



n° 6949

# ABORD EPIDEMIOLOGIQUE DES CONSEQUENCES DE LA DISTRIBUTION D'EAU FLUOREE EN MEUSE



THÈSE PRESENTÉE ET SOUTENUE  
PUBLIQUEMENT LE 30 MARS  
1979, POUR OBTENIR LE GRADE  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE PAR  
Marc BOINETTE, NE LE 3 JUIN  
1953 A BAR-LE-DUC (MEUSE).

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. SENAULT, Professeur	.....	Président
MANCIAUX, Professeur		} juges
STRICKER, Professeur Agrégé		
DESCHAMPS, Professeur Agrégé		

## AVANT-PROPOS

En nous engageant dans les travaux qui devaient nous conduire à cette thèse, nous voulions d'abord approfondir un problème de santé publique touchant le Département de la Meuse : un foyer d'endémie fluorique d'origine hydrique.

L'itinéraire capricieux de cette recherche nous a amené à aborder diverses questions non médicales sur lesquelles un certain nombre de travaux avait déjà été effectué par différents organismes. Il est possible de voir dans cette orientation de la recherche, le témoignage de l'intérêt croissant que l'homme porte à **son** environnement et à **sa** santé.

Cette thèse ne peut avoir la prétention de faire à elle seule le point sur la fluorose dans sa globalité ; une abondante littérature traite déjà de ce sujet.

Rapidement nous avons ressenti la complexité de ce problème. L'origine de cette fluorose a trouvé aujourd'hui une explication scientifique, mais ses conséquences dans le cadre de la santé publique étant multiples, nous ne pouvions toutes les appréhender dans cet ouvrage.

Nous nous sommes limités à l'étude de la pathologie humaine et à l'influence du fluor sur la qualité chimique de la production laitière.

Notre but, dans ce travail, était l'établissement d'une liaison statistique, entre pathologie observée et présence d'un excès de fluor dans l'eau.

Ne nous trouvant pas en situation expérimentale, cette liaison statistique ne pouvait sans autres arguments être interprétée dans le sens causal. Ces arguments nous ont été fournis par la littérature ; il s'agit d'une part, d'enquêtes épidémiologiques effectuées sur des problèmes similaires, d'autre part, de la considération des aspects cliniques de la fluorose humaine.

Nous les avons réunis dans la première partie de cette thèse.

## INTRODUCTION

### 1/ Généralités

Le fluor est un métalloïde appartenant au groupe des halogènes, qui à l'état pur et à la température ordinaire est un gaz vert jaunâtre, chimiquement très actif. Il se combine à de nombreux métaux usuels, d'où la grande difficulté de l'isoler. C'est seulement en 1886, qu'Henri MOISSAN réussit cet isolement par l'électrolyse de l'acide fluorhydrique pur et sec. Cependant, la fluoration naturelle des eaux avait déjà été rapportée par BERZELIUS (1822) qui signalait une concentration de 3,2 ppm\* de fluor dans les eaux de CARLSBAD (République Fédérale Allemande).

### 2/ Historique des recherches du fluor dans l'eau en EUROPE à partir de 1945

La présence de fluor dans les eaux est un phénomène naturel, banal constaté sur les cinq continents. De nombreuses études lui ont été consacrées.

Ainsi, pour ne parler que des plus récents, en EUROPE, il faut citer :

- BREDMANN en 1956 (20) qui procéda en ALLEMAGNE et en SCANDINAVIE à une vaste revue des études sur la teneur en fluor dans l'eau.

- TOMIC en 1958 (90) qui analysa 70 eaux en CROATTE (39 échantillons contenaient moins de 0,1 ppm).

- **HEISMANN** et MARTIN en GRANDE BRETAGNE, de 1950 à 1959 (49) montrèrent que l'eau contenant de 1,8 à 5,8 ppm de fluorure était consommée par deux cent cinquante mille personnes.

\*

ppm = partie par million équivalent au mg/l.

- - HENCKEL en 1961 (51) étudia les eaux de la THURINGE (3 300 échantillons).
- La même année, WARE (93) en FINLANDE, analysa 2 764 eaux. (Les teneurs trouvées variaient de 0 à 5 ppm).
- NATVIG et VILHELMOSEN en 1963 (67) analysèrent 657 eaux de boisson en NORVEGE.
- En U.R.S.S. sur 968 échantillons analysés provenant de la République de TCHOUVACHIE, 87% avaient une teneur en fluorure inférieure à 0,5 ppm.
- En 1966, le Ministère National de la Santé de SUEDE, montra par son relevé cartographique que les teneurs des eaux en fluorure variaient de 0 à 10 ppm.
- La Faculté Dentaire de STRASBOURG (44) réalisa en 1972, plus de deux cents prélèvements sur les eaux de boisson françaises. Six présentaient une teneur en fluorure supérieure à 1 ppm.
- Enfin, en 1974, M. MINARD exposa devant les membres de la Section des Eaux du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique, le résultat de ses travaux portant sur la teneur en fluor des eaux françaises des villes de plus de 20 000 habitants.

Malgré ces travaux, il n'existe pas encore de relevé complet des taux de fluorure de toutes les eau d'alimentation en France.

En effet, le fluor est recherché dans les eaux profondes et les eaux de source, lorsque celles-ci sont suspectes d'être atteintes par un phénomène naturel d'enrichissement en fluor. Pour les eaux superficielles, on ne dispose que de l'inventaire de la pollution édité tous les 5 ans par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie qui fournit un certain nombre de mesures du taux de fluor dans l'eau. Mais cette recherche n'est pas réalisée systématiquement sur tous les prélèvements.

La fluorose est due à un apport excessif souvent hydrique d'ion fluor. Elle peut se définir comme étant l'état pathologique secondaire à l'accumulation des ions fluor dans l'organisme. Elle touche essentiellement le squelette.

Ce tropisme du fluor pour celui-ci avait déjà été observé par CARNOT (26 bis) en 1892. Il remarqua à cette époque que les os fossiles s'enrichissaient en fluor avec le temps, sous l'action de l'eau chargée en cet élément.

La fluorose qui fait l'objet de notre étude reconnaît également une origine hydrique.

### 3/ Découverte du fluor en Meuse

En 1974, l'hypothèse d'une fluorose fut émise en Meuse, devant la fréquence des anomalies dentaires et des taches sur l'émail des dents des enfants de deux cantons : ETAIN et SPINCOURT.

Très rapidement, l'eau apparut être l'élément commun à ces collectivités atteintes. La recherche systématique de cet halogène dans le réseau d'alimentation en eau a été réalisée dans le cadre de l'actualisation ou de la mise en place des périmètres de protection des captages à partir de 1974. Des taux très importants de fluor (supérieurs à 11mg/l.) furent ainsi objectivés au niveau de certaines communes de ces cantons (la liste exhaustive est publiée dans le chapitre "foyer d'endémie").

Devant ce constat, les autorités ont décidé de procéder à une étude du phénomène dans sa globalité.

Une recherche sur les origines du fluor dans les eaux profondes a été effectuée par le B.R.G.M. (73). Ce travail a permis d'élaborer un schéma type.

La Direction Départementale de l'Agriculture a réalisé une étude portant sur les différentes possibilités de rendre l'eau-potable.

Sur le plan médical, la population atteinte fut invitée par l'antenne du Centre de médecine préventive, située à VERDUN à passer un examen systématique. Il lui fut ajouté une étude spéciale portant sur la pathologie du propre fluor.

Il faut noter également qu'un cas d'atteinte médullaire d'un habitant de la zone fluorée a fait l'objet d'une communication de Madame REGENT et COLL, à la société de rhumatologie du Nord-Est (69).

Ces faits témoignent de la gravité du problème qui touche 6 communes de ces 2 cantons.

Les études médicales réalisées jusqu'ici étaient axées sur la description de la pathologie clinique.

Ce constat descriptif appelle une nouvelle enquête dont le but est d'affirmer le rôle du fluor comme facteur étiologique.

#### 4/ Les effets pathologiques du fluor (bref rappel historique)

La recherche des effets pathologiques du fluor sur l'organisme a fait l'objet de travaux déjà anciens.

Au niveau des dents, cette pathologie fut décrite en 1901 par le Docteur EAGER (40) qui examinait les émigrants de NAPLES, MAC KAY en 1908 (18) constatait les mêmes liaisons qu'EAGER à COLORADO SPRINGS.

Il fut le premier à établir un rapport entre la présence des taches sur les dents et la qualité de l'approvisionnement en eau de consommation. CHÜRCHILL en 1931 confirma l'existence de fluor au taux de 2,5 mg/l. dans l'eau de boisson de COLORADO SPRINGS.

Plus tard, DEAN par ses importants travaux découvrit les conditions d'apparition des taches sur l'émail et fournit le premier la preuve catégorique de l'action protectrice du fluor en matière de carie dentaire (29, 30, 31, 32, 33 à 38).

Des études comparatives aux U.S.A. et au Canada ont été entreprises plus tard pour affirmer cette action.

A la suite de ces observations, les eaux de distribution de diverses communautés américaines furent fluorées. Depuis cette fluoration s'est largement étendue à tous les U.S.A. où en 1966, 64,4 millions d'américains étaient desservies par des eaux fluorées. Rapidement, d'autres pays dans le monde les imitèrent.

Nous avons dressé en fin du paragraphe le bilan de la fluoration artificielle dans le monde.

Mais le fluor n'est pas uniquement actif au niveau des dents. Son action s'exerce aussi sur le système ostéoarticulaire où il provoque une augmentation de la minéralisation. A des doses plus importantes (supérieures à 2 millimoles par jour), les déformations osseuses peuvent avoir un retentissement sur le système nerveux. De même, le fluor est toxique à très fortes doses (supérieure à 0,1 mole par jour). La dose mortelle se situe à 0,25 mole par jour.

La biochimie cellulaire est également modifiée par la présence de cet halogène qui peut troubler le fonctionnement de certains enzymes.

La pathologie générale secondaire à l'absorption d'eau fortement fluorée (4 à 8 ppm) a aussi fait l'objet d'enquêtes très sérieuses aux U.S.A. et nous ne citerons que LEONE et COLL (1954) et GEEVER et COLL (45 et 46).

Mais des enquêtes similaires ont été effectuées dans le reste du monde (Ukraine, Sahara, Inde, Ceylan, Chine, Japon, Arabie Saoudite).

Il nous est apparu essentiel de rappeler en fin de la première partie, les résultats des enquêtes effectuées aux U.S.A., car,

- D'une part, la compétence des enquêteurs, le nombre des sujets examinés, la précision des recherches, la durée des études et la validité des témoins utilisés font que ces études de grande envergure, offrent des résultats fiables et indiscutables.

- D'autre part, parce que les conditions régnant en Amérique du Nord, régime alimentaire, niveau d'hygiène, distribution régulière de l'eau par un bon réseau d'adduction, climat tempéré, sont plus comparables aux nôtres que celles régnant en Inde-et étudiées par SINGH et COLL. (82, 83, 84).

Enfin, les travaux de GALAGAN et de LAMSON en 1953 (43) ont souligné l'importante notion d'apport d'ions fluor. Ils ont précisé également le rôle d'autres facteurs, comme la température moyenne annuelle, le mode de vie, et les habitudes alimentaires. En outre, les travaux de SCHOUR et de MASSLER en 1947 (78) ont **mis** en évidence le rôle de la malnutrition.

## 5/ Hypothèses de travail

A la lumière de ces notions historiques, nous avons cherché à réunir dans cet ouvrage, les connaissances utiles sur le plan médical, législatif et épidémiologique.

La première hypothèse à vérifier était l'existence du rapport de cause à effet entre exposition et pathologie observée. Mais dans cette hypothèse, il fallait éviter le double risque de négliger l'effet toxique de forte dose de fluorures et à l'inverse d'imputer indûment à ceux-ci une pathologie d'autres natures. Dans ce but, nous avons réalisé une étude comparative portant sur la pathologie de la population exposée et sur la pathologie d'une population témoin de caractère analogue.



Cette comparaison porte sur :

- Les atteintes de l'appareil ostéoarticulaire.
- Les atteintes dentaires.
- La fréquence de la pathologie thyroïdienne et neurologique.
- La répartition des taux de phosphatases alcalines.
- Le retentissement psychologique dans la population.

Comme il est fréquent dans ce genre de problème, l'étiologie n'est pas unifactorielle. Nous avons essayé dans la mesure du possible de cerner le rôle de chacun des facteurs intervenant.

Les manifestations du fluor sont-elles limitées aux humains ?

Cet halogène est-il actif aussi chez les animaux ?

Cette action méritait d'être vérifiée. Nous avons abordé ce problème par l'analyse de la production laitière bovine. Ainsi, les origines autres qu'hydriques du fluor, le rôle de la saison, les conséquences de l'absorption des fluorures sur la production laitière sont autant d'hypothèses que le dosage du fluor libre dans le lait nous a permis d'étudier.

#### 6/ Présentation du travail

Nous avons divisé ce travail en trois parties :

- La première est un rappel des différents éléments nécessaires à la compréhension du problème. En effet, avant d'envisager cette fluorose, il n'est pas inutile d'avoir une connaissance claire du métabolisme de l'ion fluorure sur le corps humain. Nous soulignons en fin de chapitre, l'importante notion de dose totale.

Les résultats d'enquêtes portant sur le rôle prophylactique du fluor et sur les rôles pathologiques de fortes doses de F sont rappelées dans le second chapitre.

Enfin, à la veille de la décision qui permettra de fluorer artificiellement les eaux d'alimentation en France, dans un but prophylactique, un rappel des législations portant sur le taux des fluorures admis dans les eaux de divers pays, ainsi que les recommandations des organismes internationaux se sont révélés des éléments important à considérer. Nous les avons réunis dans le troisième chapitre.

La seconde partie est une description de la fluorose meusienne. Elle est divisée en deux chapitres.

Nous envisageons dans le premier, la situation précise du foyer d'endémie, en insistant particulièrement sur les éléments géologiques et hydro-géologiques qui permettront de situer plus facilement les origines du phénomène.

Le second chapitre est composé de **2** études comparatives.

L'une porte sur la pathologie humaine observée dans la zone fluorée (ETAIN et SPINCOURT) et dans une zone témoin (STENAY et MONIMÉDY).

L'autre étudie la production laitière.

La troisième partie rassemble les conclusions.

·

# TROISIEME PARTIE"

## CONCLUSIONS

Il existe bien un foyer reconnu de fluorose endémique dans le canton d'ETAIN. L'étude épidémiologique de ces manifestations constitue notre travail ; il correspond à la partie médicale du bilan investigatif qui s'imposait face à ce problème de santé publique,

Après le rappel de toutes les données principales de la littérature, sur le métabolisme du fluor, nous dressons l'inventaire descriptif du foyer avant de présenter notre enquête. Nous avons opéré sur le terrain avec des outils globaux qui ont tenu compte de l'interaction complexe des divers phénomènes dans les communautés. Dans ce cadre, nous avons dû admettre beaucoup d'entropie. Néanmoins, nous avons démontré la relation causale existant entre hypoplasie dentaire et fluor dans l'eau. Nous avons également déterminé les valeurs limites correspondant, l'une à l'absence certaine, l'autre à l'apparition des premiers signes sérieux d'hypoplasie dentaire. L'excès de fluor dans l'eau a aussi des conséquences sur tout le biotope, comme en témoigne la variation de la qualité chimique du lait.

L'utilité du travail épidémiologique ne se manifestant qu'au moment où on cesse de le faire, la prophylaxie de cette fluorose doit maintenant être envisagée,

Elle relève d'un travail d'équipe :

- surveillance de la qualité des eaux par le biochimiste,
- neutralisation de l'eau fluorée par les ingénieurs et les géologues,
- éducation sanitaire de la population par les médecins et dentistes de la région.

Plusieurs procédés ont été étudiés pour neutraliser le fluor :

- mélange des eaux (avec une eau à faible teneur en fluor),
- adduction d'eau à partir d'une commune voisine,
- forage d'un nouveau puits pour exploiter une autre nappe aquifère,
- utilisation de chelateur du fluor (sulfate d'alumine) .

Les effets du fluor sur les dents des enfants étant irréversibles, il est indispensable d'envisager rapidement une solution à ce problème.

Comme l'affirme l'O.M.S., "la fourniture d'eau de boisson potable à une population, modifie sa situation sanitaire plus qu'aucune mesure". **Dans** les pays dits "développés", cette vérité ne devrait-elle pas être aussi une réalité ?

AVANT PROPOS .....	2
INTRODUCTION I	
1. Généralités .....	3
2. Historique .....	3
3. Découverte du fluor en Meuse .....	5
4. Effets pathologiques du fluor .....	6
5. Hypothèses de travail .....	8
6. Présentation du travail .....	10
PREMIERE PARTIE -METABOLISME DU FLUOR ET SES EFFETS TOXIQUES.	
1 -STRUCTURE CHIMIQUE DU FLUOR .....	12
II -LES SOURCES DU FLUOR. ....	12
2.1. Naturel .....	12
2.1.1. Les minéraux -roches et sols .....	12
2.1.2. Les eaux .....	13
2.1.2.2. Eaux de pluies .....	13
2.1.2.3. Eaux minérales .....	14
2.1.2.4. Eaux thermales .....	14
2.1.3. Volcans -fumerolles -vents .....	15
2.1.4. Aliments .....	15
2.1.4.1. Abats .....	15
2.1.4.2. Viandes .....	15
2.1.4.3. Poissons .....	15
2.1.4.4. Oeufs .....	16
2.1.4.5. Agrumes .....	16
2.1.4.6. Céréales .....	16
2.1.4.7. Légumes et tubercules .....	16
2.1.4.8. Divers .....	17

2.2.	Artificiel .....	17
2.2.1.	Sources industrielles .....	17
2.2.2.	Pesticides .....	17
2.2.3.	Médicaments .....	17
III	<u>L'ABSORPTION DU FLUOR</u> .....	18
3.1.	Absorption digestive .....	18
3.1.1.	Facteurs influençants .....	18
3.2.	Absorption pulmonaire dentaire .....	18
IV	<u>REPARTITION DES FLUORURES</u> .....	19
4.1.	Fluorure du plasma .....	19
4.2.	Fluorure dans les tissus mous .....	21
4.3.	Fluorémie maternelle et foetale .....	21
4.4.	Teneur en fluorure dans le lait. la salive. le li- quide céphalo-rachidien .....	21
4.5.	Répartition du fluor dans les tissus calcifiés ...	21
4.5.1.	Intensité de l'absorption .....	22
4.5.2.	Incorporation au niveau de l'os .....	22
4.5.2.1.	Variation de la teneur en fonction de la croissance .....	23
4.5.2.2.	Influence de la vasculairisation ..	23
4.5.3.	Au niveau des dents .....	23
4.5.4.	Au niveau des autres tissus .....	24
4.5.5.	Répartition dans le placenta et le foetus .	24
V	<u>EXCRETION DES FLUORURES</u> .....	24
5.1.	Excrétion urinaire .....	24
5.1.1.	La régulation est encore mal connue .....	25

5.1.1.1.	Exposition régulière .....	25
5.1.1.2.	Exposition irrégulière et faible .....	25
5.1.2.	Les mécanismes .....	26
5.2.	Autres excrétions .....	26
5.2.1.	Élimination sudorale .....	26
5.2.2.	Desquamations <sup>■</sup> ongles, cheveux .....	26
5.2.3.	Élimination fécale .....	27
5.2.4.	Excrétion dans la salive et les larmes .....	27
5.2.5.	Excrétion par le lait .....	27
VI	<u>EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE FAIBLES DOSES DE FLUORURES</u> .....	28
6.1	■ Interrelations métaboliques des fluorures <u>■</u> Métabo- lisme général .....	28
6.1.2.	Fluorure et métabolisme minéral .....	28
6.1.2.1.	Calcium .....	28
6.1.2.2.	Strontium .....	28
6.1.2.3.	Magnésium .....	29
6.1.2.4.	Action des fluorures sur le métabolisme des phosphates et sulfates .....	29
6.2.	Influence du fluor sur le squelette de l'homme .....	29
6.3.	Les fluorures au niveau de la bouche .....	30
6.3.1.	Effets des fluorures sur la forme et la taille des dents .....	30
6.3.2.	Action des fluorures sur la carie dentaire ....	31
VII	<u>EFFETS TOXIQUES DES FORTES DOSES DE FLUORURES</u> .....	31
7.1.	Intoxication aiguë .....	31
7.2.	Action des concentrations toxiques prolongées .....	31
7.2.1.	Au niveau de l'émail dentaire .....	31



7.2.1.1.	Microscopiquement .....	32
7.2.1.2.	Macroscopiquement .....	32
7.2.1.3.	Email en formation .....	34
7.2.2.	Effet toxique sur le squelette .....	34
7.2.2.1.	Manifestations cliniques précoces .....	34
7.2.2.2.	Altérations macroscopiques du squelette .....	35
7.2.2.3.	Altérations radiologiques .....	36
7.2.2.4.	Histopathologie .....	36
7.2.2.5.	Chimie de l'os fluorotique .....	36
7.2.4.	Effet sur les reins .....	37
7.2.5.	Intoxications aiguës .....	37
7.2.6.	Effet endocrinien .....	38
7.2.6.1.	Effets sur la thyroïde .....	38
7.2.6.2.	Effets sur les parathyroïdes .....	38
7.2.7.	Fluor et allergie .....	38

**VIII NOTION DE DOSE ET CONCLUSIONS ..... 39**

**RAPPEL DES CONCLUSIONS DES ENQUETES COMPARATIVES PORTANT SUR L'ACTION  
PROPHYLACTIQUE DU FLUOR ET SUR LES EFFETS PATHOLOGIQUES A FORTES DO-  
SES ..... 41**

1.	Pathologie secondaire à l'absorption d'eau fortement fluorée naturellement .....	42
2.	Action prophylactique des fluorures sur la carie dentaire .....	46
3.	Bilan actuel de la fluoruration des eaux .....	46

**RAPPEL DES DIFFERENTES LEGISLATIONS ET DES NORMES RECOMMANDEES PAR OR-  
GANISMES INTERNATIONAUX ..... 48**

1.	Normes recommandées par l'O.M.S. ....	49
----	---------------------------------------	----

2. Normes recommandées par le conseil de la communauté européenne .....	51
2.1. Qualités des eaux superficielles .....	51
2.2. Eaux d'alimentation .....	52
3. Normes fixées par la France .....	53
3.1. Qualité des eaux superficielles .....	53
3.1.1. Objet .....	53
3.1.1.1. Qualité de l'eau .....	53
3.1.1.2. Vocations pour les cows-d'eau .....	54
3.1.1.3. Propositions d'objectifs de qualité .....	54
3.1.2. Valeur des paramètres déterminant les niveaux de qualité .....	55
3.2. Eaux d'alimentation .....	55
4. Normes dans les différents autres pays .....	56
4.1. U.S.A. ....	57
4.2. CANADA .....	58
4.3. U.R.S.S. ....	58

## DEUXIEME PARTIE

I LE FOYER D'ENDEMIE .....	60
1. Situation géographique et géologique .....	61
1.1. Situation générale .....	61
1.2. Aperçu géographique de la Meuse .....	61
1.3. Description des formations géologiques .....	61
1.4. Hydrogéologie du Département .....	64
1.4.1. Les nappes alluviales des sables et des graviers .....	65
1.4.2. Les nappes importantes des calcaires profonds .....	65
1.4.3. Les nappes des calcaires de l'Argovo-rauracien .....	65
1.4.4. Les nappes des calcaires du Kimméridgien .....	65
1.4.5. Les nappes des calcaires du Séquanien .....	65
1.4.6. Les nappes du Crétacé inférieur .....	65

2.	Le foyer d'endémie .....	65
2.1.	Situation géographique .....	65
2.1.1.	Climat .....	65
2.1.2.	Végétation .....	66
2.2.	Description géologique .....	66
2.2.1.	Le Bathonien supérieur .....	66
2.2.2.	Le Bathonien inférieur .....	67
2.2.3.	Le Callovien .....	67
2.2.4.	Le Bajocien .....	67
2.2.5.	L'Aalémien .....	67
3.	Hydrogéologie .....	68
4.	Alimentation en eau .....	69
11	L'ORIGINE DU PHENOMENE .....	73
	Rapport J. RICOÛR .....	75
	Actualisation .....	76
ETUDE COMPARATIVE SUR LA PATHOLOGIE DE DEUX POPULATIONS "MAINES.....		77
1.	Introduction .....	78
2.	Matériel et technique .....	79
3.	Limites du problème .....	79
4.	But - Méthodes et définition des critères .....	79
5.	Résultats .....	84
5.1.	Structure des groupes .....	84
5.2.	Etude de la pathologie ostéo-articulaire .....	85
5.2.1.	Fréquence des réponses aux questions .....	85
5.2.2.	Variation en fonction de la quantité journalière .....	86
5.2.2.1.	Comparaison groupes 1-2 .....	86
5.2.2.2.	Comparaison groupes 1-3 .....	86

5.2.2.3.	Fréquence des réponses dans chaque tran- che d'âge .....	86
5.2.2.4.	Comparaison 1-3 tous sexes confondus .....	87
5.2.2.5.	Calcul du risque étiologique .....	87
5.2.3.	Variation des manifestations ostéoarticulaires avec l'âge des sujets .....	88
5.2.3.1.	Rôle de l'âge dans la variation de fré- quence de réponse aux questions .....	88
5.2.4.	Conclusions .....	89
5.2.5.	Etude des antécédents ostéo-articulaires .....	90
5.3.	Evaluation de la dose journalière absorbée .....	92
5.4.	Etude des manifestations dentaires .....	92
5.4.1.	Etude de l'hypoplasie dentaire .....	92
5.4.1.1.	Etude de la <b>fréquence</b> .....	92
5.4.1.2.	Etude de la gravité .....	93
5.4.1.3.	Etude de la variation concoumittante .....	96
5.4.1.3.1.	Liaison note d'hypoplasie den- taire et dose de fluor chez les homes .....	96
5.4.1.3.2.	Liaison note d'hypoplasie den- taire et dose de fluor chez les femmes .....	97
5.4.1.3.3.	Estimation de la corrélation - degré d'hypoplasie par rapport à la dose de fluor tous <b>âges</b> et sexes confondus .....	99
5.4.1.3.3.1.	Estimation de la droite de régression .....	99
5.4.1.3.3.2.	Comparaison portant sur la pente .....	99
5.4.1.3.3.3.	Calcul de la dose moyenne de fluor correspondant au degré d'hypoplasie 0 .....	100

5.4.2.	Etude de la carie dentaire .....	100
5.4.2.1.	Variation de l'indice C.A.O. ....	100
5.4.2.2.	Etude des corrélations indice C.A.O. et dose de fluor .....	101
5.5.	Etude de la pathologie thyroïdienne .....	102
5.6.	Etude de la pathologie neurologique .....	102
5.7.	Etude de la répartition des phosphatases alcalines en fonction de l'âge et des groupes .....	104
5.8.	Retentissement psychologique de la fluorose .....	104
5.8.1.	Variation en fonction des communes .....	104
5.8.2.	Variation en fonction de l'hypoplasie dentaire ...	105
6.	Conclusions .....	106
ETUDE COMPARATIVE PORTANT <b>SUR</b> LA PRODUCTION LAITIÈRE .....		109
1.	Généralités .....	110
2.	Matériel et technique .....	110
3.	Résultats .....	112
4.	Discussion .....	114
4.1.	Observation des résultats .....	114
4.2.	Exploitation des résultats .....	114
4.2.1.	Exploitation des résultats de la première en- quête (en hiver) .....	114
4.2.1.1.	Comparaison des concentrations en fluor entre communes .....	115
4.2.1.2.	Influence du complément de nourriture .....	115
4.2.1.3.	Calcul des concentrations moyennes par communes .....	117
4.2.2.	Exploitation des résultats de la seconde enquête (en été) .....	117
4.2.2.1.	Calcul des concentrations moyennes par com- munes .....	117

4.2.2.2.	Rôle de la saison .....	118
4.2.2.3.	Rôle de l'eau fluorée en été .....	120
4.2.2.4.	Influence des engrais .....	120

5.	Conclusions .....	121
----	-------------------	-----

TROISIEME PARTIE	- CONCLUSION GENERALE .....	122
------------------	-----------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE