surviendra après l'âge de la retraite; elle n'apporte donc qu'une vue partielle du problème cancer;

- il s'agit d'une enquête rétrospective et, pour permettre des enquêtes plus fructueuses, il faudrait que le mode d'enregistrement des données soit modifié;

- enfin, le facteur tabac n'a pas pu être pris en compte et nous verrons l'importance de ce facteur.

### DONNÉES UTILISÉES ET MÉTHODES D'ÉTUDE

LES DONNÉES UTILISÉES SONT:

- les statistiques démographiques publiées par l'I.N.S.E.E.;

- les statistiques d'effectifs de l'entreprise (voir tableau I);

- les statistiques nationales de décès, établies par l'I.N.S.E.E. à partir des certificats de décès et publiées par l'I.N.S.E.R.M. [5];

- les données sur la mortalité générale dans l'entreprise, de 1970 à 1975 et plus spécialement sur la mortalité par cancer de 1967 à 1975, soit pendant 9 ans.

TABLEAU n° I

REPARTITION DU PERSONNEL STATUTAIRE MASCULIN D'E.D.F. - G.D.F. (Catégories 1 à 14)

PAR CLASSE D'AGE A PARTIR DE 40 ANS - EFFECTIFS MASCULINS "MOYENS" 1967/1975

A G E S	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	MOYENNE
40 à 44 ans	17 744 36,99 %	17 883 36,98 %	17 793 36,82 %	17 628 36,23 %	17 194 34,79 %	16 775 33,24 %	16 445 31,94 %	16 285 30,95 %	15 822 29,87 %	17 063 34,10 %
45 à 49 ans	14 136 29,47 %	15 563 32,18 %	16 816 34,80 %	16 814 34,56 %	16 916 34,23 %	17 201 34,09 %	17 383 33,76 %	17 434 33,13 %	17 322 32,70 %	16 620 33,22 %
50 à 54 ans	10 264 21,40 %	9 204 19,03 %	8 318 17,21 %	9 801 20,14 %	11 537 23,34 %	13 146 26,05 %	14 489 28,14 %	15 677 29,79 %	15 682 29,61 %	12 013 24,01 %
40 à 54 ans	42 144	42 650	42 927	44 243	45 647	47 122	48 317	49 396	48 826	45 696
55 à 59 ans	5 255 10,95 %	5 187 10,73 %	4 890 10,12 %	3 954 8,13 %	3 393 6,86 %	2 993 5,93 %	2 819 5,47 %	2 902 5,52 %	3 970 7,49 %	3 929 7,85 %
40 à 59 ans	47 399	47 837	47 817	48 197	49 040	50 115	51 136	52 298	52 796	49 626
60 et plus	570 1,19 %	523 1,08 %	507 1,05 %	457 0,94 %	385 0,78 %	350 0,69 %	357 0,69 %	319 0,61 %	173 0,33 %	405 0,81 %
40 à plus de 60 ans	47 969 100 %	48 360 100 %	48 324 100 %	48 654 100 %	49 425 100 %	50 465 100 %	51 493 100 %	52 617 100 %	52 969 100 %	50 031 100 %
TOTAL ...	101 375	101 815	102 184	100 419	100 405	100 138	100 894	103 081	104 025	101 704

ecart 1,70 (91%)

Seul le cas des agents de sexe masculin de 40 à 60 ans sera envisagé.

— En dessous de 40 ans, en effet, le nombre de cas est très faible: 8,5 % des cancers (voir tableaux I et III) pour plus de 50 % des effectifs.

— Le problème des cancers chez les agents féminins se présente de façon très différente: les effectifs sont beaucoup plus faibles (15 % du total), la structure par âge et les postes de travail différents; il ne sera donc pas envisagé dans cette étude.

L'ÉTUDE STATISTIQUE A ÉTÉ FAITE SUIVANT DES MÉTHODES CLASSIQUES EN ÉPIDÉMIOLOGIE:

— Le nombre de décès qui devrait être constaté, si la mortalité était la même que dans la population française et en tenant compte des âges respectifs, est calculé:

$$\frac{\text{décès population française}}{\text{population française}} = \frac{\text{décès calculés}}{\text{population étudiée}}$$

d'abord pour chacune des années, par classe d'âge de 5 ans, puis pour l'ensemble des années étudiées et toujours par classe d'âge, enfin pour l'ensemble des effectifs.

Ou encore on peut écrire:

$$E = \sum_{i,j} n_{ij} p_{ij} \quad \begin{matrix} i \text{ années} \\ j \text{ tranches d'âge} \end{matrix}$$

nombre calculé de décès par cancer

où  $n_{ij}$  est le nombre de sujets dans la tranche d'âge  $j$ , l'année  $i$

$p_{ij}$  le taux de mortalité pour la population française pour la même année et la même tranche d'âge.

La comparaison est faite ensuite entre la mortalité effectivement observée et la mortalité calculée.

La signification statistique des différences constatées est évaluée par le test du  $\chi^2$  si les effectifs sont suffisants, par la loi de Poisson si les effectifs théoriques sont très faibles, c'est-à-dire, dans le cas présent inférieurs à 5.

RÉSULTATS

MORTALITÉ GÉNÉRALE (1970-1975)

De 1970 à 1975, soit en 6 ans, il y a eu parmi

TABLEAU II. — Mortalité par cancer en fonction de l'âge (1967-1975).

Classe d'âge	Observés	Attendus	
40 à 44 ans .....	131	127	NS
45 à 49 ans .....	279	242	NS
50 à 54 ans .....	374	296	p < 1%
55 à 59 ans .....	150	164	NS
	934	829	

SMR = 1,127

les agents en activité de sexe masculin et âgés de 40 à 59 ans inclus:

	Décès observés	Décès attendus*		SMR
cancers .....	673	578,6	p < 1%	1.163
affections cardiovasculaires .....	473	438,1	NS	1.080
morts violentes .....	164	293,4	p < 1%	0.559
suicides .....	53	103,8	p < 1%	0,511
autres causes .....	402	786	p < 1%	0,511
Total .....	1 765	2 200	p < 1%	0,802

Le nombre de décès parmi le personnel en activité a été inférieur de 20 % au nombre de décès attendu, calculé d'après les statistiques nationales.

La répartition suivant les principales causes de décès est également différente de celle constatée dans la population française.

Les morts violentes accidentelles sont beaucoup moins fréquentes que dans l'ensemble de la population française et ne représentent que 56 % du nombre attendu. Il en est de même pour les suicides (environ 50 % des suicides attendus).

Ceux dus aux affections cardiovasculaires sont plus fréquents que les décès attendus, mais la différence n'est pas significative.

Les décès par cancer sont plus nombreux que les décès attendus: 16,3 % de plus.

MORTALITÉ PAR CANCER (1967-1975)

Le nombre de décès par cancer observé en 9 ans est plus grand que le nombre attendu.

Les différences entre la population française et la population étudiée varient avec l'âge: la surmortalité, nulle dans la classe d'âge 40-45 ans, est de 15 % dans la classe d'âge suivante et de 26 % pour les sujets de 50 à 55 ans. Par contre, entre 55 et 59 ans, il y a, au contraire, sous-mortalité; nous y reviendrons. (voir tableau II).

Les différences sont également importantes suivant les localisations\*\* (voir tableau III).

(\*) Si les fréquences étaient les mêmes que dans la population française.

(\*\*) Il en est de même pour les agents de sexe féminin. En 6 ans (1970-1975), le nombre de décès recensés a été de 160; 47 étaient dus à des cancers et, parmi ceux-ci, 27 étaient des cancers du sein (17 % des décès et 36 % des cancers). Là encore les pourcentages sont différents de ceux de la population française.

TABLEAU n° III

REPARTITION PAR AGE ET PAR LOCALISATION DES CAS DE CANCERS DECEDES (1967/1975)  
(sexe masculin)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	40 à 44 ans	45 à 49 ans	50 à 54 ans	55 à 59 ans	40 à 59 ans			moins de 40 ans	60 ans et plus	TOTAL	
	obs.	cal.	p <								
Poumons .....	21	48	87	34	190	163,2	1 %	9	5	204	
Gorge .....	3	1	8	2	14	112,6	-	1	0	14	
Larynx .....	12	25	45	9	91			1	2	2	94
Larynx/Pharynx .....	2	4	1	0	7			0	0	0	7
Pharynx .....	5	8	6	0	19			0	1	0	20
Sinus piriforme .....	4	8	5	1	18	6,5	1‰	0	0	18	
Rhinopharynx .....	0	1	0	0	1	2,0	-	0	0	1	
Bouche .....	4	9	6	3	22	13,0	1 %	0	0	22	
Langue .....	4	14	9	3	30	26,6	-	1	0	31	
Amygdales .....	2	6	16	3	27	13,8	1‰	1	0	28	
Glandes salivaires .....	0	1	2	2	5	1,6	1 %	0	0	5	
Oesophage .....	6	29	32	5	72	82,8	-	2	1	75	
Estomac .....	5	12	16	6	39	54,8	5 %	6	2	47	
Intestin .....	1	3	2	2	8	1,6	1‰	3	0	11	
Colon .....	6	4	16	3	29	38,1	-	3	1	33	
Rectum .....	1	4	9	6	20	21,6	-	2	2	24	
Foie .....	2	12	10	4	28	6,2	1‰	2	2	32	
Voies biliaires .....	1	3	0	1	5	3,4	-	0	0	5	
Pancréas .....	1	11	7	7	26	25,9	-	3	1	30	
Péritoine .....	0	3	1	0	4	2,7	-	0	0	4	
Digestif .....	0	6	0	2	8	8,8	-	0	0	8	
Rein .....	4	3	15	4	26	14,4	1 %	0	0	26	
Vessie .....	2	8	9	7	26	14,8	1 %	0	0	26	
Prostate .....	1	2	6	5	14	8,7	-	0	0	14	
Testicule .....	2	1	2	1	6	4,2	-	14	0	20	
Verge .....	1	0	0	0	1	0,5	-	0	0	1	
Sein .....	0	0	0	0	0	2,3	-	1	0	1	
Leucémies, etc. ....	10	6	10	5	31	25,6	-	10	1	42	
Hodgkin .....	2	6	2	2	12	10,1	-	4	1	17	
Hématosarcomes non Hodgkiniens <sup>{2}</sup> .....	2	5	7	6	20	9,8	1 %	6	1	27	
Corps-thyroïde .....	1	0	1	1	3	2,5	-	1	0	4	
Thymus .....	0	0	0	2	2	0,3	-	0	0	2	
Os <sup>{3}</sup> .....	2	2	5	2	11	11,1	-	3	0	14	
Cérébral .....	11	13	15	12	51	13,6	1‰	11	2	64	
Plèvre .....	0	1	3	0	4	3,1	-	1	0	5	
Généralisé .....	3	6	5	4	18	-	-	1	2	21	
Autres diagnost. précis <sup>{4}</sup> .....	5	9	10	1	25	-	-	3	0	28	
Pas de diagnost. précis <sup>{5}</sup> .....	4	1	2	4	11	-	-	0	0	11	
Cancers secondaires (point de départ inconnu) .....	1	3	4	1	9	-	-	0	0	9	
TOTAUX .....	131	279	374	150	934	-	-	89	24	{6}	
{ Observés .....	131	279	374	150	934	-	-	89	24	{6}	
{ Calculés .....	127	242	296	164	829	-	-	-	-	1 047	

SAR = 1,12x

Nota : colonne n° 10 = somme des colonnes 1,2,3,4,8 et 9  
colonne n° 5 = somme des colonnes 1,2,3 et 4

Pour un nombre important de localisations il y a un excès de cas observés. Les différences sont significatives au risque de 1% pour le poumon, le rein, la vessie, les hémato-sarcomes non hodgkiniens, et au risque de 1‰ pour les voies aérodigestives supérieures, le foie, l'intestin grêle et les tumeurs cérébrales.

Dans un seul cas le nombre de cancers est significativement plus faible que dans la population française. Il s'agit du cancer de l'estomac.

Enfin, dans les autres cas aucune différence significative n'apparaît : la fréquence des cancers génitaux, des leucémies, des maladies de Hodgkin, des tumeurs osseuses, des tumeurs de la thyroïde, des cancers de la plèvre ne diffère pas significativement dans les deux populations. Il en est encore ainsi pour les cancers digestifs (autres que ceux de l'estomac, du foie et de l'intestin grêle) et en particulier pour les cancers du pancréas, de l'œsophage et du colon; pour ces deux derniers le nombre observé est plus faible que le nombre attendu mais de façon non significative.

TABLEAU IV. — Causes principales de décès dans la population masculine de 55 à 59 ans (1970-1975)

	Décès observés	Décès attendus	
Cancers.....	84	94	p < 5%
Affections cardio-vasculaires ...	70	72,5	NS
Morts violentes	9	23,2	p < 1%
Suicides.....	1	8,6	p < 1%
Autres causes ....	40	103,7	p < 1‰
TOTAL.....	204	302	p < 1‰

PARTICULARITÉS CONCERNANT LES POSTES DE TRAVAIL

Deux problèmes retiennent l'attention.

Différences entre personnel actif et personnel sédentaire (1970-1975)

L'âge de départ à la retraite est différent suivant les catégories de personnel, 60 ans pour le personnel dit *sédentaire* (personnel administratif, cadres, etc.) et 55 ans pour le personnel dit *actif*. Or, dans la classe d'âge 55-59 ans qui au plan socio-économique est donc différente des autres classes d'âge, la mortalité présente un certain nombre de particularités (voir tableau IV).

La fréquence des décès est encore plus faible que pour l'ensemble du personnel: 67,5% du nombre attendu (pour le personnel de 40 à 54 ans la différence est moindre: 82% du nombre attendu, soit 1 561 au lieu de 1 897).

Ceci est vrai aussi pour les morts violentes et les suicides; les différences sont encore plus tranchées que dans l'ensemble de la population étudiée. La fréquence des affections cardiovasculaires est la même que dans la population française prise comme témoin. Par contre, et ceci a peut-être une signification, la fréquence des cancers est moindre que dans la population française alors que la constatation inverse était faite pour l'ensemble du personnel.

Postes insalubres (1967-1975)

Le dernier point qui a pu être étudié est celui des postes insalubres. Leur définition est *administrative* et est propre à l'entreprise. Elle ne peut s'expliquer que par une longue histoire et il n'est pas certain que toutes les insalubrités, au sens où l'entendraient des médecins, soient reconnues comme telles et, qu'inversement, l'insalubrité de tous les postes reconnus comme tels ne soit pas contestable.

NOTES SE RAPPORTANT AU TABLEAU III

(1) Ce regroupement n'a aucune signification médicale. Il a été fait en raison de confusions qui semblent avoir été faites dans certains cas entre pharynx et larynx.

(2) Les hématosarcomes non hodgkiniens, se répartissent de la façon suivante:

- lymphosarcomes..... 16
  - réticulosarcomes..... 7
  - lymphomes d'organes abdominaux..... 3
  - « lymphoréticulosarcomatose » généralisée..... 1
- 27

20 avaient de 40 à 59 ans.

(3) Dont 2 maladies de Kahler et 1 sarcome d'Ewing.

(4) Ils comprennent essentiellement deux groupes de cancers, d'une part ceux qui ont été « étiquetés »:

- mélanomes..... 6
  - naevocarcinomes..... 2
  - naevus dégénéré..... 1
  - mélanosarcomes..... 3
- 12

dont 3 moins de 40 ans.

Aucun décès par carcinome épidermoïde ou adénocarcinome des glandes cutanées n'a été enregistré.

D'autre part, des cancers qui ont été regroupés en raison de leurs localisations (voir postes insalubres, p. 7).

- cavum..... 4
  - maxillaire supérieur..... 3
  - « maxillaires » sans autre précision..... 1
  - sinus maxillaires..... 2
  - fosses nasales..... 1
- 11

(5) Cancers de localisation non précisée.

(6) Plus 13 d'âge non précisé.

Nous avons pu savoir, pour tout agent décédé d'un cancer, s'il avait occupé un poste dit *insalubre* et, si oui, pendant combien de temps ce poste a été tenu.

Il n'a pas été possible cependant de tenir compte des durées d'exposition, car ces renseignements étaient souvent incomplets et les effectifs concernés ne sont pas exactement connus; ils ont varié dans le temps et la nature des travaux effectués a pu changer. Donc, statistiquement les données que nous avons utilisées n'ont pas la même valeur que les précédentes.

Nous voudrions donc simplement attirer l'attention sur un certain nombre de points.

- La fréquence des décès par cancer du poumon est plus élevée parmi les anciens *chauffeurs de fours* des usines à gaz que parmi l'ensemble du personnel. Le nombre observé est de 21, alors que le nombre attendu, d'après les statistiques de la population française, est de 5 ( $p < 1\%$ ).

Par contre, la fréquence des décès par cancer, autre que le cancer du poumon, n'est pas anormalement élevée parmi ce personnel.

Les chauffeurs de four étaient les ouvriers qui alimentaient en charbon les fours où la houille était *distillée* pour fabriquer le gaz dit de houille et qui en retiraient le coke quand la distillation était terminée.

- Le nombre de cancers de la plèvre, c'est-à-dire des cancers susceptibles d'être liés à l'amiante, ne diffère pas significativement de celui de la population générale (4 au lieu de 3,1 attendus).

- Aucune leucémie n'a pu être rattachée à une intoxication benzolique.

- Le nombre d'hémato-sarcomes non hodgkiniens est plus grand que prévu (20 au lieu de 9,8 -  $p < 1\%$ ) entre 40 et 59 ans et il est aussi plus important parmi le personnel des anciennes usines à gaz que le nombre calculé d'après les effectifs (pour les 20 cas recensés, 5 avaient travaillé dans les usines à gaz) mais, les effectifs de ces usines n'étant pas exactement connus, le degré de signification ne peut être calculé.

- Le nombre de cancers des voies respiratoires supérieures ou des maxillaires est plus important que le nombre attendu. Sur 11 cas au lieu de 2,4 attendus, 4 concernaient des agents ayant travaillé soit dans des *ateliers* de craquage d'hydrocarbures utilisant des catalyseurs au nickel, soit dans un laboratoire où l'on façonnait ces mêmes catalyseurs.

- Les cancers de la vessie posent peut-être aussi un problème professionnel. Sur 26 agents décédés d'un cancer de la vessie (au lieu de 15 escomptés -  $p < 1\%$ ) 9 avaient tenu des emplois insalubres: personnels d'usines à gaz 3, chef-ouvrier gaz 1, centrale thermique 4, (dont 2 à l'entretien de la chaufferie et 2 conducteurs de chaudières), chaufferie de nature non précisée 1.

Les cancers de la vessie parmi les agents chargés de l'entretien et du nettoyage des chaudières et des chaufferies sont peut-être plus fréquents que parmi le reste du personnel mais nous ne connaissons par exactement les effectifs concernés. Il n'est donc pas possible de confirmer ou d'infirmier la réalité de ce risque.

- Il ne semble pas y avoir de lien entre la fréquence des cancers du rein et le fait d'avoir occupé un poste dit *insalubre*.

- Aucune maladie de Kahler en excès n'a été constatée (2 en 9 ans).

## DISCUSSIONS

### Choix d'une population témoin

Le but initial de ce travail était de voir s'il était possible de prendre la population française dans son ensemble comme population témoin pour étudier la mortalité par cancers professionnels dans le cas d'Electricité de France - Gaz de France en pensant plus particulièrement au problème des centrales nucléaires.

La mortalité à E.D.F.-G.D.F. est inférieure de 20% à la mortalité nationale. Il ne peut s'agir d'un biais dans le recueil des données; les chiffres résultant des recensements faits par les services médicaux sont recoupés par ceux de la Direction du personnel. Des enquêtes sur la mortalité, faites aux Etats-Unis ou en Angleterre, ont montré aussi une sous-mortalité dans certains grands groupes industriels par rapport à la population générale [6, 7]. Il est vraisemblable que ceci est à rapprocher des différences de durée de vie suivant les groupes sociaux [8]; il est probable que la population étudiée est sociologiquement différente de l'ensemble de la population française et on ne peut pas actuellement l'assimiler à un groupe social particulier. Les cadres et les agents de maîtrise représentent près de 60% du personnel (30% en 1960). La structure du personnel évolue vite et est très

différente de ce qu'elle était 20 ans auparavant. Donc, au plan de la mortalité en général, la population française dans son ensemble serait une mauvaise population témoin.

La répartition des grandes causes de décès n'est pas la même et surtout la mortalité par cancer est de 16,3% supérieure à la mortalité constatée pour la France entière. La différence est donc très importante. Il est connu que la fréquence des cancers varie d'un Etat à l'autre (17,8% et 20,4% des décès masculins en 1973 aux Etats-Unis et en France); elle varie avec le temps: elle a augmenté en France de 30% de 1954 à 1976 pour le sexe masculin. La fréquence de certaines localisations peut varier de 1 à 20 d'un pays à l'autre et même à l'intérieur d'un même pays (1 à 600 pour les cancers de l'œsophage en Chine [9]). Les différences existent suivant les catégories sociales.

Ces variations vont de pair avec de nombreux facteurs géographiques, sociologiques, les habitudes alimentaires, la consommation de l'alcool, du tabac, etc., la façon de vivre en général et les possibles expositions professionnelles [10, 11, 12].

Or ces variations sont beaucoup plus importantes que celles qui pourraient être dues aux irradiations artificielles: la surmortalité par cancer parmi les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki a été de l'ordre de 1% en 24 ans (500 décès supplémentaires par cancer environ).

Si on tient compte du nombre de cancers mortels ajoutés durant la vie entière et dus à une irradiation de 1 rad\*, les cancers ajoutés durant toute la vie professionnelle des agents de centrales (35 ans à 0,5 rad/an en moyenne) feraient varier de 2 à 3% la part des cancers dans la répartition actuelle des causes de décès [13, 14].

Il serait donc impossible de les mettre en évidence en prenant la population française comme témoin car les différences qui existent déjà entre la population où seront recrutés les agents exposés et la population française sont bien plus élevées.

Cette constatation a une portée plus générale. Il est habituel que les enquêtes sur les cancers professionnels soient faites en prenant la population nationale comme témoin. Or, il est vraisemblable que la même critique que dans le cas qui nous intéresse pourrait être faite, surtout

si la population concernée est peu nombreuse et le risque faible. En dehors des cas où l'excès de cancers est évident, on en arrive sans doute à des conclusions erronées et à passer à côté des vrais problèmes.

#### Interprétation des différences

Elle ne peut être que très prudente.

Elles s'expliquent d'abord par la façon dont les données ont été recueillies; les fiches de décès utilisées ont été établies par les médecins conseil du régime spécial de Sécurité sociale des industries électriques et gazières. Comme le contrôle médical est théoriquement systématique, contrairement au régime général, ces médecins ont souvent, préalablement au décès, des informations médicales sur bon nombre de cas; de plus ces fiches de décès ne sont pas établies immédiatement mais, au contraire, elle ne le sont qu'après le recueil d'informations complémentaires. Par contre, les médecins chargés d'établir les certificats de décès, nécessaires pour l'obtention du permis d'inhumation, et à partir desquels sont établies les statistiques nationales de décès, doivent établir ces certificats immédiatement, sans disposer de ces multiples renseignements.

Ceci a deux conséquences:

La première est que pendant la période étudiée, 99% des causes de décès étaient connues et les renseignements étaient en général sans ambiguïté. Par contre, dans la population française 10% sont de cause indéterminée et, de plus, un certain nombre de certificats sont insuffisamment explicites.

Une partie des différences s'explique donc par la façon dont ces données sont recueillies: une preuve indirecte mais imprécise\* peut être apportée par un calcul simple portant sur la période 1970/1975: cancers, affections cardiovasculaires et morts violentes représentaient, dans la population étudiée, 77% des décès contre 64% dans la population française (ceci pour la population masculine de 40 à 60 ans). Si on refait les calculs en éliminant les 10% de diagnostics incertains indiqués par l'I.N.S.E.R.M., la différence diminue déjà de plus de la moitié car les proportions sont alors de 71% et 77%.

La seconde raison est d'une autre nature. Les médecins conseils qui ont établi les fiches de

(\*) Ce nombre calculé à partir d'hypothèses prudentes par les experts de la C.I.P.R. et l'U.N.S.C.E.A.R. est de 120 par million de personnes et par rad, ceci pour la vie entière.

(\*) Imprécise car le pourcentage de décès de cause indéterminée varie suivant les classes d'âge et il n'en est pas tenu compte dans ce calcul.

décès utilisées dans cette enquête avaient sans doute une assez bonne connaissance de la cause primaire du décès, ayant déjà des informations sur le malade, ce qui les a sans doute amenés à privilégier celle-ci par rapport à la cause immédiate, alors que le médecin d'état civil ne connaîtra souvent que cette cause immédiate.

Mieux la cause de décès est connue, et c'est par exemple le cas des décès de malades hospitalisés\*, moins la hiérarchie des causes proposée par le modèle international de certificat de décès retenu par l'O.M.S. paraît adaptée. Ceci est encore plus vrai en cas de diagnostics multiples [15].

Il est donc possible que les statistiques de décès ne soient pas toujours comparables entre elles car la hiérarchie des causes n'est pas forcément recensée de la même façon par tous.

#### *Répartition des cancers suivant leur localisation :*

Elle diffère donc de celle de la population française et les cancers pour lesquels un excès de cancers est constaté peuvent être rattachés à 4 catégories, qui d'ailleurs se recouvrent partiellement.

Les grandes tendances évolutives des fréquences des différentes localisations cancéreuses, telles qu'elles apparaissent depuis 20 ans en France, sont plus marquées à E.D.F.-G.D.F. que dans l'ensemble de la population; c'est le cas de l'augmentation de fréquence des cancers du poumon et de la diminution de celle des cancers de l'estomac.

D'autres cancers, souvent mal classifiés car ils regroupent un petit nombre de cancers primitifs et surtout des métastases d'autres cancers, apparaissent relativement fréquents: poumon, foie, cerveau, etc. Peut-être est-ce dû simplement à la difficulté de déterminer la nature du cancer primitif.

Certains autres sont réputés être liés à la consommation de tabac et, dans une moindre mesure, d'alcool: il s'agit par exemple du poumon, des voies aérodigestives supérieures et de la vessie (le nombre observé est supérieur d'un tiers au nombre calculé, comme le montre le tableau III); malheureusement nous n'avons aucune information sur la consommation de tabac.

Enfin, certains peuvent être liés à des facteurs

professionnels; ils sont les moins nombreux mais évidemment les plus intéressants dans le cadre de cette étude.

Parmi ceux-ci, certains pourraient être liés aux anciens procédés de production du gaz:

- cancers du poumon chez les anciens chauffeurs de fours;
- hématosarcomes non hodgkiniens parmi le personnel des anciennes usines à gaz;
- cancers des voies respiratoires supérieures parmi le personnel ayant travaillé avec des catalyseurs au nickel.

Seuls les résultats concernant les cancers du poumon ont une valeur statistique. Les Japonais avaient déjà fait la même constatation avant la Deuxième guerre mondiale [16, 17] et les enquêtes faites aux Etats-Unis, en Angleterre, en République fédérale d'Allemagne, etc. [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24] aboutissant aux mêmes résultats. L'âge moyen de décès de ces cancers est le même pour cette catégorie professionnelle que pour l'ensemble du personnel. La fréquence ne semble augmenter qu'après 45 ans et après une exposition d'au moins 5 ans.

Ces différents postes de travail ont disparu depuis que le gaz naturel a remplacé le gaz de houille ou le gaz obtenu par craquage ou reformage des produits pétroliers. Etant donné le très long temps de latence de ces cancers, il est cependant normal qu'on les retrouve encore et ce serait en poursuivant cette enquête au-delà de 1975 qu'on pourrait confirmer l'existence de cette pathologie professionnelle en constatant sa disparition progressive puisque ces postes de travail n'existent plus. Cependant, le retour à des énergies primaires comme le charbon pour fabriquer le gaz, reposerait le même problème si on ne prenait pas les précautions nécessaires.

L'augmentation de fréquence des hématosarcomes non hodgkiniens n'est signalée dans aucune autre enquête.

Le rôle du nickel comme cancérigène, est possible; il est en effet parfaitement connu dans d'autres industries [25] et le nombre d'agents exposés à un moment de leur vie professionnelle étant très modeste (peut-être quelques ‰ des effectifs) il y a évidemment un excès de cancers de ce type parmi eux.

Les résultats concernant les autres cancers liés à d'autres postes insalubres sont beaucoup plus imprécis.

Il n'y a pas de différence de fréquence pour les leucémies et les cancers de la plèvre (dans les 4 cas de ces derniers cancers, il a été possible de reconstituer la vie professionnelle

(\*) Un article récent [32] indiquait que pour 48 826 décès par cancer étudiés dans le cadre *Third national cancer survey* les diagnostics portés sur les certificats de décès et les diagnostics établis à l'hôpital ne coïncidaient que dans 65 % des cas.

des agents et aucun n'avait été, semble-t-il, exposé professionnellement à l'amiante). Etant donné le temps de latence de ces cancers, la durée d'observation est sans doute trop courte car l'utilisation de l'amiante ne s'est étendue qu'après la deuxième guerre mondiale.

Il n'y a pas eu non plus d'excès de maladie de Kahler, alors que des enquêtes étrangères ont fait état d'une augmentation de leur fréquence dans certaines usines à gaz [19, 21].

Par contre, si aucun élément n'apparaît pour expliquer l'excès de cancers du rein, on peut s'interroger sur le cas des cancers de la vessie pour lesquels il serait souhaitable de faire une enquête beaucoup plus approfondie que celle-ci. Il est possible que ces cancers soient plus fréquents parmi les agents chargés de l'entretien et du nettoyage des chaudières et des chaufferies, ou travaillant dans les cokeries, que parmi le reste du personnel. Mais nous ne connaissons pas exactement les effectifs concernés; il n'est donc pas possible de confirmer ou d'infirmer la réalité de ce risque [26, 27, 28, 29, 30].

## CONCLUSIONS

Il ne paraît pas judicieux de prendre la population française comme population témoin pour faire une enquête sur la mortalité par cancers radio-induits parmi le personnel des centrales nucléaires; la mortalité parmi le personnel d'E.D.F.-G.D.F. est différente de celle de la population française en général et les cancers radio-induits ajoutés par l'irradiation professionnelle seraient, quelle que soit la façon de les évaluer, trop peu nombreux. Il faudrait donc faire un autre choix.

Il est possible que la même remarque soit valable pour toutes les enquêtes sur les cancers professionnels. En effet, sauf exception, ils ne sont ni spécifiques, ni nombreux et les autres facteurs étiologiques possibles peuvent prendre le pas sur les facteurs professionnels.

Le deuxième point important est que, de toute façon, étant donné les très longs délais d'apparition des cancers et l'augmentation très rapide de leur fréquence avec l'âge, une enquête englobant les retraités aurait un intérêt bien plus grand. D'après l'I.N.S.E.R.M. [31] 80 % des sujets décédés de cancers avaient plus de 55 ans. Ceci est encore vrai pour toutes les enquêtes sur les cancers professionnels.

Il est donc possible, dans des populations de l'importance de celle qui a été étudiée, de faire apparaître des différences car la population concernée n'est sûrement pas homogène; les facteurs professionnels sont sans doute modestes par rapport à d'autres facteurs mais ils n'en existent pas moins et pour approfondir leur étude il faudrait améliorer l'enregistrement des données. Il est certain que la qualité de certaines enquêtes épidémiologiques étrangères tient à la façon dont cet enregistrement est fait.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions tout particulièrement M. le Pr H. Péquignot et M. le Pr M. Tubiana d'avoir bien voulu relire cette étude, la corriger et la nuancer.

Nous remercions aussi le Dr Cl. Blanc, actuellement médecin-chef du Service général de médecine de contrôle d'E.D.F.-G.D.F. qui nous a fourni une partie des données utilisées.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Kneale G.W., Stewart A., Mancuso T.F.: Reanalysis of data relating to the Hanford study of the cancer risks of radiation workers. IAEA SM 224/510, Vienne, 13-17 mars 1978.
- [2] Mancuso T.F., Stewart A., Kneale G.: Radiation exposures of Hanford workers dying from cancer and other causes. *Health physics*, 1977, 33, 5, 369-384.
- [3] Marks S., Gilbert E.S., Brettenstein B.D.: Cancer mortality in Hanford workers. IAEA SM 224/509, Vienne, 13-17 mars 1978.
- [4] Reissland J.A.: An assessment of the Mancuso study. Rapport NRPB-R 79, septembre 1978.
- [5] I.N.S.E.R.M.: Statistiques des causes médicales de décès, tome I, Résultats France entière, années 1967 à 1975.
- [6] Hanis N.M., Holmes T.M., Shallenberger L.G., Jones K.E.: Epidemiologic study of refinery and chemical plant workers. *J.O.M.*, 1982, 24, 3, 203-212.
- [7] Pell S., O'Berg M.T., Karth B.W.: Cancer epidemiologic surveillance in the Du Pont company. *J.O.M.*, 1978, 20, 11, 725-740.
- [8] Desplanques G.: La mortalité des adultes suivant le milieu social, 1955-1971. Les collections de l'I.N.S.E.E., 1976, 195, série D, n° 44, 148 p.
- [9] Armstrong B.: L'épidémiologie du cancer en Chine. *Forum mondial de la santé*, 1982, 3, 1, 107-114.
- [10] Doll R.: The epidemiology of cancer. *Cancer*, 1980, 45, 10, 2475-2485.
- [11] Doll R.: The contribution of epidemiology to knowledge of cancer. *Rev. épidém. santé pub.* 1976, 24, 107-121.
- [12] Estimates of the fraction of cancer in the United States related to occupational factors. SI, *National cancer institute, National institute of environmental health sciences, National institute for occupational safety and health*, 1978, 39 p.
- [13] Recommendations of the I.C.R.P., publication 26, *Annals of the I.C.R.P.*, 1977 I, 3, 53 p., ed. Pergamon Press. Oxford.
- [14] Tubiana M.: Effets sanitaires des faibles doses. *Rev. épidém. santé pub.*, 1982, 30, 2, 131-149.

- [15] O.M.S. Manuel de la classification statistique internationale des maladies, traumatismes et causes de décès, Genève, 1977.
- [16] Kuroda S., Kawahata K.: Über die gewerbliche Entstehung des Lungenkrebs bei Generatorgasarbeitern. *Z. Krebsforschung*, 1936, 45, 36.
- [17] Kawahata K.: Über die gewerblich hervorgerufenen Lungenkrebs bei Generatorgasarbeitern. *Kyushu Isen Zasshi*, 1939, 4, 5-67.
- [18] Lloyd J.W.: Long-term mortality study of steelworkers. V. Respiratory cancer in coke plant workers. *J. occup. med.*, 1971, 13, 53.
- [19] Doll R., Fischer R.E.W., Gammond E.J. et al.: Mortality of gasworkers with special reference to cancers of the lung and bladder, chronic bronchitis and pneumoconiosis. *Brit. J. industr. med.*, 1965, 22, 1.
- [20] Bruusgard A.: Occurrence of certain forms of cancer in gasworkers. *T. norks Løgeform*, 1959, 79, 755.
- [21] Doll R., Vessey M.P., Beasley R.W. et al.: Mortality of gasworkers — final report of a prospective study. *Brit. J. industr. med.*, 1972, 29, 394.
- [22] Kawal M., Harada K.: Epidemiologische Untersuchungen bei Generatorgasarbeitern mit beruflich erworbenem Lungenkrebs. *Int. Kongr. Arb. med.*, Wien 1966, Abstr. part., 2, S. 631.
- [23] Manz A.: Krebs als Todesursache bei Beschäftigten der Gasindustrie. Forschungsbericht n° 151 — Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Dortmund, 1976, 119 p.
- [24] Masek V.: Teersubstanzen-gehalt in der Atmosphäre der Arbeitsstätten. *Zbl. Arbeitsmed.*, 1973, 8, 225-229.
- [25] Doll R., Morgan L.G., Speizer F.E.: Cancers of the lung and nasal sinuses in nickel workers. *Brit. J. Cancer*, 1970, 24, 623-632.
- [26] Manz A.: Harnwegskarzinome bei Beschäftigten der Gasindustrie. *Munch. med. Wschr.*, 1976, 118, 65.
- [27] Veys C.A.: Bladder tumors and occupation: a coroner's notification scheme. *Brit. J. industr. med.*, 1974, 31, 65-71.
- [28] Battye R.: Bladder carcinogens occurring during the production of «town» gas by coal carbonisation. *Hygiene, Toxicology, Occupational Diseases. XV int. Congr. occup. health.*, Wien 1966, 3, 153.
- [29] Kandus J., Masek V., Jach Z.: Bestimmungen des Gehalts von 3,4-Benzopyren in der Arbeitskleidung und der Unterwäsche der Arbeiter einer Pechkokerei. *Zbl. Arb. med.*, 1972, 22, 138.
- [30] Hueper W.C.: Occupational and environmental cancers of the urinary system. Yale University Press, New Haven, Conn., U.S.A., 1969, 465 p.
- [31] Le cancer. La mortalité en 1976, son évolution depuis 1954. Ed. I.N.S.E.R.M., Paris, 1979, 89 p.
- [32] Percy C., Satnek E., Gloeckler L.: Accuracy of cancer death certificates and its effect on cancer mortality statistics. *Am. J. publ. health*, 1981, 71, 242-250.