

## EXISTENCE ET CAUSES DES FLUOROSSES HUMAINES DANS LA REGION D'EL-OUED.

par B. AZOUT\* et J. ABRAHAM

### INTRODUCTION.

Le fluor est un élément universellement répandu dans la croûte terrestre puisque selon MITCHELL et EDMAN (9), il représenterait le tiers de phosphore minéral. Sa présence dans les tissus animaux est connue depuis les travaux de GAY-LUSSAC et BETHOLLET qui datent de 1805.

L'action du fluor est complexe; il joue tout d'abord un rôle important dans l'insolubilisation des dépôts de phosphate et apparaît avoir une participation essentielle dans leur préservation dans le sol au cours des âges (MITCHELL et EDMAN, 9). Par ailleurs, il est parfois considéré comme un oligoélément indispensable encore que la démonstration n'en ait pas été faite sur animaux.

De nombreuses enquêtes épidémiologiques réalisées sur l'homme ont montré un effet favorable certain sur la diminution du nombre de caries dentaires au point que la fluoration de l'eau est pratique courante dans de nombreuses villes étrangères.

Mais dans le Sud-Est algérien, le problème préoccupant se situe bien au-delà puisque c'est la toxicité découlant de l'ingestion de quantité excessive de fluor qui préoccupe aussi bien le nutritionniste que l'agronome.

La fluorose endémique d'origine alimentaire (DARMOUS), affecte en effet une bonne partie des hommes et des animaux domestiques du Sud du pays.

C'est là une conséquence directe de l'existence de gisements de phosphate: selon SWAINE (11), ceux-ci contiennent environ 30.000 ppm de cet halogène avec un écart type de 8.000 pour 13 échantillons. Nos propres observations (AZOUT, 1972 (1)), confirment ces résultats: dans des phosphates de Djebel Onk (Tébessa), 63 % de phosphate tricalcique, 16,2 % de carbonate de calcium et 5,9 % de fluorure de calcium ce qui correspond à 29.000 ppm de fluor ont été trouvés. Ils sont d'ailleurs représentatifs de la production mondiale (28.000 ppm $\pm$ 12), valeur estimée à partir de 500 données (individuelles, moyennes ou extrêmes), représentées par cet auteur.

---

\* Institut National Agronomique, Department de Technologie et de Nutrition - El Harrach - Alger.

Les effets néfastes de la fluorose ont d'ailleurs été pour la première fois mis en évidence dans le Sud du Magreb et en particulier en Algérie par VELU (13, 14, 15, 16, 17, 18).

De très nombreux travaux ont été depuis, de par le monde, consacrés à ce problème, on peut pour cela se rapporter aux monographies de MITCHELL et EDMAN (9), UNDERWOOD (12).

L'origine des contaminations est, selon ces auteurs, triple: solubilisation des fluorures dans l'eau, pollution par les poussières aux environs des gisements, mines et carrières de phosphate, inhalation de fumée fluorée au voisinage des usines de traitement des phosphates, ou éventuellement à proximité de volcans plus ou moins en activité. Mais dans le cas qui nous intéresse ici, nous nous limiterons au problème posé par la teneur excessive de l'eau et du sol en fluor.

#### SIGNES CLINIQUES DE LA FLUOROSE.

Les effets sur l'homme et sur les animaux sont analogues et portent essentiellement sur la denture définitive, car les dents de lait ne sont généralement pas atteintes.

On a pu définir 4 stades (AZOUT, 1971 (1)): au premier stade, les dents se colorent, l'émail perd son brillant et prend un aspect nacré; au deuxième stade, la dent est tachetée de brun et l'émail est irrégulier; au troisième stade, il y a disparition totale de l'émail: il se forme des dépressions profondes, brunes ou noires, semblables à des cadres; au quatrième stade, les lésions atteignent le maxillaire et aboutissent à l'expulsion des dents même celles qui étaient encore des caries.

Si l'intoxication se poursuit à un niveau élevé, mais évidemment sublétal, le squelette peut être atteint. Il peut se produire alors une calcification des tendons et des articulations au point, par exemple, de rendre la colonne vertébrale rigide, phénomène observé (UNDERWOOD, 12) après 30 ans d'intoxications continue: « la longueur de la période latente qui peut se produire dans l'empoisonnement chronique par le fluor démontre bien que cet élément est un poison cumulatif ».

Des enquêtes médicales effectuées sous l'égide de l'Institut National de la Santé Publique ont mis en évidence l'existence d'un grave problème de fluorose endémique, allant de la modification de la denture jusqu'à l'altération des os.

Il est bien évident que ce sont l'eau et les aliments d'origine locale consommés sur place qui sont à l'origine de ces intoxications chroniques. Aussi nous a-t-il paru intéressant de procéder à l'analyse du contenu en fluor des différents constituants de la ration, afin de mettre en évidence ceux qui interviennent le plus lourdement dans l'apparition de la maladie.

La nature du sol conditionne l'eau qui l'a traversé et les végétaux qui y ont poussé, nous avons donc complété notre étude par la détermination de cet halogène à différents niveaux de la terre arable.

## MATERIEL ET METHODES.

### *Echantillonnage.*

Les échantillons ont été prélevés de sorte qu'ils soient aussi représentatifs que possible (4 points autour de la ville d'El-Oued: Bayada, Ourmes, Oued Allanda et Taghzout):

— pour le sol, nous avons utilisé la méthode de réduction de l'échantillon initial préconisé par l'Institut National Agronomique et cela à trois profondeurs différentes, 10 cm, c'est à dire au-dessus des racines, à 40 cm au niveau des racines et 60 cm au-dessous des racines;

— pour l'eau, les prélèvements proviennent de 4 puits situés aux environs de la ville d'El-Oued;

— les fruits et les légumes représentent un échantillon moyen et selon le produit, l'analyse n'a porté que sur la partie comestible (pommes de terre épluchées par exemple), mais en dehors de toute pratique culinaire (il n'y a pas eu de cuisson préalable).

Tous les prélèvements ont été stockés en récipients de polyéthylène et maintenus à 2°C jusqu'à leur analyse.

### *Méthode d'extraction et de dosage du fluor.*

Les méthodes qui nous ont conduit à une meilleure calcination des échantillons sont celles proposées par R. TRUHAUT.

Pour ce qui est de l'extraction nous avons utilisé la méthode de WINTER.

Le dosage a été conduit par la méthode de Belcher, Leonard et West qui ont montré que le fluor forme un complexe avec le chelate cerium — Alizarine complexone (Alizarine amino méthyl 3 - NN diacétique). Ce chelate à pH 4,3 a une coloration lie de vin — avec le fluor il se forme une coloration bleue.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS.

Les résultats des différents dosages auxquels nous avons procédé, figurent dans les tableaux 1, 2 et 3.

### *Analyse du sol.*

TABLEAU 1 - Analyse du sol prélevé dans une parcelle de palmiers (en ppm).

Localité	Prise d'essai	Teneur en F en ppm		
		sur racines	au niveau des racines	au-dessous des racines
Bayada	5 g	491,1	543,2	662,5
Ourmes	5 g	419	475,4	568,1
Oued Allanda	5 g	394	438,9	452,7
Taghzout	5 g	497	536	654,5

Ces teneurs sont évidemment très élevées et nettement supérieures à ce qu'on observe dans les régions de fluorose.

Il faut noter que la concentration en fluor augmente systématiquement à mesure que l'on s'enfonce dans le sol. Il ne s'agit pas de sels solubles qui auraient pu être entraînés par l'eau de pluie, puisque dans la terre nous ne déterminons que le fluor sous forme insoluble ou suffisamment absorbé pour ne pas être élué par un lavage à l'eau distillée.

#### *Analyse de l'eau.*

TABLEAU 2.

Localité	Volume de la prise d'essai	Teneur en F en mg/l
Bayada	10 cc	5,32
Ourmes	10 cc	4,56
Oued Allanda	10 cc	3,64
Taghzout	10 cc	5,82
El-Oued ville	10 cc	3,80

La teneur moyenne de l'eau des 5 puits où nous avons fait des prélèvements est de 4,62 ppm (+0,9). A priori, on pourrait considérer cette valeur comme simplement élevée puisqu'on a cité des chiffres de 10, voire 15 ppm,

mais il faut tenir compte de la température élevée qui entraîne des consommations d'eau que nous avons pu situer entre 2,5 litre et 3 litres par jour et par adulte, correspondant à une ingestion journalière de 13 mg de fluor or une consommation totale de 0,5 mg par jour apparaît comme suffisante et celle de 1,5 mg par jour comme adéquate.

### *Analyse des végétaux.*

Nos résultats sont présentés dans le tableau 3.

TABLEAU 3 - Teneur en fluor (ppm) de divers végétaux cultivés dans la région d'El-Oued.

Produits	navet	poivrons	carotte	pastèque	pomme de terre	tomate	grenade
Fluor/MB	4,2	6,1	5,0	12,0	14,3	9,0	17,0
Matière sèche	—	—	45	—	68	—	—
...../.....	<i>Suite/</i>						
Datte	<i>Tabac feuille</i>						
5,8	31,0						

Ces valeurs sont considérables, en effet selon la littérature, LOCKWOOD (7), CLIFFORD (2), MC CLURE (8), très peu d'aliments contiennent plus de 1 à 2 ppm de fluor et la plus part en contiennent moins de 0,7 par rapport à la matière sèche, QUENTIN et coll. (10) a trouvé jusqu'à 3,5 ppm de F dans les pommes de terre non pelées, en exprimant le résultat par rapport à la matière sèche. Il n'en reste pas moins qu'il sera utile dans l'avenir de mesurer la fraction de l'halogène qui passe dans l'eau de cuisson. Elle n'est certainement pas négligeable et une fois cuit le légume peut être moins toxique qu'il n'y paraît.

Cette considération nous amène à faire une remarque sur le plan diététique: pour améliorer la couverture du besoin vitaminique ou minéral, il est souvent conseillé de consommer l'eau de cuisson des légumes, il se peut donc que dans les régions de fluorose, cette pratique soit au contraire à déconseiller, que l'on parvienne ou non à fournir de l'eau purifié de son fluor. Toute généralisation en ce domaine comme dans bien d'autres sur le plan nutritionnel peut donc s'avérer néfaste.

Dans la région que nous avons étudiée les dattes représentent un apport nutritionnel sur le plan énergétique, puisque 85 % de la population en consomme 50 à 100 grammes par jour. Nous avons donc multiplié les dosages sur cet aliment de base, sur 4 variétés de 4 provenances différentes. Les dosages nous ont donné des résultats très homogènes: moyenne 5,8 ppm de fluor avec un écart type de 0,5 pour 16 détermination moyennes. Il nous faut néanmoins signaler, pour être exact, que la richesse en phosphore de ce fruit a pu entraîner dans notre méthode d'analyse, une légère erreur par excès, sans incidence pratique sur l'interprétation de nos résultats: à savoir, que la consommation de dattes entraîne une ingestion quotidienne de l'ordre de 0,5 mg de fluor qui à elle seule couvrirait le « besoin » de l'individu moyen.

L'importance des légumes cultivés localement apparaît comme plus grande encore: 200 grs de pomme de terre peuvent contenir 3 mg de fluor. A partir du tableau 3 on imagine une ration théorique comportant du surcroît 200 grs de tomates (1 mg) et 200 grs de pastèque (2 mg), il ne s'agit là évidemment que d'une hypothèse, l'apport, « insidieux » de fluor atteint ainsi 7 mg de fluor par jour.

Le tabac lui même peut participer à l'apparition des signes de fluorose: 32 ppm sur la feuille brute correspondent à 300 ppm sur la feuille sèche. Si le récoltant fume 20 grammes de tabac par jour, il peut inhaler 6 mg de fluor puisque la température de la partie incandescente de la cigarette est suffisamment élevée pour théoriquement sublimer une bonne partie des sels de fluor qui entretenait dans l'organisme.

Nous n'avons pas procédé à des dosages sur le thé, puisqu'il n'est pas produit localement, mais la forte teneur en fluor est souvent signalée: HAM et SMITH (7), HARRISON (6), MC CLURE (8). On a pu calculer qu'une tasse de cette boisson pouvait augmenter l'apport alimentaire de fluor de 0,1 à 0,2 mg de fluor et, pour la région d'El-Oued, il importe d'y ajouter environ 1 mg apporté par l'eau.

Dans cette zone tout concourt donc à créer toutes les conditions endémique et chronique d'origine alimentaire, puisque l'ingestion de F peut atteindre V 11 mg par jour pour les habitants vivants en autarcie sur les produits de la région.

#### REMEDES ENVISAGES.

Selon les données analytiques que nous avons présentées, il apparaît tout d'abord nécessaire de traiter l'eau destinée à la consommation humaine et éventuellement à celle des animaux domestiques. De nombreux procédés ont été expérimentés; nous avons noté en particulier l'emploi de sulfate

d'aluminium ou de chaux en vue d'insolubiliser les sels fluorés, et la filtration sur charbon actif pour les absorber; mais il nous apparaît préférable de recourir à la filtration sur fluorex: mélange spécial de phosphate tricalcique et d'hydroxy apatite de calcium. Un litre de fluorex peut fixer 600 mg de fluor et produire de l'eau contenant environ 0,3 ppm de cet halogène. Par ailleurs, le fluorex présente l'avantage d'être régénérable par lavage à la soude à 1,5 %; il resterait évidemment à éliminer les m<sup>3</sup> de solution chargée de fluorure de sodium correspondant au traitement annuel de l'eau consommée dans la région. Déjà en 1938, GAUD et CHARNOT (3), avaient souligné cette nécessité et mettaient l'accent sur l'utilité de protéger la culture des poussières dans les zones à phosphates.

Pour l'instant, il semble utopique de lessiver le sol des quantités excessives de fluor qu'il contient, bien qu'il paraisse que celles-ci soient à l'origine de la «contamination» des végétaux qui y croissent. Nous avons d'ailleurs pu le vérifier à l'aide d'une expérience de laboratoire.

Dans une expérience au laboratoire, nous avons fait pousser du lierre dans des pots de fleurs, et lorsqu'on procédait à des arrosages avec de l'eau à 4 mg par litre, la teneur des feuilles et des racines en fluor double en 15 jours de ce traitement. Cette observation n'a évidemment qu'un rôle indicatif, mais elle corrobore les résultats relatifs aux légumes (voir tableau 3), car les plantes accumulent dans leurs «organes» le fluor qu'elles extraient du sol. En attendant que la sélection génétique puisse mettre en évidence des variétés moins susceptibles de se charger en fluor, il faut envisager une diversification de l'alimentation. Heureusement, notre enquête a montré que 80 % des habitants de la région consomment des légumes provenant du Nord du pays.

A longue échéance, des pratiques culturales adaptées pourraient être mises au point; épandage de chaux, d'alumine, de magnésie, c'est un peu utopique et difficile à appliquer. Une telle méthode serait certainement supérieure à l'élimination du fluor par irrigation à l'aide d'eau fluorée qui risquerait d'entraîner une rapide dégradation des sols puisque le fluor joue un rôle de protection et est peut être indispensable à leur conservation sous un climat pré-saharien.

Il reste enfin un élément que nous n'avons pas encore évoqué, c'est celui du contexte alimentaire, susceptible d'aggraver ou d'atténuer le syndrome de fluorose aussi bien pour l'homme que pour les animaux domestiques. La deuxième partie de ce travail se veut une approche expérimentale de cette question capitale (voir annal I.N.A. 1978 - vol. VIII, n. 4, pag. 5-15).

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) AZOUT B., 1971 - *Contribution à la recherche des causes des fluoroses d'origine alimentaire dans la région d'El Oued*. « Publication spéciale I.N.A. », Alger.
- (2) CLIFFORD P. A., 1945 - *Report en fluorine*. « J. Assoc. Off. Agric. Chem. », 28, 277-279.
- (3) GAUD et CHARNOT A., 1938 - *Note sur le « darmous », fluorose chronique des zones phosphatées*. « Bull. Office Internat. Hyg. », 30, 1280-1293.
- (4) HAM M. P. and SMITH M. D., 1950 *Fluoride studies related to the human diet*. « *Cand. J. Res.* », 28, 227-233.
- (5) JENKINS G. N., 1963 - *The use of the fluoride in the prevention of dental caries*. « *Intern. Dental J.* », 114, 137-142.
- (6) HARRISON M. F., 1949 - *Fluorine content of teas consumed in New Zeland*. « *Brit. J. Nutrit.* », 3, 162-166.
- (7) LOCKWOOD H. C., 1937 - *Fluorine in food products*. « *Analyst* », 2, 775-784.
- (8) MC CLURE F. J., 1949 - *Fluorine in foods. Survey of recent data*. Pub. Health rep. Washington, 64, 1061-1074.
- (9) MITCHELL H. H. and EDMAN M., 1952 - *The fluorine problem in livestock feeding*. « *Nutrit. Abstr. Rev.* », 21, 787-804.
- (10) QUENTIN K. E., SOUCI S. W. und INDIGER J., 1960 - *Bletrage zur analytik kleiner Fluormengen in Lebensmitteln und Wassern. 4 - Fluoruntersuchungen in lebensmitteln. (Estimation of small amounts of fluorine in foods and waters. 4 - Studies of fluorine in foods.)* « *Ztschr. Lebensmittel. Untersuch. Forsch.* », 111, 173-179.
- (11) SWAINE, 1962 - *The trace elements contents of fertilizers*. Cab Technical commu-nical N° 52, Commenwealth Aberdeen bureau of soib.
- (12) UNDERWOOD E. J., 1962 - *Trace elements in human and animal nutrition*. 2ème edition, Academic Press, New York-London, 429 p.
- (13) VELU H., 1931 - *Dystrophie dentaire des mammifères des zones phosphatées (darmous, et fluorose chronique)*. « *C.R. Soc. Biol.* », 108, 750-752.
- (14) VELU H. et BALOZET L., 1931 - *Reproduction expérimentale chez le mouton de la dystrophie dentaire des animaux des zones phosphatées*. « *Bull. Acad. Vét. de France* », 4, 373-376.
- (15) VELU H., 1931 - *Relation du Darmous et de la nappe phréatique des zones phosphatées*. « *Bull. Acad. Vét. de France* », 4, 392-394.
- (16) VELU H. et ZOTTNER G., 1932 - *Lésions hépatiques de la flurose et de l'intoxi-cation par les eaux phosphatées*. « *C.R. Soc. Biol.* », 109, 354-355.
- (17) VELU H., 1932 - *Le Darmous (ou Dermos): flurose spontanée des zones phosphatées*. « *Arch. Institut Pasteur Algérie* », 10, 41-118.
- (18) VELU H., 1933 - *Le darmous (fluorose spontanée des zones phosphatées), prophy-laxie*. « *Bull. Acad. Med.* », 109, 289-291.

Nous remercions Mme M. A. DE SAINTAURIN pour la part active qu'elle a prise à la compilation de la bibliographie à la correction du manuscrit.