

# FACTEURS CONDITIONNANT LA TOXICITÉ DES MINÉRAIS DE MANGANESE MAROCAINS

J. RODIER

*Centre Atomique de Marcoule, Chusclan, Gard, France*

Si les emplois du manganèse et de ses composés sont nombreux, les travaux exposant au manganisme sont au contraire restreints. L'intoxication est essentiellement due à l'inhalation des poussières ou des vapeurs de manganèse.

La pénétration du manganèse dans l'organisme s'effectue par les voies digestives et pulmonaires. Dans l'intoxication professionnelle, la voie pulmonaire est la seule à prendre en considération.

Parmi les facteurs qui conditionnent la toxicité des poussières des minerais de manganèse, le principal est certainement le nombre de particules de dimensions inférieures à 5  $\mu$ . À ce facteur s'ajoute la teneur de ces poussières en métal toxique et, en conséquence, la richesse du minerai. Ce dernier facteur est extrêmement variable selon le type de minerai. Il diffère aussi suivant l'exploitation et, quelquefois même, dans les gisements, suivant les zones minéralisées.

Si l'on compare le nombre de cas d'intoxication par mine (Tiouine 154, Imini 46, Bou-Arfa 14) avec le tableau ci-contre qui indique des moyennes d'empoussiérages dans les exploitations et pour différents postes de travail, on constate une différence considérable au point de vue danger d'intoxication entre le minerai de type rocheux (Tiouine) et le minerai de type friable ou pulvérulent (Bou-Arfa, Imini). Dans le premier cas, le nombre de poussières est considérablement plus élevé et la majorité de celles-ci rentre dans la catégorie des particules nocives en-dessous de 5  $\mu$ . Toutefois, le nombre de fines poussières et la teneur en manganèse n'explique pas toute la toxicité des empoussiérages. Ainsi, dans les usines de "sintérisation" de Sidi-Marouf, le nombre de poussières est élevé et la teneur en manganèse est très importante. Cependant, on y rencontre pratiquement pas de cas de manganisme. En ce qui concerne les mineurs, on remarque que la plus grande majorité des malades se trouve parmi les mineurs au marteau perforateur. Pourtant, les taux d'empoussiérage sont encore importants dans les galeries et dans les chantiers où l'on utilise seulement le marteau piqueur, ainsi que dans les installations de surface. La seule différence, vient de ce que le mode d'extraction qui implique l'usage du marteau perforateur pour le minerai rocheux donne naissance à des poussières fraîches. Tandis que le mode d'exploitation du minerai pulvérulent—le plus souvent légèrement humide—et la sintérisation provoquent plutôt une remise en suspension des poussières, la pulvérisation n'étant qu'accessoire. Tout se passe comme si les poussières anciennes remises en suspension, ne semblaient pas devoir

Tableau 1. Des moyennes des empoussèrages

		Mine de Tiouine						Mine de l'Imini							
Fond	Surface	Nombre de poussières/cm <sup>3</sup> d'air						Fond	Surface	Nombre de poussières/cm <sup>3</sup> d'air					
		1 (μ)	1-5 (μ)	5-10 (μ)	10-20 (μ)	Nombre total	Mn (mg/m <sup>3</sup> )			1 (μ)	1-5 (μ)	5-10 (μ)	10-20 (μ)	Nombre total	Mg (mg/m <sup>3</sup> )
Voisins immédiats d'un marteau perforateur Chargement de wagonnets à la pelle Départ cheminée de ventilation		4455	6579	682	28	11540	448	Voisins immédiats d'un marteau piqueur		1564	749	27	4	2344	253,4
		2031	683	31	0,6	2761	216,4	Chargement de wagonnets à la pelle		958	307	9	1	1275	119,9
		21511	17516	335	—	39562									
Sortie cheminée de ventilation Criblage du minerai Triage du minerai Chargement des wagonnets par goulotte		3780	2580	67	7	6434	348,8	Laverie pneumatique		395	305	14	2	716	316
		1097	713	133	19	1962	976	Arrivée du minerai		781	454	16	4	1255	654
		419	441	12	2	894	174	Trémies de distribution		144	216	25	—	385	—
		516	1176	37	9	1738	239,8	Criblage mécanique		412	298	8	2	720	92,6
								Tamissage et concassage		248	216	18	4	486	328
							Table de scheïdage		328	205	22	8	563	65,4	
							Décolmatage des filtres		506	574	166	49	1187	814	
							Trémies de chargement								
<i>Usine de sinterisation (Sidi Marouf)</i>															
Voisage de la trémie d'alimentation		32	361	48	26	467	—	Voisage concasseur		991	3245	341	110	4617	479,6
		395	2167	87	23	2672	240,2	Voisage four de grillage		40	588	107	56	791	258,8
Grille de criblage		23	413	71	22	529	186,8	Voisage herisson à concasser les scories		372	1954	537	173	3036	192,2
		91	419	154	93	757	436	Transporteur mécanique		144	2346	380	180	3050	506,8

provoquer une intoxication et mériteraient le qualificatif de mortes. On est alors amené à se demander si, dès son broyage, la poussière ne subit pas de modifications physicochimiques telles qu'oxydation superficielle, modification de surface ou de charge électrique, *etc.*, qui diminueraient sa toxicité.

D'après les analyses des minerais, il n'apparaît pas que leur toxicité soit en liaison étroite avec leur composition analytique. Toutefois, il faut noter que le minerai de Tiouine, qui est à l'origine de la majorité des cas d'intoxication, est moins oxydé que ceux d'Imini et de Bou-Arfa. Si l'on s'en tenait seulement à la minéralogie, il apparaîtrait que le minerai de manganèse le plus dangereux serait la braunite. En fait, sans éliminer ces différents facteurs, il semble que ce soit le broyage du minerai qui conditionne pour la plus grande part sa toxicité et ceci par des transformations bien difficiles à apprécier et auxquelles nous venons de faire allusion. Il ne faut pas oublier le rôle possible d'activateur joué par certains métaux ou alcalino-terreux associés au manganèse dans les minerais.

En fonction de tous ces éléments, il est bien difficile de préciser exactement quelle est la quantité de poussière et de minerai nécessaire pour produire l'intoxication. Il est, cependant, assez curieux de noter que si la maladie apparaît en moyenne après dix-huit mois de travail à Tiouine et quatre ans à Imini, elle met environ treize ans et demi pour se manifester à Bou-Arfa. Au point de vue biologique, on constate que les manganémies les plus élevées sont rencontrées à Tiouine; ceci confirme l'importance du taux d'empoussièrement en fines particules. Cependant, la manganémie est extrêmement variable chez les ouvriers en contact avec le minerai, et n'est pas fonction de l'ancienneté. Des ouvriers très anciens ont une manganémie normale, tandis que chez d'autres employés depuis quelques semaines seulement, on rencontre des teneurs très élevées. Chez certains individus la concentration du sang en manganèse peut doubler temporairement après absorption de minerai, tandis que chez d'autres sujets elle restera constante. D'une façon générale, la manganémie semble plus élevée chez les malades, sans que cela soit absolument indiscutable, beaucoup des intoxiqués ayant des taux normaux. Le taux normal, dans le sang, chez l'individu non en contact avec le manganèse, paraît osciller de 0,120 à 0,180 mg/kg.

En raison même de ses variations, la manganémie ne représente pas seulement un signe d'imprégnation. En pratique, il nous semble nécessaire de surveiller les sujets ayant une manganémie élevée et plus particulièrement ceux chez lesquels elle a tendance à s'élever.

La toxicité du manganèse est subordonnée, d'une part, à la facilité de son passage dans la circulation générale, et d'autre part, à l'écart entre cette absorption et les possibilités de son évacuation. Tout le manganèse qui pénètre dans la circulation générale n'est pas intégralement fixé. Une grande partie est éliminée. Nous pensons que les fèces constituent la voie majeure d'élimination du toxique. Ainsi la moyenne des dosages de manganèse que nous avons pratiqués sur les fèces est de 54 mg/kg. Une autre voie, mais moins importante, est celle des phanères. Nous avons ainsi retrouvé chez différents lots de sujets les teneurs suivantes en milligrammes de manganèse par kilogramme de cheveux:

					(mg/kg)
Sujets apparemment sains	..	..	..	..	365
Sujets suspects	..	..	..	..	232
Sujets malades	..	..	..	..	105

D'après ce tableau, on pourrait penser que les sujets atteints sont plus particulièrement ceux chez qui l'élimination du manganèse est déficiente ou extrêmement lente. Au début de nos travaux, nous avons considéré l'élimination urinaire comme accessoire. Cependant, des recherches plus poussées nous ont permis de retrouver des manganurics allant de 22 à 287  $\mu\text{g/l}$ .

Trop de facteurs s'interpénètrent pour que l'on puisse indiquer d'une façon précise et absolue une limite atmosphérique en manganèse. Nos contrôles d'empoussiérages nous amènent à penser qu'une organisation de prophylaxie qui ramènerait le nombre de poussières inférieures à  $5 \mu$  à  $1000/\text{cm}^3$  d'air et la teneur en manganèse à  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$  d'air serait, dans l'ensemble, satisfaisante. Toutefois, elle ne pourrait éliminer rigoureusement tout danger d'intoxication. On ne saurait en effet négliger tous les facteurs que nous venons d'étudier successivement. Pour être valable, toute prophylaxie doit, à notre avis, s'adapter à chaque type d'exploitation et de minerais.