

# RECHERCHE DE QUELQUES METAUX LOURDS (ALUMINIUM, CUIVRE, ZINC ET CADMIUM) DANS LE THE VERT ET LE THE NOIR

MEGATELI S.<sup>1</sup>, RAMDANE S.A.<sup>1</sup>, BRAHIM N.<sup>1</sup>, MOUSSOUNI S.<sup>1</sup> et GATHAL R.<sup>1</sup>

1. Département Agro-alimentaire, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida 1, B.P. 270, route de Soumaa Blida, Algérie.  
Email : megatlismail@yahoo.fr

Reçu le 3 avril 2015,  
accepté le 12 juin 2015

## Résumé

*Le thé est une boisson à large consommation, très connu par ses bienfaits, grâce à la richesse de sa composition. Cependant, la présence de certains éléments métalliques toxiques dans le thé fait de cette boisson une source d'intoxication par certains métaux lourds. En effet, l'objectif de ce travail consiste à évaluer les teneurs de quelques métaux lourds comme l'aluminium, le cuivre, le zinc et le cadmium dans les feuilles et les infusions de deux échantillons de thé (thé vert et le thé noir). L'effet du temps d'infusion sur la teneur de ces éléments a fait l'objet d'une étude. Cette première partie a été complétée par une enquête sur la consommation de ce produit. Les résultats trouvés ont montré une quantité plus importante en aluminium dans le thé avant infusion (16 à 20 mg/g de thé), suivi par le zinc (3 mg/g) et le cuivre (2 mg/g). La teneur en cadmium est inférieure à la limite de détection de la technique d'analyse utilisée. Le temps d'infusion favorise la migration des métaux lourds des feuilles vers le solvant (l'eau) lors de la préparation des infusions. A titre d'exemple la concentration en aluminium dans les infusions passe de 3,32 mg/g à 4,36 mg/g pour le thé vert lorsque le temps d'infusion augmente de 5 mn à 15 mn. Les résultats de l'enquête indiquent que la consommation de thé en Algérie est fonction de la région avec une tendance plus marquée pour la région sud de l'Algérie.*

**Mots clés :** Consommation, Infusions, Métaux lourds, Thé.

## INTRODUCTION

Originnaire de la chine, le thé est l'une des plus populaires boissons. Outre son rôle important en tant que boisson populaire, le thé a acquis beaucoup d'attention en raison du nombre élevé de rapports sur ses effets bénéfiques pour la santé, y compris les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anti-cancérogènes 1, 2 et 3. Cependant, la présence de substances toxiques comme les éléments traces métalliques fait de cette boisson une source d'intoxication. Les éléments traces

contenus dans le thé peuvent avoir des effets à la fois bénéfiques et néfastes sur la santé humaine 4. Il est globalement admis que certains éléments comme le Fer, le Zinc, le Cuivre et le Manganèse, sont essentiels pour une croissance saine et pour le développement de l'organisme dans certaines limites permises. Les macroéléments ont une grande importance biologique en dépit de leur faible contribution dans le corps, bien que l'admission excessive d'entre eux puisse causer une toxicité chronique chez l'homme.

En revanche, certains éléments tels que le Cadmium, le Plomb, le Nickel et l'Aluminium, peuvent constituer une menace sérieuse pour les plantes, les animaux, la santé humaine et l'environnement 5, 6. Ce sont des polluants de l'environnement, n'ayant pas un rôle biologique connu et peuvent contaminer les aliments leur conférant ainsi une toxicité potentielle. Le thé peut être contaminé par les métaux lourds pendant la période de croissance et durant sa fabrication ce qui peut

accroître la charge en ces métaux dans le corps.

L'étude actuelle vise à déterminer la teneur en aluminium (Al), en Cadmium (Cd), en cuivre (Cu) et en Zinc (Zn) dans deux types de thé et dans leurs infusions préparées à différents temps d'infusion. Cette partie a été complétée par une enquête sur la consommation du thé en Algérie dont le but de connaître la place de cette boisson dans le régime alimentaire des consommateurs.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Matériel végétal

Deux types de thés (thé vert et thé noir) ont servi au dosage de quatre (4) métaux lourds : Cadmium Cd, Aluminium Al, Cuivre Cu et zinc Zn. Les caractéristiques de ces deux types de thés, achetés d'une manière aléatoire d'un magasin situé au centre-ville de la ville Blida (Place des Arabes), sont regroupées dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Caractéristiques des deux types de thés utilisés.**

Type	Origine	Nom	Conditionnement
Vert	Chine	SAFINET E'SAHRAA	Boite de 125 g
Noir	Inde	TEA ADANA	Boite de 125 g

Pour chaque type de thé, trois échantillons (3 boîtes) ont été analysés puis utilisés pour la préparation des infusions.

### 2. Caractéristiques de l'eau utilisée pour la préparation des infusions

L'eau utilisée pour la préparation des infusions est une eau minérale de renommée «Mouzaia» dont la composition physico-chimique est présentée dans le tableau 2.

Les infusions ont été préparées par mélange d'une quantité de 12 g de thé avec 1000 ml d'eau minérale bouillante. Le temps d'infusion, contrôlé à l'aide d'un chronomètre, testé est de 5 mn, 10 mn et 15mn. La liqueur de thé obtenue après chaque préparation est filtrée afin de retirer

les feuilles. Des échantillons au nombre de trois pour chaque essai ont été conservés dans des flacons en polyéthylène avant toute analyse. Pour une meilleure conservation une goutte d'acide nitrique concentré a été ajoutée à chaque échantillon.

**Tableau 2 : Les principales caractéristiques de l'eau minérale Mouzaia**

Anions (g/l)		Cations (g/l)	
Chlorures	0,150	Calcium	0,136
Sulfates	0,085	Magnésium	0,075
Nitrites	≤ 0,008	Sodium	0,145
Nitrates	< 0,015	Potassium	0,001
		Aluminium	ND*
		Cuivre	ND*
		Zinc	ND*
		Cadmium	ND*
Résidu sec à 180°C : 1,28		pH : 6,57	

\* Non détecté

### 3. Dosage des métaux lourds

#### 3.1. Dosage des métaux lourds dans les feuilles de thé avant infusion

Une masse de 2 g est placée dans un four à moufle à 550 °C pendant quatre heures. Les cendres obtenus sont solubilisés dans de l'acide nitrique à 2 % puis analysés par spectrométrie d'absorption atomique à flamme (SAA). Une flamme air-acétylène alimente l'appareil pour le dosage du Zn, du Cu et du Cd. Les longueurs d'onde d'absorption sont respectivement 213,9 nm, 324,8 nm, 228,8 nm. Une flamme acétylène protoxyde d'azote alimente l'appareil pour le dosage de l'aluminium à une longueur d'onde 309,3 nm.

#### 3.2. Expression des résultats

Les résultats d'analyse sont exprimés en milligrammes par gramme de matière végétale (mg/g).

- **Dans la matière végétale**, la teneur en métal exprimée en mg/g de matière végétale est calculée selon l'équation suivante:

$$T_1 = C_1 \cdot V_1 / m_1$$

Avec :

$T_1$  est la teneur en métal dans la matière végétale en mg/g

$C_1$  est la teneur en métal dans la solution d'essai en mg/l déduite à

partir de la courbe d'étalonnage.

$V_1$  est le volume de la solution d'essai en ml ( $V_1 = 60$  ml)

$m_1$  est la masse de la matière végétale après calcination.

- **Dans l'infusion**, la teneur en métal exprimée en mg/g de matière végétale est calculée par l'équation suivante :

$$T_2 = C_2 \cdot V_2 / m_2$$

Avec :

$T_2$  représente la teneur en métal dans la matière végétale utilisée dans l'infusion,

$C_2$  représente la concentration en métal de la solution d'essai en mg/l déduite à partir de la courbe d'étalonnage,

$V_2$  est volume de l'eau utilisée pour la préparation de l'infusion ( $V_2 = 1000$  ml),

$m_2$  est la masse de la matière végétale (thé) utilisée pour la préparation de l'infusion ( $m_2 = 12$  g).

#### 4. Enquête sur la consommation du thé

Un échantillon composé de 120 individus a été enquêté. L'objectif visé à travers cette pré-enquête est de connaître : (i) La place du thé dans la consommation alimentaire à travers quelques indicateurs comme: la quantité achetée, la quantité consommée, les raisons de

consommation, la régularité de consommation ainsi que le type et la qualité de thé consommé. (ii) L'effet de région sur la quantité de thé consommée.

La répartition des individus enquêtés est presque égale entre les deux sexes, avec une légère dominance des hommes par rapport aux femmes (63 de sexe masculin soit 52,5% et 57 de sexe féminin soit 47,5%). Le niveau d'instruction de notre échantillon est caractérisé par la dominance des universitaires (64,16%).

#### 5. Traitement statistique des résultats

Chaque essai a fait l'objet de trois répétitions. Les résultats présentés représentent les moyennes arithmétiques avec les écarts-types correspondants d'une étude sur 12 mois à raison d'un prélèvement par mois. Les analyses statistiques ont été réalisées par SigmaStat 3.0 (SPSS Science Software GmbH, Germany).

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 1. Teneur des métaux lourds dans les feuilles de thé

Les résultats d'analyses des quatre (4) métaux lourds testés, dans les feuilles des deux types de thé étudiés, sont regroupés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : teneurs en métaux lourds dans les deux types de thé

[Al] (mg/g)		[Zn] (mg/g)		[Cu] (mg/g)	
Thé vert	Thé noir	Thé vert	Thé noir	Thé vert	Thé noir
16.093 ±1,762	20.040 ±0.515	3,13 ±0,05	3,26 ±0.049	1,88 ±0,035	2,02 ± 0.016

Ces résultats montrent que l'aluminium est l'élément le plus abondant avec des teneurs comprises entre 16 et 20 mg/g de thé, suivi par le zinc (environ de 3 mg/g) puis le cuivre (2 mg/g). Le Cd n'a pas été détecté. Les concentrations en métaux lourds sont relativement élevées pour le thé noir que le thé vert. Cette légère différence est liée à la plante, à son origine géographique (composition des sols, de leurs caractéristiques et les différents facteurs agricoles et climatiques à savoir : la rétention d'eau et la capacité d'échange, le contenu de la matière organique dans le sol, les précipitations et leur altitude dans la zone de plantation, le nombre et la fréquence des pesticides et fongicides) et le mode de fabrication du thé. Le thé noir est produit à partir des feuilles plus âgées, et qui contiennent des concentrations plus élevées d'éléments (Al et Pb) alors que le thé

vert est fabriqué à partir de jeunes feuilles.

Selon des études récentes la présence d'oligo-éléments dans le thé est due à la plante de théier et qui est cultivée dans des sols très acides où les éléments sont potentiellement plus bio-disponibles pour l'absorption racinaire 7, 8.

Le cuivre est l'un des éléments majeurs après l'Aluminium et le Zinc dans le thé 4. La teneur en cuivre dans le thé peut varier entre 0,03–270 mg/kg pour le thé vert et entre 0,05-602 mg/kg pour le thé noir. Son origine est le plus souvent lié à l'utilisation des fongicides particulièrement l'oxychlorure de cuivre pour la lutte contre la maladie de cloque 9. Selon Jin *et al.* 10, l'utilisation directe, pendant la transformation du thé, des plaques en cuivre semblent être aussi une source de contamination du thé.

Les teneurs en zinc trouvées dans

nos échantillons sont en accord avec les résultats trouvés dans la littérature : entre 0,06–735 mg/kg pour le thé vert et pour le thé noir la valeur la plus élevée détectée est de  $1,12 \times 10^3$  mg/kg 11, 12. Dans les échantillons analysés le cadmium n'a pas été détecté. Les valeurs maximales publiées sont 1,06 mg/kg et 8,60 mg/kg respectivement pour le thé vert et pour le thé noir. Les principales sources de contamination du théier par le cadmium sont leurs milieux de culture, les intrants agricoles et les sols 13.

## 2. Teneurs en métaux lourds dans les infusions

Les concentrations des quatre métaux lourds recherchés à différents temps d'infusion sont regroupées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Concentrations en métaux lourds dans les infusions

Temps d'infusion	5(min)		10(min)		15(min)	
	Thé vert	Thé noir	Thé vert	Thé noir	Thé vert	Thé noir
[Al] (mg/g)	3,32±0,159	2,93±0,43	4,31±0,289	2,08±0,45	4,36±0,37	3,75 ±0,37
[Zn] (mg/g)	0,14±0,02	0,17±0,02	1,8±0,03	1,9±0,04	1,40 ±0,01	1,97±0,06
[Cu] (mg/g)	0,0313±0,007	0,0315±0,001	0,298±0,005	0,185±0,003	0,56±0,017	0,94±0,006
[Cd] (mg/g)	< LD*	< LD*	< LD*	< LD*	< LD*	< LD*

\* Limite de détection

Contrairement à la matière végétale, les infusions de thé vert contiennent des teneurs élevées en aluminium que celles de thé noir. La teneur en aluminium augmente avec l'augmentation de temps d'infusion dans le thé vert (elle passe de 3,32 mg/g à 4,36 mg/g lorsque le temps d'infusion augmente de 5 à 15 min) par contre elle reste relativement stable pour le thé noir (2,93 ; 2,08 et

3,75 respectivement pour 5, 10 et 15 min).

La teneur en zinc dans le thé avant infusion est de 3,26 mg/g pour le thé noir, cette teneur est légèrement supérieure à celle trouvée dans le thé vert qui est de 3,13 mg/g (Tableau 3). Cependant, les concentrations trouvées dans les infusions sont nettement inférieures et dépendent

du temps d'infusion.

La prolongation du temps d'infusion augmente la teneur en zinc dans les infusions préparées. En effet, lorsque le temps passe de 5 à 10 min, la quantité en zinc augmente de 0,14 à 1,8 mg/g ( $p < 0,01$ ) dans le thé vert et de 0,17 à 1,9 mg/g ( $p < 0,01$ ) dans le thé noir soit une augmentation de 92 %.

La quantité en cuivre dans les infusions passe de 0,0313 à 0,56 mg/g ( $p < 0,01$ ) pour le thé vert et de 0,0315 à 0,94 mg/g ( $p < 0,01$ ) pour le thé noir ce qui représente une augmentation supérieure à 94%. Le temps d'infusion a un effet significatif sur le transfert du cuivre dans le thé. Le cadmium dans le thé vert, le thé noir et leurs infusions n'a pas été détecté par la technique d'analyse utilisée.

Les résultats concernant les teneurs en métaux lourds dans les infusions préparés montrent que ces quantités restent faibles et par conséquent le risque d'intoxication à court terme est faible. Ce phénomène peut s'expliquer par l'état des métaux lourds dans les feuilles de thé et qui sont généralement séquestrés par la matière organique (flavonols, les catéchols, les tanins et les polyphénols) ce qui diminue leur libération dans l'infusion 14.

### 3. Résultats de l'enquête sur la consommation du thé

La grande partie des individus

enquêtés (34,16 %) considèrent le thé comme un produit très important dans leur alimentation, suivie d'une catégorie qui considère que le thé est moyennement important à 29,16%. Les résultats relatifs à la fréquence d'achat du thé indiquent que 38,33% des individus enquêtés achètent le thé occasionnellement (les fêtes, durant le mois du ramadan).

La quantité de thé consommée en litre par semaine pour les individus enquêtés montre que la consommation de moins de ½ litre, de 0,5 à 1 litre et de 2,5 à plus de 5 litres représentent plus des 3/5 de notre échantillon, soit 20,83% pour chaque catégorie.

D'après les déclarations des individus enquêtés, 52,5% exploitent les informations mentionnées sur l'emballage alors que 46,66% n'accordent aucune importance à ces informations. Le type de thé préféré par les individus enquêtés est le thé vert avec un taux de consommation de 87,5%.

La majorité des individus enquêtés

achètent le thé sous forme emballée (72,5%). Le thé en vrac est acheté par une proportion de 20% des individus enquêtés, ceci est une caractéristique des consommateurs du sud algérien qui ont une consommation très importante en thé.

Selon les résultats de l'enquête la quantité de thé consommée varie d'une région à une autre (Figure 1).

Pour la région centre 28,12 % des personnes questionnées consomment moins de 0,5 litre/par semaine. La même tendance est observée pour la région Ouest (28,57%) et la région Est (26,92%). Cependant, pour la région sud la consommation semble très importante dont la quantité consommée la plus élevée enregistrée, varie entre les intervalles (0,5-1 L à 2,5-5 L par semaine) avec un pourcentage de 31,17% des individus qui consomment entre 2,5-5 L par semaine.

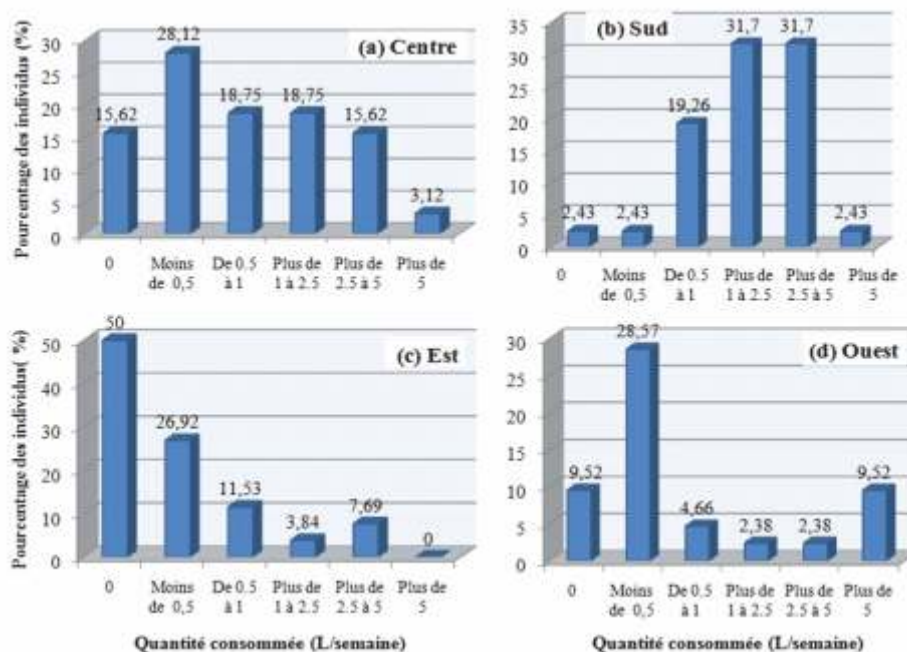


Figure 1 : Consommation de thé par région



Dans la région de l'Est, la consommation n'est pas très importante où 50% des individus déclarent que la consommation de thé est nulle par semaine et 26,92% consomment moins 0,5 L par semaine. La consommation de thé est hétérogène dans la région de l'Ouest avec 28,57% qui consomment moins de 0,5L par semaine tandis que 9,52% consomment plus de 5L par semaine.

La comparaison entre les quatre zones montre que la quantité consommée est très importante dans le sud, moyennement importante dans le centre et l'Ouest alors qu'elle est peu importante à l'Est.

## CONCLUSION

Les bienfaits du thé ne sont plus à démontrer. Cependant, le risque de présence de certaines substances comme les éléments traces métalliques, très connus par leurs effets néfastes sur la santé humaine, impose un contrôle strict de sa composition. Les résultats trouvés au cours de cette étude confirment la présence de ces substances où le thé noir est le thé le plus riche en métaux lourds notamment l'aluminium. Ainsi, l'aluminium est l'élément le plus abondant dans la matière végétale, suivi par le zinc et le cuivre alors que la teneur en cadmium est inférieure à la limite de détection de la méthode d'analyse utilisée. Sur le plan toxicité, la présence des quantités élevées en

aluminium peut être une source d'intoxication surtout pour les consommateurs réguliers de cette boisson. L'examen de l'effet du temps d'infusion sur le transfert des métaux des feuilles de thé vers l'infusion a montré un effet significatif.

La consommation du thé est liée à plusieurs paramètres. L'importance du thé en tant que boisson varie d'une région à une autre en Algérie. Sa consommation est importante au sud où la quantité de thé consommée par semaine est considérable. Cependant, au nord de l'Algérie le thé est peu important comme boisson où sa consommation est généralement occasionnelle (0,5 litre par semaine).

## RÉFÉRENCES

- Nawrot P., Jordan S. & Eastwood J. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food addit Contam.*, 20(01): 1-30
- Pedro L.F., Martin M.J., Pablos F. & Gonzalez A.G. (2001). Differentiation of tea (*Camellia sinensis*) varieties and their geographical origin according to their metal content. *The Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:4775-4779
- Luczaj W. & Skrzydlewska E. (2005). Anti oxidative properties of black tea. *Prev Med.*, 40 (6):910-918
- Seenivasan S., manikandan N., Muraleedharan N. & Selvasundaram R. (2008). Heavy metal content of black tea from south India. *Food Control*. 19 :746-749
- Koch K.R., Pougnet M.A., De Villiers S. & Monteagudo F. (1988). Increased urinary excretion of Al after drinking tea. *Nature*, 333(6169): 122.
- Megateli S., Semsari S. & Couderchet M. (2009). Toxicity and removal of heavy metals (cadmium, copper, and zinc). *Ecotoxicol and Environ Safety*, 72:1774-1780.
- Hayacibara M.F., Queiroz C.S., Tabchoury C.P.M. & Cury J.A. (2004). Fluoride and aluminum teas and tea-based beverages. *Review of Saude Publication*, 38:100-105.
- Mandiwana K.L., Panichev N. & Panicheva S. (2011). Determination of chromium(VI) in black, green and herbal teas. *Food Chemistry*. 129:1839-1843.
- Semu E. & Singh B.R. (1996). Accumulation of heavy metals in soils and plants after long term use of fertilizers and fungicides in Tanzania. *Fertilizer Research*, 44:241-248.
- Jin C.W., Du S.T., Zhang K. & Lin X.Y. (2008). Factors determining copper concentration in tea leaves produced at Yuyao County, China. *Food and Chemical Toxicology*, 46:2054-2061.
- Ferrara L., Montesano D. & Senatore A. (2001). The distribution of minerals and "avonoids in the tea plant (*Camellia sinensis*). *IL Farmaco*, 56 :397-401.
- Narin I., Colak H., Turkoglu O., Soylak M. & Dogan M. (2004). Heavy metals in black tea samples produced in Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 72: 844-849.
- Tanmoy Karak T. & Bhagat R.M. (2010). Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. *Food Research International* 43:2234-2252.
- Korkmaz F.G., Recep G.K. Nilay A., Dizman S. & Nazmi T.O. (2011). Radionuclides and heavy metals concentrations in Turkish market tea. *Food Control*. 22:2065-2070.