

Sur la migration de l'Arsenic dans le milieu naturel

Etienne-Marcel BASTISSE (*)

La présence de l'Arsenic dans les terres, les possibilités de passage en solution et de migration de cet élément par les eaux de drainage et de ruissellement ont été discutées depuis fort longtemps déjà. GARNIER et SCHLAGDENHAUFFEN, en 1877, ont déclaré que des composés solubles de l'Arsenic introduits dans le sol étaient rapidement adsorbés et insolubilisés par celui-ci et que des lavages même prolongés à l'eau distillée ne permettaient pas de retrouver trace de l'élément Arsenic dans les liquides ainsi obtenus.

Cette opinion a été partagée par certains chercheurs ; par contre elle a été discutée et même contestée de différents côtés.

En ce qui nous concerne, les connaissances que nous avons acquises au Laboratoire des Sols du Centre National de Recherches Agronomiques de Versailles, depuis 1931, en tant que collaborateur de M. DEMOLON, auteur du traité fondamental de la Dynamique du Sol, nous autorisent à dire que les sels solubles de l'Arsenic mis au contact des terres et des éléments colloïdaux qu'elles contiennent sont l'objet, non pas d'une insolubilisation mais d'une fixation de nature physico-chimique.

Cette fixation n'est jamais totale mais seulement partielle et plus ou moins importante selon les variations des conditions du milieu.

Il en résulte donc des équilibres qui varient au fur et à mesure que se modifient les facteurs en présence.

Dans le but de mettre ces faits en évidence, nous avons réalisé une expérience où nous mettons en présence, en milieu liquide, d'une part un composé soluble de l'Arsenic et, d'autre part, des terres de natures différentes, et où nous observons les équilibres qui

(*) Docteur ès-Sciences Naturelles. Maître de Recherches au Laboratoire des Sols du Centre National de Recherches Agronomiques de Versailles (36 ans de service). Membre, correspondant national de l'Académie d'Agriculture de France.

se sont trouvés successivement réalisés dans les conditions ci-après indiquées.

Dans 6 récipients appropriés, nous mettons un volume d'eau ordinaire de la ville égal à 2.000 ml et on ajoute dans chacun un poids d'Arséniate neutre de Potassium correspondant à 160 mg d'Arsenic.

— L'Essai n° 1 : constitue le témoin de l'expérience.

Dans les essais suivants, nous ajoutons 200 g de l'une des terres dont nous présentons ci-après les principales caractéristiques.

— Essai n° 2 : l'Horizon B — dit d'accumulation — pris entre 30 cm et 70 cm de profondeur dans le sol au lieu dit l'Etoile de Choisy où se trouve situé le C. N. R. A. de Versailles. Cette terre a un pH de 7,8 ; 0,6 p. 100 de calcaire et 24,7 p. 100 d'argile.

— Essai n° 3 : l'Horizon C — dit de roche mère — pris au dessous de 1 m de profondeur au même lieu que le précédent, pH 8,3 ; 14,3 p. 100 de calcaire et 13,9 p. 100 d'argile.

— Essai n° 4 : une terre latéritique du Congo (A. E. F.) — pH 5,5 ; avec 45 p. 100 d'argile, très pauvre en bases et riche en oxyde de fer et Alumine.

— Essai n° 5 : l'Horizon A — dit d'élimination — pris entre 0 et 30 cm de profondeur sur une terre de limon d'une parcelle nommée « Gâtébourse », prélevée dans le département de la Vienne, pH 6,5 et environ 15 p. 100 d'argile.

— Essai n° 6 : un sable — dit à « Betain du Poitou » — pris dans une carrière du département de la Vienne. Ce sable est riche en oxyde de fer, environ 30 g de fer par kg, sous forme de concrétions sablo-calco-ferrugineuses ; pH variable, plutôt alcalin.

On bouche hermétiquement les flacons et on agite pendant 30 minutes à l'agitateur mécanique tournant à la vitesse de 40 tours/minute. On laisse déposer 48 heures et on sépare 1.000 ml d'un liquide parfaitement limpide. On ajoute 1.000 ml d'eau ordinaire et on agite à nouveau comme précédemment ; on laisse déposer 48 heures et on sépare une fois encore 1.000 ml du liquide parfaitement limpide.

On continue ensuite les opérations aussi longtemps qu'il est nécessaire pour essayer d'extraire le maximum de l'Arsenic introduit et ainsi arriver à faire un bilan comparatif, ce qui est réalisé assez rapidement dans le cas de l'essai n° 1, Témoin, et peut se prolonger beaucoup plus longtemps, comme nous le verrons plus loin, dans le cas des essais n° 2, 3, 4, 5, 6, qui ont été additionnés de terres.

L'eau ordinaire de la ville utilisée est en réalité une eau de drainage contenant en solution des éléments salins de natures diverses, qui empêchent les terres de passer en suspension comme cela se produirait très rapidement si on utilisait l'eau distillée.

Dans les liquides de décantation nous avons dosé l'Arsenic, en certains cas par la méthode de Cribier et le plus souvent par la méthode colorimétrique au Bleu de Molybdène (Méthode de Denigès — Technique de Zinzadzé). Tous les essais ont été doublés par des essais témoins « à blanc » et nous avons tenu compte des résultats ainsi obtenus dans nos calculs, car il importe de signaler que les composés phosphorés existants dans ces terres peuvent fausser les dosages colorimétriques de l'Arsenic.

Les résultats nets obtenus sont présentés au tableau.

L'Arséniate de Potassium est totalement soluble et les titres des solutions décantées dans l'essai témoin, à l'eau ordinaire seule (1^{re} colonne) décroissent très exactement de moitié à chaque opération. On arrive donc, en 10 décantations, à extraire 99,9 p. 100 de l'Arsenic introduit.

En présence de terres, nous constatons que celles-ci et les éléments colloïdaux qu'elles contiennent, retiennent de façon plus ou moins énergique l'Arsenic et donnent des solutions où les titres en Arsenic sont inférieurs à ceux du témoin jusque y compris la quatrième décantation. Puis les choses changent d'aspect au fur et à mesure des décantations successives, au cours desquelles les conditions du milieu varient progressivement les unes par rapport aux autres et les titres des solutions suivantes deviennent supérieurs à ceux de l'essai-témoin.

Cependant ces titres diminuent toujours mais cette fois de façon lente, continue et plus ou moins importante selon la nature des différentes terres mises en expérience.

A la 30^e décantation, ils varient de 224 γ d'Arsenic par litre pour le Sable à Bétain à 595 γ d'Arsenic par litre pour la terre latéritique.

Dans le cas de l'Horizon B, où nous obtenons 523 γ d'Arsenic par litre à la 30^e décantation, nous avons poursuivi les opérations jusqu'à la 100^e décantation, où nous obtenons encore un titre moyen de 89 γ d'Arsenic par litre.

Si nous considérons les extractions totales, nous voyons qu'après 30 décantations, elles ne représentent que 68,67 à 85,63 p. 100 de l'Arsenic introduit. Dans le cas de l'Horizon B, nous avons extrait 76,71 p. 100 à la 30^e décantation et seulement 83,14 p. 100 à la 100^e décantation.

Il apparaît donc qu'il est difficile d'extraire tout l'Arsenic ainsi introduit, même en poursuivant ces opérations de lavage par décan-

TABLEAU

Nos d'ordre des décantations	Eau ordinaire	Eau ordinaire + terres				
		Versailles (S. et O.) Etoile de Choisy		Congo A. E. F. Terre latéritique	Département de la Vienne	
		Horizon B	Horizon C		Terre de Gatebourse Horizon A	Sable à Bétain
Concentrations des solutions décantées en mg d'As par l						
1 ^e décantation	80,000	45,000	49,500	30,000	53,000	49,000
2 —	40,000	22,200	26,000	18,500	27,750	25,000
3 —	20,000	11,850	15,680	10,400	16,250	13,250
4 —	10,000	8,380	8,500	7,800	9,940	7,500
5 —	5,000	5,900	6,480	5,810	7,020	4,780
6 —	2,500	4,600	4,130	4,840	4,700	3,160
7 —	1,250	3,550	3,280	4,280	3,300	2,150
8 —	,625	2,980	2,400	3,400	2,320	1,480
9 —	,312	2,260	1,700	2,940	1,600	1,180
10 —	,156	2,120	1,550	2,550	1,200	,940
Moyenne de la						
11 ^e à la 15 ^e décantation	,030	1,060	,970	1,724	,942	,620
16 — 20 —		,674	,492	,958	,456	,322
21 — 30 —		,523	,365	,595	,294	,224
31 — 50 —		,244				
51 — 70 —		,138				
71 — 100 —		,089				
Extractions en mg d'As après la :						
5 ^e décantation	155,000	93,330	106,150	72,510	113,960	99,530
10 —	159,843	108,840	119,220	90,520	127,080	108,440
15 —	159,995	114,140	124,070	99,140	131,790	111,540
30 —		122,740	130,180	109,880	137,010	115,390
50 —		127,610				
100 —		133,030				
As extrait en % de la quantité introduite après la :						
5 ^e décantation	96,88	58,33	66,35	45,32	71,22	62,21
10 —	99,90	68,02	74,51	56,57	79,43	67,71
15 —	99,997	71,34	77,54	61,96	82,37	69,71
30 —		76,71	81,36	68,67	85,63	72,12
50 —		79,76				
100 —		83,14				

tations successives et on obtient ainsi pendant très longtemps des liquides contenant des quantités d'Arsenic qui ne sont pas négligeables.

Cette expérience nous montre que cet élément Arsenic, qui n'est jamais totalement fixé est donc doué d'une certaine solubilité, variable selon la forme chimique sous laquelle il se trouve et qu'il reste présent dans les liquides qui imprègnent les éléments du sol.

Or, dans le milieu naturel, les eaux de drainage et de ruissellement se déplacent et circulent continuellement en fonction des pluies qui tombent sur le sol. Il en résulte donc des percolations successives avec entraînement des éléments présents en solution qui, ainsi, migrent au sein du milieu naturel pour venir se placer jusqu'à des distances assez éloignées du point où, initialement, ils ont été introduits et solubilisés.

Il y a donc ici, dans le cas de l'Arsenic, mise en évidence d'un fait dont on doit être informé et dont il est bon de tenir compte éventuellement car il peut poser bien des problèmes nous semble-t-il, notamment dans certaines expertises médico-légales.

En effet, il est permis de penser que des restes cadavériques ayant séjourné un certain temps :

- soit dans des terrains contenant des doses un peu élevées d'Arsenic,
- soit au voisinage de matériaux divers renfermant eux aussi une certaine quantité de cet élément,

ont pu ainsi être imprégnés « post mortem », d'une façon d'autant plus importante que le temps de séjour a été plus prolongé.

Dans ces conditions, les appréciations ultérieures sont d'autant plus difficiles qu'elles sont plus tardives.