Évolution de la contamination du lait et des produits laitiers par les résidus de composés organo-chlorés

A Venant, S Borrel, J Mallet

CNEVA, laboratoire central d'hygiène alimentaire, 43 rue de Dantzig, 75015 Paris, France

(Reçu le 25 juillet 1990; accepté le 26 novembre 1990)

Résumé — La contamination du lait et des produits laitiers, en France, par les résidus de composés organo-chlorés, tels que les pesticides et les diphényles polychlorés, est en diminution depuis 1981. La baisse des niveaux résiduels entre les valeurs de 1975 et celles de 1988 est de 8 pour l'HCB, l'époxyde de l'heptachlore, l'HCH α et l'HCH β , de 3 pour la dieldrine et de 2 pour le lindane. Cette diminution est peu sensible pour le lindane, bien que les valeurs soient très nettement inférieures aux normes imposées par les différents pays, notamment ceux de la CEE.

Une étude concernant la comparaison des niveaux de contamination des différents types de produits laitiers nous a permis de montrer que, du point de vue statistique, il n'existe aucune différence significative entre les laits UHT stérilisés ou pasteurisés, entre les pâtes pressées cuites, non cuites ou à croûte fleurie et entre les laits crus, les crèmes et les beurres. Bien que les moyennes calculées pour ces dernières catégories semblent plus faibles que celles des autres, ces différences ne représentent pas une réalité analytique (valeur faible, écart type élevé par rapport aux moyennes).

En ce qui concerne les PCB, seules les valeurs supérieures à 0,100 $\mu\text{g/g}$ ont été prises en considération. En 1975, les moyennes résiduelles retrouvées sur les résultats positifs étaient de 3,7 $\mu\text{g/g}$, tandis qu'elles sont de près de 0,200 $\mu\text{g/g}$ en 1989, représentant un rapport de 18. Seuls quelques départements localisés dans les régions du Centre, du Centre-Est et du Centre-Ouest atteignent des valeurs supérieures à 0,100 $\mu\text{g/g}$, bien que les maxima ne dépassent pas 0,43 $\mu\text{g/g}$.

Malgré une situation favorable, il apparaît important de maintenir un contrôle permanent dans le lait et les produits laitiers compte tenu notamment de l'augmentation des échanges internationaux.

pesticide / polluant d'origine industrielle / PCB / lait / produit laitier

Summary — Organochlorine compounds contamination in milk and dairy products from 1975 to 1989. Contamination in milk and dairy products by organochlorine pesticides and PCB has been decreasing since 1981. In figures 1 and 2 we can observe that this ratio decreasing during 1975 – 1989 was 8 for HCB, heptachloride epoxide, α and β BHC, 3 for dieldrin and 2 for γ BHC. There was no significant decrease for γ BHC. In 1989, no value was found to be higher than the EEC MLR.

A statistical study on different kinds of dairy products was undertaken. No significant difference was found between milks, between hard cheeses and between creams and butter. In 1989, the mean value was 18 $\mu\text{g/kg}$.

For PCB residues, levels were very low and only values over 0.1 $\mu\text{g/g}$ were taken into account. The decreasing ratio during 1975–1989 was 18, and no value was found to be higher than 0.430 $\mu\text{g/g}$. Though these results could be considered satisfactory, it is important to remain on the alert for contamination by pesticide residues.

pesticide / industrial pollutant / PCB / milk / dairy product

INTRODUCTION

Longtemps limités à l'emploi de produits végétaux ou minéraux, les traitements insecticides se développèrent dès la fin de la seconde guerre mondiale grâce à l'apparition de nouvelles molécules de synthèse appelées «composés organo-chlorés».

Employés en quantités importantes dans le monde entier, ils ne devaient pas tarder à créer des problèmes liés à leur forte rémanence dans le milieu extérieur et à leur liposolubilité (forte accumulation dans les graisses).

En grande partie remplacés aujourd'hui par les composés organo-phosphorés et par les pyrèthréinoïdes de synthèse, ils ont presque disparu de la panoplie des produits agrochimiques utilisés par les pays producteurs.

En France, la situation a fortement évolué depuis une dizaine d'années et si la plupart des insecticides organo-chlorés ont été retirés de la vente, certains, comme le lindane (HCH γ) ont vu leur usage maintenu avec tout de même certaines restrictions d'emploi. Rappelons que le lindane est encore largement employé, en particulier dans le traitement des sols et des semences ou en médecine vétérinaire avec interdiction d'utilisation sur vaches gestantes ou en état de lactation et sur poules pondeuses (arrêté du 5 avril 1982, Anonyme, 1982).

Quant aux diphényles polychlorés (PCB), leur apparition à des doses très élevées date de 1975, mais leur teneur a aussi notablement diminué grâce aux mesures restrictives prises dès 1976 (Venant et Richou-Bac, 1981).

La surveillance de la contamination par les hydrocarbures organo-chlorés des denrées d'origine animale, en particulier du lait et des produits laitiers, constitue la

préoccupation de nombreux laboratoires. Aussi nous a-t-il paru primordial de nous intéresser à ce problème et de présenter plus particulièrement l'évolution de cette contamination entre 1975 et 1989; la surveillance du niveau résiduel ayant débuté dès 1967 dans notre laboratoire (Richou-Bac *et al*, 1972).

Les composés étudiés appartiennent à 3 grandes familles : d'une part, les résidus de pesticides provenant de traitement en agriculture et qui comprennent essentiellement : les isomères de l'hexachlorocyclohexane (HCH α , HCH β , HCH γ ...), les cyclodiènes (aldrine, dieldrine, heptachlore et son époxyde, chlordane), le DDT et ses métabolites (DDE, TDE); d'autre part, les résidus d'origine industrielle : les diphényles polychlorés (PCB). L'hexachlorobenzène (HCB) peut constituer une troisième classe, car il provient la plupart du temps de l'industrie du chlore et éventuellement du traitement des sols.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Prélèvements

Quelle que soit leur nature, les prélèvements nous ont essentiellement été adressés par les Directions des services vétérinaires. L'enquête nationale commencée par le Laboratoire central d'hygiène alimentaire en 1974 a été reprise en 1983 par la Direction de la qualité du ministère de l'Agriculture avec la mise en place de plans de surveillance dans les denrées d'origine animale. Avant cette date, les prélèvements reçus au laboratoire étaient le plus souvent destinés à l'exportation.

Méthode d'analyse

Dès son arrivée au laboratoire, une prise d'essai de 10 g ou de 50 ml est effectuée sur chaque échantillon reçu. Le reste de l'échantillon est

stocké à -20°C et éventuellement analysé une 2^e fois afin de confirmer les résultats obtenus (teneurs résiduelles trop élevées par exemple).

Quelle que soit la nature de l'échantillon, la méthode d'extraction est basée sur la liposolubilité des résidus recherchés et par conséquent, l'extraction des résidus organo-chlorés et de la matière grasse est simultanée. La séparation des résidus et de la matière grasse est essentiellement basée sur leurs différences de solubilité vis-à-vis de 2 solvants, tels que l'hexane et l'acétonitrile selon la méthode décrite par Venant et Borrel (1982).

La purification des composés organo-chlorés est ensuite réalisée sur colonne de 5 g de florisil (désactivé avec 2,5 % d'eau) avec élution par un mélange éther de pétrole-dichlorométhane dans les proportions 80-20 (Venant et Richou-Bac, 1981).

L'analyse qualitative puis quantitative est réalisée après injection dans un chromatographe en phase gazeuse équipé d'un détecteur à capture d'électrons (Girdel 3000 ou Varian 6000 série Vista avec injecteur automatique).

Jusqu'en 1985, ces chromatographes sont munis de 2 colonnes classiques de polarités différentes dont les conditions opératoires sont les suivantes :

1^{re} colonne : QF₁ 5 % sur chromosorb WAWDMCS 80-100 mesh

température de la colonne : 180°C ;

température de l'injecteur : 230°C ;

température du détecteur : 300°C

2^e colonne : DOW₁₁ 5 % sur chromosorb WAWDMCS 80-100 mesh

température de la colonne : 190°C ;

température de l'injecteur : 230°C ;

température du détecteur : 300°C

La longueur des colonnes est de 1,80 m, leur diamètre interne de 4 mm, le débit de gaz vecteur (azote U) de 30 ml/min, le volume injecté de l'échantillon à analyser est de 5 μl .

Le cas échéant, la confirmation des résultats se fait par injection sur colonne capillaire en silicone fondue de 25 m de long et de diamètre interne 0,32 mm. L'épaisseur de la phase stationnaire (SE 30 ou CP sil 8CB) est de 0,3 μm . Les conditions opératoires sont les suivantes :

température de la colonne : 180°C

température du détecteur : 300°C

débit du gaz vecteur : 2 ml/min

volume injecté : 2 μl

La surface des pics chromatographiques est mesurée par intégration au moyen d'un microprocesseur (ICAP 10, DS 654 Varian). Les résultats obtenus sont exprimés en $\mu\text{g/g}$ ou $\mu\text{g/kg}$ (selon le composé étudié) et calculés par rapport à la matière grasse lorsque ce taux est supérieur à 2 %.

Depuis 1985, le Varian 6000 série Vista est équipé de colonnes capillaires mégabores (DB 608, SPB 608) de longueur 30 m, de diamètre interne 0,53 mm et d'épaisseur de film 0,5 μm . Les conditions opératoires de la colonne sont les suivantes :

température de la colonne :

15 $^{\circ}\text{C/min}$ 12 $^{\circ}\text{C/min}$

140 $^{\circ}\text{C}$ (5 min) $\longrightarrow$ 170 $^{\circ}\text{C}$ $\longrightarrow$ 210 $^{\circ}\text{C}$

10 $^{\circ}\text{C/min}$ 5 $^{\circ}\text{C/min}$

210 $^{\circ}\text{C}$ $\longrightarrow$ 225 $^{\circ}\text{C}$ $\longrightarrow$ 230 $^{\circ}\text{C}$ (5 min)

débit du gaz vecteur : 4 ml/min;

volume injecté : 2 μl .

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont présentés dans le tableau I et les courbes marquant la décroissance sur les figures 1 et 2.

À la lecture de ces résultats, plusieurs constatations s'imposent : les concentrations des résidus de pesticides sont en général très faibles, voire non décelables. Ceci est particulièrement vrai pour les résidus de DDT (et isomères) pour lesquels aucune valeur positive n'a été retrouvée. Quant aux cyclodiènes et à l'HCB, les valeurs résiduelles moyennes sont très faibles, voire proches depuis 1986 de la limite de quantification.

Il est à noter qu'en 1971, ces moyennes résiduelles avaient atteint 0,100 $\mu\text{g/g}$ pour l'époxyde de l'heptachlore et 0,090 $\mu\text{g/g}$ pour la dieldrine pour décroître ensuite (Richou-Bac *et al*, 1972).

Tableau I. Résultats d'analyses des résidus de composés organochlorés dans les produits laitiers français. (µg/g (MG).

Années	Nb échantillons	Moyenne x Gamme G	HCB	HCH α	HCH β	HCH γ	HE	D	DDT et isomères	Nb échant. positifs	PCB Moyenne gamme
1975	1 630	x	0,040	0,040	0,038	0,040	0,040	0,028	ND	49	3,71
		G	ND – 0,172	0,006 – 0,226	ND – 0,163	0,007 – 0,421	ND – 0,293	ND – 0,178	ND – ND		0,100 – 20,70
1976	1 012	x	0,038	0,050	0,035	0,058	0,029	0,026	ND	273	1,8
		G	ND – 0,204	ND – 0,223	ND – 0,245	ND – 0,379	ND – 0,135	ND – 0,116	ND – ND		0,100 – 28,8
1977	882	x	0,028	0,042	0,038	0,042	0,029	0,025	ND	258	1,32
		G	ND – 0,100	ND – 0,195	ND – 0,190	ND – 0,150	ND – 0,097	ND – 0,098	ND – ND		0,100 – 6,90
1978	794	x	0,020	0,037	0,025	0,044	0,028	0,035	ND	273	0,975
		G	ND – 0,088	ND – 0,123	ND – 0,092	ND – 0,192	ND – 0,078	ND – 0,097	ND – ND		0,100 – 6,6
1979	559	x	0,020	0,036	0,030	0,045	0,017	0,028	ND	130	0,865
		G	ND – 0,160	ND – 0,177	ND – 0,200	0,010 – 0,157	ND – 0,171	ND – 0,132	ND – ND		0,100 – 4,6
1980	684	x	0,015	0,019	0,014	0,024	0,015	0,022	ND	90	0,407
		G	ND – 0,088	ND – 0,081	ND – 0,147	ND – 0,156	ND – 0,132	ND – 0,089	ND – ND		0,100 – 1,700
1981	500	x	0,019	0,020	0,013	0,024	0,012	0,024	ND	113	0,294
		G	ND – 0,104	0,006 – 0,116	ND – 0,085	0,007 – 0,363	ND – 0,087	ND – 0,131	ND – ND		0,100 – 1,517

1982	1 078	x	0,010	0,022	0,010	0,080	0,011	0,020	ND	235	0,415 0,100 – 3,9 1 cas à 5,3
		G	ND – 0,112	ND – 0,786	ND – 0,084	ND – 0,460	ND – 0,089	ND – 0,089	ND – ND		
1983	426	x	0,008	0,017	0,009	0,035	0,008	0,017	ND	72	0,358
		G	ND – 0,096	ND – 0,099	ND – 0,057	ND – 0,155	ND – 0,058	ND – 0,056	ND – ND		0,100 – 1,57
1984	219	x	0,032	0,016	0,009	0,060	0,010	0,010	ND	52	0,262
		G	ND – 0,080	ND – 0,182	ND – 0,100	ND – 0,192	ND – 0,053	ND – 0,068	ND – ND		0,100 – 0,84
1985	178	x	0,012	0,011	0,006	0,027	0,007	0,012	ND	30	0,264
		G	ND – 0,068	ND – 0,063	ND – 0,041	ND – 0,157	ND – 0,118	ND – 0,056	ND – ND		0,100 – 0,820
1986	176	x	0,006	0,006	0,004	0,020	0,006	0,008	ND	26	0,185 0,100 – 0,600 à 2,4
		G	ND – 0,046	ND – 0,026	ND – 0,025	ND – 0,051	ND – 0,116	ND – 0,051	ND – ND		
1987	200	x	0,005	0,003	0,004	0,016	0,006	0,006	ND	7	0,150
		G	ND – 0,042	0,006 – 0,020	ND – 0,034	0,007 – 0,060	ND – 0,053	ND – 0,048	ND – ND		0,130 – 0,300
1988	127	x	0,006	0,005	0,004	0,026	0,007	0,012	ND	6	0,130
		G	ND – 0,018	ND – 0,052	ND – 0,038	ND – 0,199	ND – 0,062	ND – 0,069	ND – ND		0,100 – 0,200
1989	91	x	0,005	0,003	0,005	0,024	0,005	0,009	ND	20	0,196
		G	ND – 0,021	ND – 0,015	ND – 0,027	ND – 0,092	ND – 0,054	ND – 0,073	ND – ND		0,100 – 0,430

ND < 0,005 µg/g pour HCB, HCH, HE, D; ND < 0,010 µg/g pour DDT et isomères; ND < 0,100 µg/g pour PCB.

Fig 1. Evolution de la contamination des produits laitiers par les résidus de pesticides organo-chlorés.

Decrease in contamination by organochlorine compound residues in French dairy products.

En ce qui concerne les résidus d'HCH, et en particulier de lindane (HCH γ) les moyennes retrouvées sont, en général, plus importantes que pour les autres résidus de pesticides. L'emploi, encore autorisé bien que limité, du lindane en est la principale raison (Venant *et al*, 1989).

Il faut noter une diminution du niveau de contamination malgré de légères augmentations variables selon les années et selon le composé recherché (figs 1 et 2). Cette diminution n'est pas identique pour tous les résidus de composés organo-chlorés. Ainsi le rapport de diminution est de 8 pour l'HCB, l'époxyde de l'heptachlore, l'HCH α et l'HCH β , de 3 pour la dieldrine et de 2 pour le lindane.

Une étude plus approfondie a été entreprise sur les résidus de lindane retrouvés dans l'ensemble des produits laitiers français analysés en 1988 par l'ensemble des

Fig 2. Evolution de la contamination des produits laitiers par les PCB.

Decrease in contamination by PCB residues in French dairy products.

laboratoires des Services vétérinaires, LCHA y compris, soit au total 869 échantillons. Les histogrammes de répartition des taux résiduels retrouvés sont présentés sur la figure 3. Ils nous montrent que la répartition des résultats ne suit pas une loi normale mais une loi de Poisson et que 50 % des échantillons possèdent une teneur résiduelle inférieure ou égale à 15 $\mu\text{g/kg}$ avec la plus faible proportion des échantillons retrouvés entre 0 et 5 $\mu\text{g/kg}$, c'est-à-dire inférieure ou égale à la limite de quantification. Seul 1 % des valeurs se trouve être supérieur à la teneur de 90 $\mu\text{g/kg}$ et aucune valeur n'est supérieure à la limite maximale de la CEE pour les résidus de lindane dans les produits laitiers, soit 200 $\mu\text{g/kg}$.

La valeur moyenne générale calculée sur ces 869 échantillons est de 18 $\mu\text{g/kg}$.

L'étude statistique montre que les valeurs supérieures à 90 $\mu\text{g/kg}$ sont des valeurs dites aberrantes. Elles ne font d'ailleurs pas varier la teneur moyenne globale compte tenu de l'erreur de la mesure et du petit nombre de résultats mis en cause (1%). Après retrait de ces valeurs, la moyenne calculée est de 16 $\mu\text{g/kg}$, résultat tout à fait comparable aux 18 $\mu\text{g/kg}$ cités précédemment.

Une autre étude a été entreprise afin de comparer les valeurs moyennes calculées pour chaque grande classe de produits laitiers. Du point de vue statistique, les résultats moyens retrouvés dans les laits UHT, stérilisés, ou pasteurisés (23 $\mu\text{g/kg} \pm 18$) ne sont pas significativement différents entre eux (risque : 5 %). Il en est de même pour les pâtes pressées cuites, non cuites ou à croûte fleurie (23 ± 15 $\mu\text{g/kg}$) ainsi

Fig 3. Contamination des produits laitiers français par le lindane en 1988.
Lindane contamination in French dairy products during 1988.

que pour les laits crus, les crèmes et les beurres ($16 \pm 12 \mu\text{g/kg}$). Pour ces 3 dernières classes, les moyennes sont significativement plus faibles que celles calculées pour les autres types de produits laitiers. En fait, ces teneurs moyennes sont très faibles et les écarts types calculés sont relativement élevés. Les différences retrouvées entre les classes étudiées (laits, pâtes pressées, fromages frais, crèmes, beurres) ne représentent pas une réalité analytique et l'on peut estimer que les teneurs moyennes citées précédemment sont identiques.

Quant aux polychlorobiphényles, ou PCB, leur contamination est accidentelle. Ces composés très lipophiles ont été détectés, pour la première fois, en 1975 dans les produits laitiers français (Richou-Bac et Venant, 1977) bien qu'ils aient été recherchés dans notre laboratoire dès 1972 (Richou-Bac *et al*, 1974).

Les dispositions réglementaires sévères prises sur leur limitation d'emploi ont eu des répercussions immédiates et la situation générale s'est très vite améliorée, mais il persiste dans la plupart des pays des zones plus contaminées que d'autres.

La présence des résidus de PCB dans les produits laitiers français date donc de 1975. Cette année-là, sur un total de 1 630 échantillons analysés, 2,8 % étaient contaminés. La moyenne exprimée par rapport à la matière grasse était de $3,7 \mu\text{g/g}$ avec des extrêmes atteignant $20,70 \mu\text{g/g}$. L'année suivante, 27 % des échantillons étaient contaminés avec une moyenne plus basse de $1,8 \mu\text{g/g}$ et des extrêmes atteignant $28,8 \mu\text{g/g}$. Les années suivantes, les valeurs moyennes et les extrêmes allaient en décroissant et se sont aujourd'hui nettement améliorés (fig 2), mais les zones contaminées étaient et sont encore localisées aux régions du Centre, du Centre-Est, du Massif Central et Rhône-Alpes (fig 4).

Sur le plan international deux normes existent, fixées d'une part par l'Office fédéral de la santé publique suisse et d'autre part par les Etats-Unis, ayant pour valeurs respectives $0,5 \mu\text{g/g}$ et $1,5 \mu\text{g/g}$ de matière grasse.

Aucun échantillon examiné en 1989 ne dépasse la valeur la plus sévère ($0,5 \mu\text{g/g}$) en France.

Les résultats indiqués ci-dessus ne diffèrent pratiquement pas des quelques données fournies lors des études entreprises par Steinwandter et Brune (1984), Fytianos *et al* (1985), Pines *et al* (1988), Frank et Braun (1989) et Dogheim *et al* (1990).

Steinwandter et Brune (1984) en Allemagne nous indiquent que les teneurs en résidus de composés organo-chlorés ont régressé dès 1978. Les mêmes valeurs en 1982 sont toutes inférieures à 10 % des limites autorisées (à l'exception du l'HCH) et ne dépassent pas à cette date $20 \mu\text{g/kg}$. Dogheim *et al* (1990) en Egypte nous présentent les résultats obtenus lors d'un programme de surveillance réalisé en 1985-1986; les valeurs sont beaucoup plus élevées que celles présentées ici et peuvent atteindre $4 \mu\text{g/g}$ pour l'HCH β et $0,8 \mu\text{g/g}$ pour le pp'DDD. Frank et Braun (1989) au Canada, étudient la contamination du lait par les résidus de DDE et de PCB provenant de l'Ontario et trouvent des valeurs résiduelles moyennes en PCB inférieures à $100 \mu\text{g/kg}$ en 1970-1971, 1977, 1983, 1985-1986 et une valeur moyenne de $115 \mu\text{g/g}$ en 1973. L'écart type nous indique une grande dispersion des résultats. En ce qui concerne le DDE, les valeurs retrouvées en 1970-1971 sont relativement élevées avec une valeur moyenne de $90 \mu\text{g/kg}$. Cette même valeur moyenne était de $16 \mu\text{g/kg}$ en 1985-1986. En Israël, Pines *et al* (1988) étudient la contamination du lait entre 1976 et 1986 et constatent une diminution significative des valeurs résiduelles retrouvées pour le DDT, le lindane, la diel-

Fig 4. Pollution des produits laitiers par les PCB. Répartition géographique année 1989.
PCB contamination in French dairy products during 1989: regional distribution.

drine et l'époxyde de l'heptachlore, diminution moins importante pour les PCB. Les valeurs les plus élevées détectées en 1976 concernaient le DDT avec $4,4 \mu\text{g/g}$. En 1986, tous les résultats obtenus sont

inférieurs à $5 \mu\text{g/g}$. Fytianos *et al* (1985) en Grèce montrent que la contamination principale des produits laitiers est due à l'HCH avec toutefois des résidus de 30 ng/g pour le DDT.

Quoi qu'il en soit, les valeurs résiduelles retrouvées dans les produits laitiers français sont tout à fait comparables à celles retrouvées dans les autres pays, bien que nous n'ayons jamais décelé de résidus de DDT (et isomères) dans les échantillons analysés.

Malgré cette situation très favorable et des teneurs moyennes résiduelles nettement inférieures aux limites maximales résiduelles, une surveillance s'impose et demeure indispensable.

RÉFÉRENCES

- Anonyme (1982) J Off Répub Fr, 4 mai 1982, 438
- Dogheim SM, Nasr EN, Almaz MM, El-Tohamy MM (1990) Pesticide residues in milk and fish samples collected from two Egyptian governorates. *J Assoc Off Anal Chem* 73, 19-21
- Frank R, Braun E (1989) PCB and DDE residues in milk supplies in Ontario, Canada 1985-1986. *Bull Environ Contam Toxicol* 42, 666-669
- Fytianos K, Vasilikiotis G, Weil L, Kavlandis E, Laskaridis N (1985) Preliminary study of organochlorine compounds in milk products, human milk and vegetables. *Bull Environ Contam Toxicol* 34, 504-508
- Pines A, Cucos S, Grafstein O, Lemesch C (1988) Changing patterns of cow's milk contamination with organochlorine compounds in Israël (1976-1986). *Bull Environ Contam Toxicol* 40, 94-101
- Richou-Bac L, Venant A (1977) Contamination des produits laitiers par les diphényles polychlorés. *Bull Acad Vét Fr* 50, 205-221
- Richou-Bac L, Mollet MF, Pantaleon J (1972) État actuel de la contamination des produits laitiers par les résidus de pesticides organochlorés. *Bull Acad Vét Fr* 45, 131-146
- Richou-Bac L, Mollet MF, Restuit-Venant A, Pantaleon J (1974) Données récentes sur la contamination des produits laitiers français par les composés organo-chlorés. *Bull Acad Vét Fr*, 47, 380-390
- Steinwandter H, Brune H (1984) Rückstände von organischer Chlorverbindungen in Milchzeugnissen in Hessen von 1978-1982. *Z Lebensm Unters Forsch* 178, 468-470
- Venant A, Richou-Bac L (1981) Contamination des produits laitiers français par les résidus de composés organo-chlorés. *Lait* 61, 619-633
- Venant A, Borrel S (1982) Méthode rapide pour la détermination des résidus de composés organo-chlorés dans les produits laitiers et les graisses animales. *Analisis* 10, 333-335
- Venant A, Borrel S, Mallet J, Gillon E (1989) Évolution de la contamination des denrées d'origine animale par les résidus de pesticides et de diphényles polychlorés, *Sci Alim* 9, 473-489