

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie
Département : Sciences de
l'Environnement et Sciences
Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم: علوم البيئة والعلوم
الفلاحية

Mémoire de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème

**Etude de l'influence du tabagisme sur le taux de
cadmiémie**

Membres de Jury

Président : Dr Habila S
Examineur: Dr Amira W
Encadreur : Dr Balli N

Présenté par :

Boudouda Rahil
Rouibah Nawal

Année Universitaire 2018-2019

Numéro d'ordre (bibliothèque) :.....

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur **M^{me} Balli Nassima**, pour ses précieux conseils et son aide. Qu'elle soit assurée de notre respectueuse considération.*

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre mémoire en acceptant d'examiner notre travail.

M^{me} Habila Safia et M^{me} Amira Widad

Nous tenons également à saisir cette occasion et adresser nos profonds remerciements et nos profondes reconnaissances à tous les enseignants qui nous ont suivis durant nos années d'études.

A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles. En fin, nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Liste des abréviations	V
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	x
Introduction.....	01

1^{ère} partie : Synthèse bibliographique Chapitre 01 : Généralités sur le tabac

1.1. C'est quoi le tabac ?.....	03
1.1.1. Aperçu historique.....	03
1.1.2. Origine et aperçu botanique.....	04
1.1.2.1. Principaux types de tabac.....	04
1.1.3. Culture et production du tabac.....	05
1.1.4. Récolte.....	06
1.1.5. Processus de fabrication.....	06
1.1.5.1. Dessiccation.....	06
1.1.5.2. Fermentation.....	07
1.1.5.3. Réalisation des mélanges	07
1.1.6. Modes de consommation de tabac.....	07
1.1.7. Composition de tabac fumé	08

1.1.7.1.Cadmium dans le tabac.....	10
1.2.Toxicité du tabac.....	10
1.3.Tabac : enjeu majeur de santé publique.....	11
1.3.1. Morbidité et mortalité associées dans le monde.....	11
1.3.2. En Algérie.....	12
1.4. Etat des lieux de la consommation du tabac	13
1.4.1. Consommation de tabac dans le monde.....	13
1.4.2. Consommation de tabac en Algérie.....	13
1.5. Les déterminants du tabagisme.....	13

Chapitre 02 : Relation cadmium, tabagisme et cadmièmies

2.1. Tabac : source majeur d'exposition au cadmium.....	15
2.2. Généralités sur le cadmium.....	15
2.2.1. Histoire de l'utilisation du cadmium.....	15
2.2.2. Propriétés physico-chimiques du cadmium.....	16
2.2.3. Utilisations et sources d'expositions.....	16
2.2.3.1.Utilisation.....	16
2.2.3.2. Principales sources d'émission et d'exposition au cadmium.....	17
2.3. Cadmium dans le sol et le transfert sol-plantes tabac.....	18
2.3.1. Cadmium dans le sol.....	18
2.3.2. Facteurs influençant la biodisponibilité du cadmium dans le sol.....	18
2.3.3. Les végétaux principale voie d'entrée du cadmium dans la chaîne alimentaire	19
2.3.3.1. Phytotoxicité du cadmium	19
2.3.3.2. Le cadmium chez N. tabacum	19

2.4. Tabagisme comme voie d'exposition au cadmium	19
2.4.1. Notion de tabagisme	19
2.4.1.1. Tabagisme actif	20
2.4.1.2. Tabagisme passif	20
2.4.2. Devenir du cadmium dans l'organisme	20
2.4.3. Toxicité du Cd	21
2.4.3.1. Toxicité aigüe	21
2.4.3.2. Toxicité chronique	21
2.4.4. Niveaux des cadmièmes chez les fumeurs	21

2^{ème} Partie : partie expérimentale
Chapitre 03 : Matériel et méthodes

3.1. Présentation de l'université de Jijel.....	23
3.2. La démarche expérimental	23
3.2.1. Questionnaire d'enquête épidémiologique.....	23
3.2.2. Prélèvements biologiques.....	24
3.2.3. Préparation des extraits du sang pour le dosage du cadmium.....	24
3.2.4. Dosage du cadmium sanguin	24
3.2.4.1. Principe de la Spectrophotométrie d'Absorption Atomique avec Flamme« SAAF».....	25
3.3. Traitement statistique	26

Chapitre 04 : Résultats et discussion

4.1. Caractéristiques de la population d'étude	27
4.1.1. Facteur âge	27
4.1.2. Exposition au tabagisme passif et influence de l'entourage	28
4.1.3. Fréquence de consommation du tabac pour les fumeurs	29
4.1.4. Ages moyens d'initiation de tabagisme	30
4.1.5. Mode de consommation	31

Sommaire

4.1.6. Etat de santé	32
4.2. Résultats de l'investigation toxicologique	33
4.2.1. Niveaux de cadmiémie chez les étudiants fumeurs et non-fumeurs	33
4.2.2. Evaluation de variations de l'imprégnation corporelle au cadmium des étudiants fumeurs et des non-fumeurs en fonction de facteurs de risques associés	35

Discussion	42
Conclusion	47
Références bibliographiques	49
Annexes	I
Résumé	

ACM : Analyse de la correspondance multiple.

ANOVA : comparaison de variance multiple.

CCLAT : Convention-Cadre de Lutte Anti Tabac de l’OMS.

Cd : Cadmium.

°C : Degrés Celsius.

CdsF : Cadmium sanguine fumeurs.

CdsNF : Cadmium sanguine non fumeurs.

Cig F : Cigarette fumée.

Cig T : Cigarette tout faite.

CIRC : Centre international de recherche sur le cancer.

EDTA: Acide Ethylène Diamine Tétra acétique.

ET : Ecart-type.

F : Fréquence de consommation de cigarettes.

FCTC: Framework Convention on Tobacco Control.

GMS : Moyennes géométriques.

IC : Intervalle de confiance.

INT : Initiation de tabagisme.

L : litre.

Max: Maximum.

Med : Médiane.

Min: Minimum.

NP : Non pathologie.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

P3 : Autre maladie.

PH : Potentiel d'hydrogène.

SAA : Spectrophotomètre d'absorption atomique.

SAAF : Spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme.

µg : Microgramme.

µm: Micromètre.

Liste des figures

Figure 01	plante du tabac.....	03
Figure 02	Différents types des plantes de tabac.....	05
Figure 03	Tabacs de types Burley récoltés en tige.....	06
Figure 04	Récolte de tabac de type virginie.....	08
Figure 05	différentes types de tabac fumé.....	06
Figure 06	Principaux constituants de la fumée de cigarette.....	10
Figure 07	Part du tabac parmi les huit premières causes de mortalité dans le monde.....	12
Figure 08	La part des décès dus au tabagisme dans quatre types de décès répartis par type de pathologie, enregistrés en 2009 en Algérie.....	13
Figure 09	Répartition des différents usages du cadmium.....	17
Figure 10	Les différentes sources d'émission environnementales du cadmium.....	18
Figure 11	Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'âge.....	28
Figure 12	Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'exposition au tabagisme passif.....	29
Figure 13	Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le nombre des cigarettes fumées par jour.....	30
Figure 14	Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon l'âge moyen d'initiation de tabagisme.....	31
Figure 15	Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le mode de consommation adopté.....	32
Figure 16	Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'état de santé.....	33
Figure 17	Distribution des taux de la cadmiémie au sein de la sous population des étudiants fumeurs et non fumeurs. (ns) : effet non significatif. (*) : effet significatif (**) : effet très significatif, (***) : effet hautement significatif.....	34
Figure 18	Distribution des taux de la cadmiémie au sein de la sous population des étudiants fumeurs répartie en fonction de l'âge, l'entourage, la fréquence de consommation, l'état de santé, le mode de consommation. (ns) : effet non significatif. (*) : effet significatif (**) : effet très significatif, (***) : effet hautement significatif.....	38
Figure 19	Analyse de la corrélation entre : la cadmiémie des étudiants fumeurs et les différents facteurs du risque associés.....	39
Figure 20	Distribution des taux de la cadmiémie au sein de la sous population des étudiants	41

Liste des figures

	non-fumeurs répartie en fonction de l'âge, l'entourage et l'état de santé. (ns) : effet non significatif. (*) : effet significatif (**) : effet très significatif, (***) : effet hautement significatif.....	
Figure 21	Analyse de la corrélation entre : la cadmiémie des étudiants fumeurs et les différents facteurs du risque associés.....	41

Liste des tableaux

Tableau 01	classification systématique de la plante tabac.....	04
Tableau 02	Quelques conditions de culture de la plante de tabac.....	05
Tableau 03	Les différents modes de consommation du tabac.....	08
Tableau 04	constituants majoritaire et minoritaire des deux phases particulières et gazeuses dans la fumée de cigarettes.....	09
Tableau 05	Principales complication de tabagisme actif et passif.....	11
Tableau 06	Les propriétés physico-chimiques du cadmium.....	16
Tableau 07	facteurs du risque associés au tabagisme des étudiants et leurs niveaux de cadmiémie.....	24
Tableau 08	Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'âge.....	27
Tableau 09	Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'exposition au tabagisme passif.....	28
Tableau 10	Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le nombre des cigarettes fumées par jour.....	29
Tableau 11	Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon l'âge moyen d'initiation de tabagisme.....	30
Tableau 12	Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le mode de consommation adopté.....	31
Tableau 13	Répartition des étudiants selon l'état de santé.....	32
Tableau 14	Les valeurs moyennes géométrique et arithmétique de niveau du Cd dans le	

Liste des tableaux

	sang des étudiants fumeurs et non-fumeurs.....	35
Tableau 15	Moyennes arithmétiques de concentrations cadmium ($\mu\text{g/l}$) dans le sang d'étudiants fumeurs. Les données sont représentées par leur moyenne (\pm écart-type : ET) et regroupés selon les facteurs du risque retenus.....	36
Tableau 16	Moyennes arithmétiques de concentrations cadmium ($\mu\text{g/l}$) dans le sang d'étudiants non-fumeurs. Les données sont représentées par leur moyenne (\pm écart-type : ET) et regroupés selon les facteurs du risque retenus.....	40

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini la cigarette comme étant : « un instrument de mort à l'égard duquel la neutralité n'est pas possible » (**Boulmakoul, 2012**).

En effet, la consommation de tabac est l'une des plus graves menaces qui ayant jamais pesé sur la santé publique mondiale. Elle est aujourd'hui une des causes principales de mortalité dans le monde.

Selon l'OMS, le tabagisme tue plus de 8 millions de personnes chaque année. Plus de 7 millions d'entre elles sont des consommateurs ou d'anciens consommateurs, et environ 1.2 million des non-fumeurs involontairement exposés à la fumée (**OMS, 2019**).

En Algérie, le tabac est responsable de 15 000 décès d'algériens chaque année avec 40 fumeurs en moyenne meurent prématurément chaque jour à cause du tabagisme (**Kendi, 2012**).

Lorsque l'on parle du tabagisme et de ses répercussions, il semble important de souligner les risques sur la santé du fumeur actif, mais aussi du fumeur passif, qui correspond au fait d'inhaler, de manière involontaire, la fumée dégagée par un ou plusieurs fumeurs (**Chastang, 2012**).

En effet, en ce qui concerne la fumée du tabac, elle contient près de 4.000 substances toxiques, parmi lesquelles les métaux lourds tels que le plomb, le mercure, le chrome et plus particulièrement le cadmium, sont susceptibles de pénétrer dans l'organisme et d'augmenter leur concentration sanguine.

Généralement, il est actuellement admis que le tabac est la principale source de contamination par le cadmium chez les fumeurs. Cela s'explique par la capacité qu'a la plante de tabac à stocker dans ses parties aériennes le cadmium absorbé à partir des sols contaminés. Ce cadmium est alors retrouvé dans le tabac qui sera fumé ou mâché (**Hermand, 2012**).

De tous les métaux, le cadmium (Cd) est celui sur lequel s'est porté le plus d'attention. Il occupe la septième place parmi les vingt substances les plus toxiques pour l'être humain, recensées en 2001 dans un rapport établi par les autorités sanitaires aux Etats-Unis (**ATSDR, 2001**). De plus, il est classé par le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme un élément cancérigène de type I (**Hermand, 2012**).

Dans le monde entier, le cadmium a été largement étudié chez les professionnels mais peu de données concernant l'imprégnation de la population générale fumeuses et non fumeuses sont disponibles. A notre connaissance, il s'agit de la première étude de

biomonitoring des concentrations biologiques du cadmium dans une population générale fumeuse et non fumeuse en Algérie, et plus particulièrement à Jijel.

Notre étude s'intéresse, dans une première approche, à l'étude de l'influence du tabagisme sur les niveaux du cadmium sanguin d'une population des étudiants de l'université de Jijel par le biais de dosage de ce métal dans le sang total des étudiants volontaires.

La seconde approche vise à évaluer les liens entre les niveaux de cadmium dans le sang et les facteurs de risque les plus déterminants tels que l'âge, le profil du statut tabagique et l'influence de l'entourage via une enquête épidémiologique. En effet, l'épidémiologie constitue une discipline de choix pour cette investigation car elle permet de décrire le phénomène tabagique, dénombrer les individus qui en sont touchés et déterminer les facteurs associés.

Ce mémoire comporte deux grandes parties :

La première partie présente la synthèse bibliographique qui renferme deux chapitres, le premier présente des informations générales sur le tabagisme alors que le deuxième concerne des généralités sur le cadmium et la relation de ce dernier avec le tabagisme.

La seconde partie, présente la partie expérimentale et englobe un chapitre qui décrit l'ensemble du matériel et des méthodes adoptées pour la réalisation de ce travail. Dans le deuxième chapitre de cette partie, nous présentons les résultats obtenus et nous caractérisons les facteurs de risque liés aux niveaux de cadmiémie de la population ciblée. Enfin nous terminons par une conclusion générale.

1.1. C'est quoi le tabac ?

Le mot « tabac » est issu de l'espagnol tabaco (**Baptiste, 2008**). C'est une plante à tige herbacée ou sous ligneuses (**figure 01**), feuilles isolées et entières, inflorescence complexe, robuste, de 50 cm à 2 mètres de haut. Les grandes feuilles vertes mesurent jusqu'à 70 cm de long et les fleurs blanches roses en forme de trompette sont disposées en grappes (**Diawara, 2011**).

La plante est recouverte de poils glandulaires courts et visqueux qui dégagent une sécrétion jaunâtre contenant de la nicotine (**Poitevineau, 2017**).



Figure 01 : plante du tabac (**Vincent, 2017**).

Selon la Convention-cadre de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (FCTC) « on entend par “produits du tabac” des produits fabriqués entièrement ou partiellement à partir de tabac en feuilles comme matière première et destinés à être fumés, sucés, chiqués ou prisés » (**Olivier, 2017**).

1.1.1. Aperçu historique

Lorsque les premiers explorateurs découvrirent l'Amérique centrale, ils observèrent que les indigènes fumaient des feuilles tantôt en roulées sous forme de cylindres appelés «Tobago», tantôt hachées et bourrées dans des calumets ou pipes. En Amérique du Sud, des feuilles semblables étaient prisées et chiquées à des fins médicales (**Angeno, 1983**).

En 1442, Christophe Colomb découvre l'Amérique et en même temps le tabac qui va se répandre rapidement en Espagne et au Portugal puis dans le reste de l'Europe (**Tounkara, 2005**).

Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale qu'il se répand massivement, gagnant peu à peu toutes les classes de la société et l'usage du tabac se répandit rapidement en Europe puis dans le monde entier (**Rabiere, 2014**).

Le théâtre puis la télévision, la publicité ou le cinéma participent à démocratiser cet usage, à le rendre attractif et moderne (Grtit, 2013). En 1982, la production mondiale de cigarettes a atteint 4600 milliards d'unité (Toukara, 2005).

1.1.2. Origine et aperçu botanique

Selon la classification officielle des plantes, le tabac est une plante de la famille des solanacées de même que la tomate et la pomme de terre (Grtit, 2013).

Le genre de Solanacées regroupe 67 espèces (Blancard, 1998), dont les plus connues sont la *Nicotiana Tabacum* et la *Nicotiana Rustica* (Olivier, 2017).

Le **tableau 01** représente la classification systématique de cette plante.

Tableau 01 : Classification systématique de la plante du tabac (Diawara, 2011).

Règne	Végétal
Division	Spermaphytes
Sous division	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypetales
Ordre	Personnatae
Famille	Solanacée
Genre	Nicotiana
Espèce	<i>Nicotiana tabacum</i>

Nicotiana tabacum ou le grand tabac est l'espèce la plus utilisée dans la fabrication du tabac issue d'un hybride spontané entre *N.tomontosiforms* et *N.sylvestris* et cette double parenté, prouvée en maintes occasions, explique la grande diversité et l'ensemble des propriétés trouvées chez le tabac industriel. Elles représentent 90 % de la production mondiale du tabac (Chevalier et al., 2016; Diawara,2011).

1.1.2.1.Principaux types de tabac

Quatre types de tabac sont distingués :

- **Tabac Bruns** : proche des types traditionnels d'Amérique du Sud. Ils sont cultivés dans la plupart des pays tabacoles (**figure 02a**)

- **Tabac Burley** : tabac jaune vert à jaune caractériser par une déficiente en chlorophylle (**figure 02b**).
- **Tabac de virginie** : tabac, vert sur le champ, que l'on appelle tabac Blond en raison de sa coloration jaune à jaune orangé rouge obtenue après séchage (**figure 02 c**).
- **Tabac d'Orient** : plantes très peu développées, elles sont remarquables par leur aromaticité qui les rend unique dans le monde.



Figure 02 : Différents types des plantes du tabac : (a) tabac brun, (b) tabac Burley, tabac virginie (Blancard, 1998).

1.1.3. Culture et production du tabac

Originaire des pays chauds, mais susceptible de prospérer sous des climats divers, la culture du tabac exige certaines conditions résumées dans le **tableau 02**.

Tableau 02 : Quelques conditions de culture de la plante de tabac (Chevalier et al., 2016 ; Diawara, 2011; Dufrenoy, 1933).

Conditions de culture du tabac	
Température optimale	27°C
Qualité du sol	sol sablonneux et léger, riche en éléments fertilisants notamment l'azote, l'acide phosphorique et la potasse.
Durée de végétation	cycle de végétation dure de trois mois et demi à cinq mois (de mars à juillet/août).
Facteurs climatiques	pluies moins abondantes, en général le tabac se plaît surtout dans les régions chaudes ou l'air demeure relativement humide.
Signes de maturité	feuilles récoltées en fonction de leur stade de maturation : les tabacs foncés sont généralement récoltés très mûrs, les tabacs légers un peu avant maturité, ceux d'Orient et de Virginie à maturité avancée.

La production mondiale du tabac atteint environ 7,5 millions de tonnes par an (**Diawara, 2011**) et est dominée par la Chine avec 4 886 230 tonnes en 2006

1.1.4. Récolte

Elle est réalisée soit en :

- **Tiges** : la cueillette en une seule fois de la plante entière avec l'ensemble des feuilles qu'elle porte (**figure 03**).



Figure 03 : Tabacs de types Burley récoltés en tige (**Blancard, 1998**).

- **Feuilles** : récolte des feuilles effectuée en plusieurs fois (5 en moyenne). au fur et à mesure de leur maturité (figures 04).



Figure 04 : Récolte des feuilles (a) individuellement en fonction de leur maturité, (b) récolte terminée (**Blancard, 1998**).

1.1.5. Processus de fabrication

La fabrication du tabac comporte les étapes suivantes :

1.1.5.1. Dessiccation

Le séchage est une étape clé : s'il est rapide, les tabacs obtenus sont relativement clairs, s'il est lent, leur teinte est plus foncée (**Chevalier et al., 2016**).

Les conséquences de la dessiccation sont d'abord le jaunissement et la mort des feuilles puis l'amidon étant alors transformé en sucres. Les protéines ainsi que les pigments sont dégradés (**Chevalier et al., 2016**).

1.1.5.2.Fermentation

Le principe dominant des méthodes de fermentation tendent à développer les propriétés caractéristiques d'une feuille de tabac qui, à part la texture, sont la couleur, le brillant et l'élasticité (**Paguirigan, 1924**).

Durant cette phase, le taux de nicotine diminue, de même que la quantité de sucres, mais il se développe des acides gras, des alcools et des esters qui procurent au tabac son caractère aromatique (**Chevalier et all., 2016**).

1.1.5.3.Réalisation des mélanges

En utilisant jusqu'à 30 tabacs différents de tabac, les mouillés pour pouvoir les hacher, enlevés la nervure centrale, etc. Le tabac est ensuite torréfié, ce qui lui donne son goût.

Le produit ainsi haché subit le plus souvent une opération de sauçage durant laquelle les feuilles sont aromatisées par ajout des agents de saveurs et de textures comme l'essences de vanille, de chocolat ou de menthol...etc. Le produit obtenu est appelé « scaferlati ». Il est alors emballé et envoyé à l'usine où il est transformé en cigares, cigarettes, etc (**Chevalier et all., 2016**). Ces substances rendre la cigarette consommable et masquer les arômes indésirables du tabac brut (**Poitevineau, 2017**).

L'addition de l'ammoniaque comme additifs permet d'élever le pH de la fumée et ainsi augmenter l'absorption de la nicotine au niveau des alvéoles (**Grtit, 2013**).

1.1.6. Modes de consommation de tabac

L'utilisation du tabac ne se résume pas à la cigarette manufacturée comme l'illustre le **tableau 03**.

Tableau 03 : Les différents modes de consommation du tabac (**Gartit, 2013**).

Tabac fumé : C'est la forme la plus répandue du tabagisme.	cigarettes : formées d'un petit cylindre de papier de cellulose appelé vélin ou d'un matériel similaire rempli de feuilles de tabac hachées et traitées (Figure 05 a).
	Cigares : cylindre formé d'une feuille de tabac enroulée en spirale sur d'autres feuilles pliées ou remplie de feuilles de tabac hachées en petits morceaux (Figure 05b).
	Pipe : objet servant principalement à fumer le tabac, composé de deux parties principales: le fourneau (contient le tabac) et le tuyau (sert à aspirer) (Figure 05c).
	Narguilé (shisha) : pipe orientale dont la fumée après avoir traversé un vase rempli d'eau parfumée est aspirée par le fumeur au moyen d'un long tuyau flexible (Figure 05d)
Tabac non fumé	Tabac à mâcher ou à chiquer : sous la forme de rouleaux de tabacs aromatisés.
	Tabac à priser :poudre très fine de tabac, spécialement préparée pour être aspirée dans les muqueuses nasales.
Tabac en rouleaux	Tabac en rouleaux : combine les deux catégories précédentes. Il se présente sous la forme d'une corde filée en feuilles de tabac, mise ensuite en pelotes ou rouleaux. Il est utilisé par portions soit comme tabac à pipe, soit comme tabac à mâcher.

**Figure 05** : différents types de tabac fumé : (a) cigarettes, (b) cigares, (c) pipe, (d) narguilé ou shisha (**Gartit, 2013**).

1.1.7. Composition de tabac fumé

Les industriels ajoutent de nombreuses substances au tabac compris dans la cigarette, selon une recette qu'ils gardent le plus souvent secrète (**Chastang, 2012**).

Plusieurs facteurs influent la composition des cigarettes : la nature du tabac (espèce et région de culture), les caractéristiques de la cigarette (longueur et diamètre), le traitement du tabac et

son mode de séchage, le papier utilisé et le filtre éventuel ou encore la ventilation de l'endroit.
(Poitevineau, 2017)

La fumée de cigarette est composée de plus de 4000 produits chimiques dont 40 sont cancérigènes, répartis en deux phases : une particulaire et une phase vapeur (Tableau 04) (Labelle, 2014).

Tableau 04 : constituants majoritaires et minoritaires des deux phases particulaires et gazeuses de la fumée de cigarettes (Misson, 1983).

Phase	Composé	Quantité		
		mg/cig	µg/cig	ng/cig
Gazeuse	Azote	295		
	Monoxyde de carbone	16		
	Méthane		800	
	Cyclohexane			300
	Toluène		80	
	Diméthylnitrosamine			80
Particulaire	Glycols	3		
	Alcaloïdes(nicotine et dérivés)	1,6		
	Naphtalène		3	
	Benzo(a)pyrène		0,02	
	Pyridine		40	
	Cadmium		0,187 à 2	

Lorsque la cigarette est allumée, la combustion entraîne la formation de nombreux composés toxiques comme les goudrons, divers gaz toxiques (monoxyde de carbone, oxyde d'azote, acide cyanhydrique, ammoniac), des métaux lourds particulièrement le cadmium, ainsi que des substances irritantes (Figure 06) (Chevalieretal., 2016).

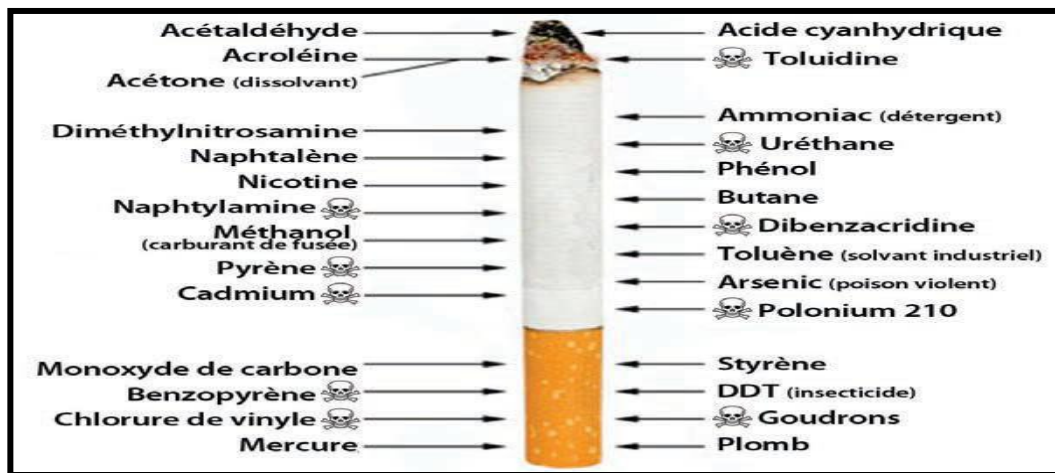


Figure 06: Principaux constituants de la fumée de cigarette (Chevalier et al., 2016).

1.1.7.1. Cadmium dans le tabac

Le cadmium, présent dans la phase particulaire, est produit par distillation à une température d'environ 800° C.

La vapeur métallique elle-même et l'oxyde très fin qui en résulte par combustion dans l'air, sont très toxiques à l'égard des poumons. Ainsi, le cadmium dans la fumée de cigarette peut être inhalé et absorbé (absorption estimée à 40 %).

Un fumeur a un apport respiratoire de cadmium (2 µg/jour pour 10 cigarettes/jour) supérieur à celui d'un non-fumeur (<0,1 µg/jour) de telle sorte qu'un fumeur moyen peut accumuler environ 30 mg du cadmium en 50 ans.

La demi-vie biologique du cadmium est estimée entre 10 et 30 ans. Si l'apport en cadmium par la nourriture correspond à 75- 100 µg /jour, 4 % seulement sont absorbés par le tractus gastro-intestinal. Par contre, les fumeurs inhalent une quantité correspondant à 2 µg par cigarette dont 50 à 95 % sont bien résorbés par les voies respiratoires (Angeno, 1983).

1.2. Toxicité du tabac

Il n'y a pas de seuil à partir duquel la consommation du tabac devient toxique ; la première cigarette a une toxicité moindre mais réelle (Lakjiri, 2010).

La fumée du tabac agit directement ou indirectement sur presque tous les organes du corps. Elle provoque des conséquences et complications graves (tableaux 05) (Chevalier et al., 2016)

Tableaux 05 : Principales complications de tabagisme actif et passif (Chevalier et al., 2016).

Principales complication de tabagisme	Type de complication	Caractéristiques des complications et exemples
actif	Cancers	Poumons : le plus fréquent, lié au tabac dans 90% des cas Autres : langue, larynx, pharynx, œsophage, rein.....
	Cardiovasculaires	Infarctus du myocarde augmenté, accident vasculaire cérébral
	Respiratoires	Broncho-pneumopathie chronique obstructive(BPCO), aggravation d'un asthme préexistant
	Reproductions	impuissance chez l'homme, baisse de la fertilité chez la femme
	Osseuses	Fractures pathologiques et d'ostéoporose post-ménopausique augmentées
	Infections	Infections bactériennes
	Grossesses	Fausse couche, grossesse extra-utérine, retard de croissance du fœtus, faible poids de naissance
	Principales complication de tabagisme passif	Risque cardiovasculaire
Cancer du poumon		Risque augmenté de 25 %
Risque sur le jeune enfant		Infections respiratoires, otites, asthmes Troubles déficitaires de l'attention, risque de dépression et d'anxiété généralisée

1.3.Tabac : enjeu majeur de santé publique

1.3.1. Morbidité et mortalité associées dans le monde

La consommation de tabac est aujourd'hui la première cause de mortalité évitable dans le monde. Environ 6 millions de personnes meurent des suites de son usage chaque année dans le monde. Un travail de recension et de projection des décès attribuables au tabac dans les pays dits « développés » permet d'estimer que le taux de mortalité liée au tabac était de 17% des décès dans ces pays en 2010 (Olivier, 2016).

Ces chiffres de mortalité correspondent à la part des décès consécutifs de 21 pathologies, dont le tabac est reconnu responsable (Olivier, 2016). Les maladies liées au

tabagisme sont le plus souvent des cancers ainsi que des pathologies cardio-vasculaires et/ou respiratoires. Au total, elles seraient responsables d'environ 15% des cancers dans le monde et de 80 à 90 % des cancers du poumon aux Etats-Unis à la fin des années 90 (Schramm, 2012).

La consommation de tabac a ainsi été mise en évidence comme facteur de risque de la survenue de six des huit premières causes de mortalité mondiale (Figure 07), dont 90% de tous les cancers du poumon (Olivier, 2016).

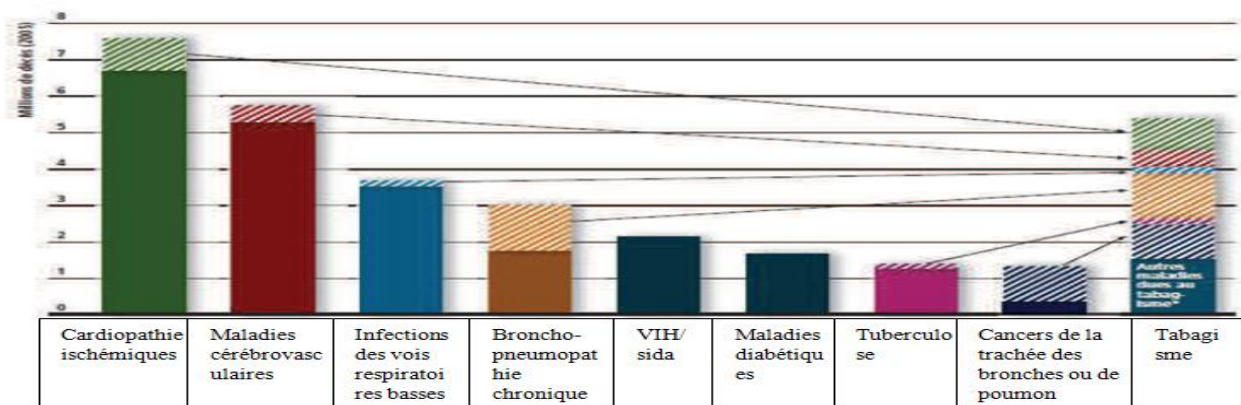


Figure 07 : Part du tabac parmi les huit premières causes de mortalité dans le monde (Olivier, 2016). Parties hachurées indiquent la proportion de décès liés au tabagisme.

Le tabac tue les fumeurs, mais aussi les non-fumeurs, selon l'OMS le tabagisme passif est à l'origine de 600 000 morts par an dans le monde, dont 28 % des enfants, soit environ 168 000 décès. Les deux tiers de ces décès se produisent en Afrique et en Asie du Sud (Olivier, 2016).

1.3.2. En Algérie

Le tabagisme en Algérie représente une cause de mortalité plus ou moins importante. A 50%, il est à l'origine des décès dus à pas moins de 25 maladies respiratoires et à 90% des décès dus aux cancers du larynx et du poumon (Figure 10). Par contre, sa part est moins importante comme cause de mortalité par crise cardiaque qui est de 28% et par l'artériosclérose qui est de 8%. En effet, le tabac est responsable de 15 000 décès d'Algériens chaque année avec 40 fumeurs en moyenne meurent prématurément chaque jour en Algérie à cause du tabagisme (Kendi, 2012).

Il provoque, annuellement, 7 000 infarctus du myocarde, 4 000 cancers bronchiques et 2 000 insuffisants respiratoires. Chaque année, 30 000 nouveaux cas de cancer sont diagnostiqués.

Il est responsable à 50% des décès dus à pas moins de 25 maladies respiratoires et à 90% des décès dus aux cancers du larynx et du poumon (**Figure 08**). Par contre, sa part est moins importante comme cause de mortalité par crise cardiaque qui est de 28% et par l'artériosclérose qui est de 8% (**Kendi, 2012**).

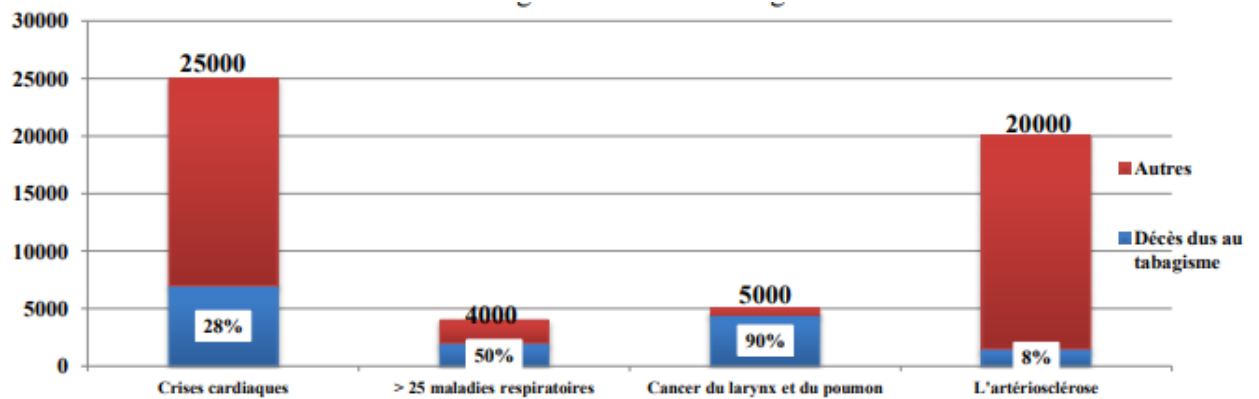


Figure 08 : La part des décès dus au tabagisme dans quatre types de décès répartis par type de pathologie, enregistrés en 2009 en Algérie (**Kendi, 2012**).

1.4. Etat des lieux de la consommation du tabac

1.4.1. Consommation de tabac dans le monde

L'OMS compte 1,3 Milliard de fumeurs dans le monde en 2009, soit 19% de la population mondiale dont 70% prévalent dans les pays en développement (**Kendi, 2012**).

En moyenne, c'est dans le tiers de pays à plus hauts revenus que le taux de fumeurs est le plus élevé, avec 25% de consommateurs (**Olivier, 2016**).

1.4.2. Consommation de tabac en Algérie

Le tabagisme prend de l'ampleur chez les algériens avec quatre millions de fumeurs âgés de plus de 15 ans recensés dans notre pays, dont plus de 300 000 sont des femmes, représentant plus de 6% contre 02% en 2010. Alors que le taux de tabagisme s'est relativement stabilisé en 2017 autour de 15% de la population, avec 8% en milieu scolaire (**Terfani, 2018**).

1.5. Les déterminants du tabagisme

Le tabagisme régulier, le plus à risques de provoquer dépendance et maladies, vient en conclusion d'un processus d'initiation qui varie selon les individus dont les trajectoires ont révélé la présence de multiples facteurs exogène ou endogène (**Olivier, 2016**).

Il est lié à la conjonction de plusieurs facteurs :

- La pression sociale avec le rôle de l'environnement, de la publicité, de l'image de la cigarette.
- Le caractère addictif du tabac et singulièrement de la cigarette par l'intermédiaire de la nicotine.
- L'existence d'une vulnérabilité psychologique chez de nombreux adolescents fumeurs (neuroticisme, nervosité excessive, pessimisme, difficulté d'affirmation de soi, troubles du sommeil, personnalité agressive impulsive chez les garçons, préoccupation du poids et de l'image corporelle chez les filles) (**Rabiere, 2014**).

2.1. Tabac : source majeur d'exposition au cadmium

Contrairement à la majorité des autres plantes, le tabac accumule le cadmium à des niveaux relativement élevés dans ses parties aériennes. Ce métal est ensuite retrouvé dans la fumée de cigarette. La concentration en cadmium dans les vaisseaux sanguins des fumeurs est deux à trois fois supérieure à celle que l'on rencontre chez les non-fumeurs (**Hermand, 2012**).

Le cadmium présent dans les feuilles de tabac est absorbé à partir du sol lors de la culture. Il se transfère ensuite dans la phase aqueuse de la fumée. De ce fait, les cigarettes contrefaites contiennent souvent plus de cadmium que les cigarettes industrielles. Le cadmium, le mercure, le plomb et le chrome sont les principaux métaux retrouvés (**Cécile-Maëlle, 2016**).

2.2. Généralités sur le cadmium

Le cadmium (Cd) est un élément naturel rare réparti uniformément dans la croûte terrestre, où sa concentration moyenne est de 0,15 à 0,20 mg/kg (**Yves, 2008**). Généralement, il est présent à l'état d'impuretés dans divers minerais (**Andujar et al., 2010**).

Chimiquement, c'est un métal blanc argenté, légèrement bleuté, très malléable et ductile, largement utilisé dans les pays industrialisés (**Behrouze, 1995 ; Martineau, 2008**) et résistant à la corrosion. Il y est dispersé en petite quantité, soit entre 0,1 mg/kg et 5 mg/kg, majoritairement sous sa forme divalente complexée avec des sulfates, des oxydes et des carbonates (**ATSDR, 2008**).

Biologiquement, le Cd n'est pas essentiel au développement des organismes animaux ou végétaux, appartenant à la famille de métaux de transition. En revanche, ses propriétés physiques et chimiques, proches de celles du Zinc et du Calcium, lui permettent de traverser les barrières biologiques et de s'accumuler dans les tissus. Il se trouve souvent associé dans les roches aux éléments du même groupe, comme le zinc et le mercure (**Zorrig, 2010**).

Le Cd rejeté dans l'atmosphère provient de sources naturelles comme les éruptions volcaniques mais surtout d'activités industrielles qui en sont la principale source d'émission dans l'air. Le cadmium retrouvé dans l'eau est issu de l'érosion des sols, ou d'activités anthropiques comme les décharges industrielles (**Bisson M., 2014**). On le retrouve comme contaminant dans les sédiments, l'air, l'eau, dans l'agriculture, les rejets industriels et la fumée de cigarette.

2.2.1. Histoire de l'utilisation du cadmium

Le cadmium fut découvert en 1808 par Magnus Martin af Pontin, mais c'est en 1817 que l'Allemand Friedrich Stromeyer le prépara pour la première fois. Le nom de Cadmium vient du

latin *cadmia* (calamine) (**Matias M, 2008**). L'ancien nom pour "calamine" ou "galmei", un minerai de zinc (**Verge, 2006**).

2.2.2. Propriétés physico-chimiques du cadmium

Le cadmium est un élément chimique dont le symbole est Cd, de numéro atomique 48 (**Borchardt, 1985 ; Garin et Simon, 2004**), leur masse molaire atomique est de 112,4 g/mol (**Arris, 2008**).

C'est un élément rencontré en milieu aquatique sous divers formes physiques (dissoute, colloïdale, particulaire) et chimiques (minérale ou organique). Le **tableau 07** synthétise les principales propriétés physico-chimiques du cadmium.

Tableau 07: Les propriétés physico-chimiques du cadmium (**Barbalace, 2012**)

Propriétés	Valeurs
Numéro atomique	48
Masse atomique	112.4 g /mol ⁻¹
Masse volumique	8.7 g.cm ⁻³ à 20°C
Température de fusion	321°C
Pression de vapeur	7.5*10 ⁻³ mm Hg à 257
Solubilité dans l'eau	Non soluble à 20°C

2.2.3. Utilisations et sources d'expositions

2.2.3.1. Utilisation

Le cadmium a de multiples utilisations, notamment dans les écrans de télévision, les barres de contrôles des réacteurs nucléaires, les colorants. Il entre dans la composition de nombreux alliages à bas point de fusion (soudures, brasures) dans l'industrie électronique et chimique, la photographie et dans la métallisation des surfaces et sert à la fabrication de certaine batterie d'accumulateurs (**Figure 13**) (**Bisson, 2011 ; Matias, 2008**).

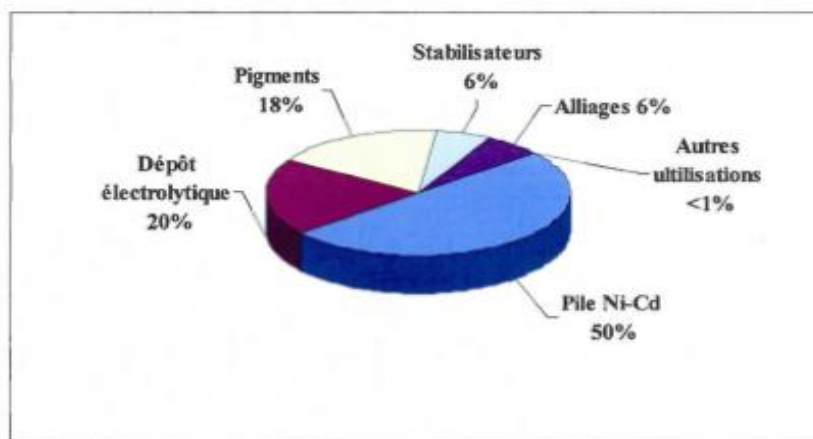


Figure 13 : Répartition des différents usages du cadmium (Bonet, 2011).

2.2.3.2. Principales sources d'émission et d'exposition au cadmium

Le Cd est un contaminant retrouvé dans l'environnement en raison de sa présence naturelle dans l'écorce terrestre (8%) (éruptions volcaniques, incendies de forêts, minerais de zinc, de plomb, et dans le sol, du fait de l'érosion) aux concentrations moyennes comprises entre 0,1 et 1 mg.kg⁻¹ dans les sols, entre moins de 1 à 5 ng.m⁻³ dans l'air et inférieure à 1 ng.L⁻¹ dans l'eau (Bisson, 2014 ; Das et al., 1997).

Tandis que les 92% restants proviennent des activités anthropiques (Figure 14) (Bonet, 2011) dont les activités industrielles et l'agriculture par l'utilisation du Cd dans les engrais phosphatés sont les principales sources d'émission dans l'environnement (Bisson, 2014).

Pour la population générale, les deux principales sources d'expositions au cadmium de sont l'alimentation et le tabagisme.

En effet, le Cd est présent de façon importante dans certains aliments, comme les fruits de mer, les abats, certaines céréales (riz, blé...), les champignons et les légumes et, dans une moindre mesure, dans le poisson, les fruits et la viande (Andujar et al., 2010). Alors que le tabagisme représente une importante source de Cd où une cigarette contient 1 à 2 µg de Cd dont 10 à 20 % sont inhalés ce qui signifie que la consommation d'un paquet de cigarettes par jour fournit un apport quotidien supplémentaire de 2 à 4µg (Bonet, 2011).

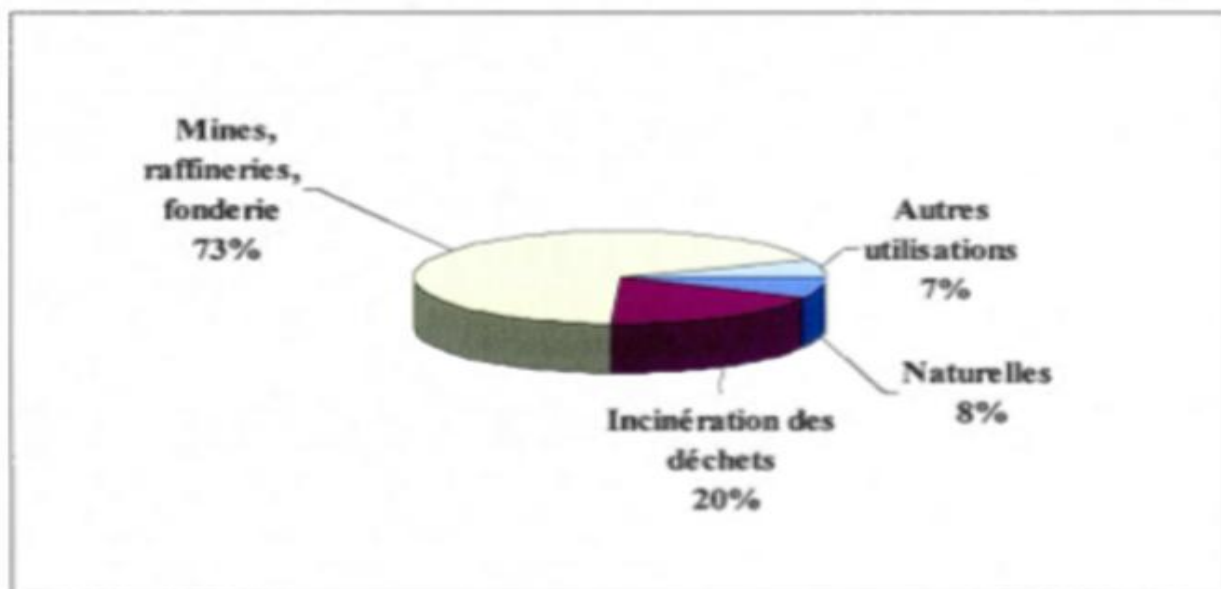


Figure 14 : Les différentes sources d'émission environnementales du cadmium (Bonet, 2011).

2.3. Cadmium dans le sol et le transfert sol-plantes tabac

2.3.1. Cadmium dans le sol

Les concentrations naturelles dans les horizons supérieurs des sols cultivés sont comprises entre 0,2 et 0,4 mg.kg⁻¹ (Bourelrier et al., 1998 ; Silveira, 2003). Elles peuvent atteindre des valeurs supérieures à 150 mg. kg⁻¹ sur certains sites pollués suite, par exemple, à l'épandage de boues contaminées (Silveira, 2003).

Le cadmium est assez mobile dans les sols, néanmoins il a tendance à s'accumuler dans les horizons supérieurs du sol, riches en matière organique par rapport à d'autres métaux en traces tels que le cuivre ou le plomb (Houeix et al., 2014 ; Bourelrier et al., 1998).

2.3.2. Facteurs influençant la biodisponibilité du cadmium dans le sol

Le comportement du métal dans la solution du sol (disponibilité au transport ou immobilisation) et aux interfaces solution/solide et solution/plante (phyto disponibilité) dépend d'un grand nombre de paramètres bio-géochimiques liés à la nature du sol et aux formes chimiques du métal dans la solution du sol (Bourelrier et al., 1998).

Le transfert vers la plante dépend principalement du pH et de la concentration du métal dans le sol (Tudoreanu et Phillips, 2004) et de la présence/absence d'autres cations, du zinc en particulier (Nan et al., 2002).

➤ Effet du pH

Le pH du sol est l'un des paramètres majeurs influençant la biodisponibilité du cadmium et donc son transfert vers les plantes (**Kirkham, 2006**). Plusieurs chercheurs ont en effet montré que les faibles valeurs de pH favorisent l'accumulation de Cd dans les tissus végétaux et leur transfert vers les nappes phréatiques (**Arris, 2008 ; Waisberg et al., 2004 ; Tsadilas et al., 2005 ; Yanai et al., 2006**) ce qui présentent alors un risque pour la santé).

2.3.3. Végétaux : principale voie d'entrée du cadmium dans la chaîne alimentaire

Les végétaux sont la principale voie d'entrée de la chaîne alimentaire. La pollution, à la fois de l'air et des sols, expose les végétaux à des concentrations croissantes de cadmium (**Mensch et Baize, 2004**). En effet, entre 1 et 5% des produits cultivés de certaines espèces végétales dépassent la concentration maximale réglementaire en cadmium (**Mensch et Baize, 2004**).

2.3.3.1. Phytotoxicité du cadmium

Chez les plantes, le cadmium n'a aucune fonction biologique connue (**Pokorny et al., 2004**), et il est toxique à de faibles concentrations (**De la Rosa et al., 2004**). Des inhibitions de croissance et des chloroses des feuilles peuvent apparaître pour des concentrations en Cd variant de 1 à 5 mg.kg⁻¹ (**Bourrelier et Berthelin, 1998**), liées à un dysfonctionnement de l'équilibre hydrique, de la machinerie photosynthétique et des enzymes du métabolisme (**Das et al., 1997 ; Clemens, 2006**).

2.3.3. 2. Le cadmium chez *Nicotiana tabacum*

La voie principale d'entrée du cadmium dans le corps humain se fait au travers de la consommation de végétaux. Le tabac est la principale source de contamination par le cadmium chez les fumeurs. Cela s'explique par la capacité qu'a la plante de tabac (*Nicotiana tabacum*) à stocker dans ses parties aériennes le cadmium absorbé par les racines. Ce cadmium est alors retrouvé dans le tabac qui sera fumé ou mâché (**Dguimi et al, 2008**).

Le cadmium présent dans la fumée de cigarette est considéré comme un élément cancérigène de catégorie I. La catégorie I correspond aux éléments dont l'effet cancérigène a été prouvé. Le cadmium présent dans la fumée de cigarette est également responsable de maladies cardiovasculaires (**Elmayan et Tepfer, 1994**).

2.4. Tabagisme comme voie d'exposition au cadmium

2.4.1. Notion de tabagisme

Le tabagisme est une « intoxication chronique par le tabac » (**Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, 2016; Encyclopédie Larousse, 2016**).

Le tabagisme est défini comme étant l'usage prolongé, « donc abusif » de n'importe quelle forme de produits à base de tabac (cigare, pipe, chique, cigarette). L'OMS a défini la cigarette comme étant : « la cigarette est un instrument de mort à l'égard duquel la neutralité n'est pas possible ». Actuellement on distingue selon l'OMS deux types de tabagisme distincts:

2.4.1.1. Tabagisme actif

Ce terme est relatif à l'usage des produits du tabac, et aux conséquences qui en résultent sur le plan sanitaire chez l'utilisateur lui-même (fumeurs priseur et chiqueur).

Lors de la consommation de tabac, il se forme trois courants de fumée (**Chevalier et al., 2015**):

- primaire, qui représente la fumée libérée dès que le fumeur tire sur la cigarette.
- secondaire, qui correspond à la fumée se dégageant de l'extrémité de la cigarette.
- tertiaire, c'est-à-dire la partie de la fumée inhalée par le fumeur qui est rejetée lors de la prochaine expiration. Ses effets sont négligeables car cette fumée comporte les toxiques qui ne sont pas déposés dans les voies respiratoires.

2.4.1.2. Tabagisme passif

Encore dit tabagisme « involontaire » et se rapporte à l'exposition involontaire et forcée, des sujets non fumeurs à la fumée des autres sujets fumeurs. Pour les tabacs à chiquer on ne peut pas parler de tabagisme passif puisqu'il n'y a pas de production de fumées (**Grtit, 2013**).

Le non-fumeur inhale le courant secondaire et une infime partie du courant tertiaire. Malheureusement, il a été démontré que les courants secondaires et tertiaires sont les plus riches en micropolluants, en monoxyde de carbone et en produits cancérigènes.

En plus de la gêne occasionnée, le tabagisme passif aggrave les maladies existantes et peut en créer de nouvelles. L'OMS impute au tabagisme passif 603 000 décès annuels dans le monde, soit 1 % de la mortalité mondiale et l'International Agency for Cancer (IARC) a formellement déclaré le tabagisme passif comme cancérigène (**Chevalier et al., 2015**)

2.4.2. Devenir du cadmium dans l'organisme

L'absorption digestive du cadmium est faible (environ 5 à 10%). Après passage de la barrière intestinale, le cadmium se trouve dans le sang ou il est rapidement distribué dans le foie et

les reins et dans une moindre mesure dans le pancréas et la rate. Le cadmium est un toxique cumulatif dont la demi-vie biologique est très longue puisqu'elle a été estimée de 20 à 30 ans chez l'homme. Son excrétion est très lente presque exclusivement par voie urinaire (**Ricoux et al., 2005**).

2.4.3. Toxicité du Cd

2.4.3.1. Toxicité aigue

Les effets aigus n'apparaissent qu'après ingestion d'au moins 10mg de cadmium. Les symptômes observés généralement sont des gastro-entérites avec des vomissements, des diarrhées, des myalgies et des crampes épigastriques (**Nakib, 2010**).

2.4.3.2. Toxicité chronique

Les expositions au Cd sont associées à une insuffisance rénale, où le rein semble l'organe le plus touché par les méfaits du cadmium, ainsi qu'un risque accru de lésions hépatiques, d'insuffisance cardiaque et d'accident vasculaire cérébral, maladie artérielle périphérique, ostéoporose, résistance à l'insuline, dommages pulmonaires, problèmes urinaires, diabète et des troubles de systèmes reproducteurs (**Nordberg, 2009**).

Les effets chroniques de Cd sur la santé, sont maintenant reconnus à des niveaux d'exposition plus faibles qu'on ne le pensait auparavant. Les effets tubulaires rénaux, par exemple, ont été associés à des concentrations aussi faibles que 0,38 µg / l et 0,67 µg / g de créatinine dans des échantillons de sang et d'urine, respectivement (**Wieseman et al., 2017**).

2.4.4. Niveaux des cadmiémies chez les fumeurs

Les principales sources d'exposition non-occupationnelles au cadmium pour l'homme sont l'alimentation (particulièrement les végétaux) et le tabagisme (**Zang, 2016**). Ce dernier peut aussi potentialiser les effets de l'exposition provenant d'autres sources (**Fairbrother et al., 2007b**).

Le dosage du cadmium sanguin ou cadmiémie est un indicateur d'exposition récente chez les sujets faiblement exposés, mais aussi de la charge corporelle après arrêt de l'exposition. Le tabagisme peut augmenter le taux du cadmium sanguin proportionnellement à la quantité du tabac fumé. Les cadmiémies augmentent également avec l'âge (**Victor, 2012**).

Généralement, les aliments font la plus forte contribution à l'apport total de cadmium avec un apport quotidien moyen qui oscille entre 0,02 et 0,06 mg selon les pays.

Les fumeurs risquent d'être plus exposés. Une cigarette contient environ 0,001 mg de cadmium, dont 10 à 20 pour cent sont inhalés; la consommation de 20 cigarettes par jour entraîne

donc un apport quotidien supplémentaire de 0,002 à 0,004 mg de métal (**Nordberg, 1974**). On a estimé que la charge corporelle totale de cadmium et la concentration de cadmium dans le rein sont environ deux fois plus élevées chez les grands fumeurs que chez les non-fumeurs (**Elinder et al., 1976 ; Hallenbeck, 1984**).

3.1. Présentation de l'université de Jijel

Ce travail a été mené sur l'étude de l'influence du tabagisme sur le taux de cadmiémie chez 30 étudiants recrutés selon un échantillonnage au hasard à partir de pôle universitaire de Jijel de l'université de Jijel. Ce dernier est composé d'un bouquet de trois facultés, avec un potentiel de 8398 étudiants :

- 1- La faculté des sciences et exacts et informatique avec un effectif total de 2432 étudiants, 418 d'entre eux sont de sexe masculin avec un pourcentage de 17.19 %.
- 2- La faculté des sciences de la nature et de la vie avec un nombre total de 3189 étudiants, 447 sont des garçons à un pourcentage de 14.02 %.

La faculté des sciences de la technologie avec un nombre total de 2777 étudiants, 1704 sont des garçons avec un pourcentage de 61.37% <http://www.univ-jijel.dz/>.

3.2. Démarche expérimentale

Afin de répondre aux objectifs soulignés par la présente étude, la démarche expérimentale adoptée comprenait deux volets :

- Un relevé d'informations par questionnaires épidémiologiques.
- Une investigation toxicologique par prélèvements biologiques (sang des étudiants) pour le dosage des biomarqueurs d'exposition au cadmium via le tabagisme.

3.2.1. Questionnaire d'enquête épidémiologique

Il s'agit d'une étude de risque de tabagisme sur les niveaux de la cadmiémie avec deux groupes de volontaires (témoin et exposé). La méthodologie adoptée est celle d'une étude épidémiologique qui s'est déroulée entre le **29 Avril** et le **05 Mai 2019** sur des étudiants de l'université de Jijel choisis au hasardement.

Tous les participants ont reçu un questionnaire à choix multiples pour évaluer leur profil du statut tabagique, leur âge, l'influence de leur entourage ainsi que leur état de santé.

L'interrogatoire comprend 6 questions détaillées dans **l'annexe 01**. D'une manière générale, les données rassemblées sont résumés dans le tableau suivant:

Tableau 07 : facteurs du risque associés au tabagisme des étudiants de l'université de Jijel.

Facteurs d'ordre individuels	Facteurs d'ordre général
- Age	
-Initiation de tabagisme	
- Fréquence	- l'entourage proche qui fume.
- Mode de consommations	
- L'état de santé	

3.2.2. Prélèvements biologiques

L'infirmière de l'unité de médecine préventive de l'université de Jijel a été chargée de prélèvements sanguins par ponction veineuse des étudiants participants dans des tubes contenant 4 ml du sang avec l'acide tétra-acétique éthylène diamine (EDTA) comme anticoagulant. Les échantillons sont homogénéisés par agitation douce, pour éviter la formation de micro-caillots.

En fin, les résidus des tubes sont placés dans des pochettes isothermes dans le réfrigérateur de laboratoire de toxicologie à l'université de Jijel pour le dosage du cadmium.

3.2.3. Préparation des extraits du sang pour le dosage du cadmium

Le sang total subit une minéralisation qui consiste à additionner à 1ml du sang dans une tube à essais, 2ml de triton x-100 à 10 % et 1ml de solution chlorure d'ammonium à 10 % (**Annexe 02**). Enfin le volume a été ajusté à 05 ml avec l'eau distillée.

Tous les échantillons ont été évaporés à sec dans un bain de sable sous la hotte, et les résidus secs ont été repris dans un volume de 04 ml d'eau distillée puis filtrés. Les extraits du sang ont été conservés au congélateur à - 4 °C jusqu' au jour de l'analyse (**Shimadzu Commentary, 1983**).

3.2.4. Dosage du cadmium sanguin

Après la minéralisation, Le dosage du cadmium dans les spécimens a été effectué à l'aide de spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAF), modèle SAA- 6200 (*Shimadzu Corporation*) qui détermine les concentrations de Cd dans le sang des étudiants ciblés par notre étude. Les résultats, extrapolés à partir d'une courbe d'étalonnage (annexe 3), sont affichés par la SAAF par l'unité μg du cadmium par litre de sang ($\mu\text{g/l}$).

La solution étalon de Cd a été préparée en utilisant de l'eau ultra pure avec de l'acide nitrique 0,01 M par l'ingénieur de laboratoire. Des solutions diluées de la solution mère ont été préparées par dilution en série selon la gamme des concentrations de cadmium généralement rencontrées dans les matrices biologiques.

3.2.4.1.Principe de la Spectrophotométrie d'Absorption Atomique avec Flamme« SAAF »

La spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) et l'émission de flamme (EF), encore appelée photométrie de flamme, permettent de doser dans pratiquement toute sorte d'échantillon, un ou plusieurs éléments prédéfinis (métaux ou non métaux) choisis dans une liste en contenant environ 70, les appareils correspondants permettent, pour la plupart d'entre eux, d'exécuter des dosages en suivant l'une ou l'autre de ces méthodes, bien que le principe des mesures soit différent. La sensibilité permet d'atteindre pour certains éléments des concentrations inférieures au µg/l (ppm) **(Dauvillier, 1992)**.

L'absorption instrument analytique à la fois pour l'analyse quantitative et qualitative. La spectroscopie d'absorption atomique (SAA) est basée sur le principe que les atomes libres peuvent absorber la lumière d'une certaine longueur d'ondes. L'absorption de chaque élément est spécifique, aucun autre élément n'absorbe qu'à sa longueur d'onde **(OIML, 1991)**.

Les solutions de références (ou standards) sont préparées à l'aide de solutions pures achetées pour l'absorption atomique. La lampe cathodique émet son rayonnement au travers d'une lentille focalisant le faisceau au travers de la flamme. Un monochromateur reçoit le signal et mesure l'absorbance.

L'échantillon en solution est aspiré par un capillaire dans la chambre de d'injection qui conduit au brûleur. L'atomisation se maîtrise par le bon choix de nébulisation, en optimisant l'aspiration d'échantillons, la position de la flamme par rapport au faisceau à absorber et la température de la flamme. Cette température s'évalue par la couleur de la flamme et le rapport des gaz (acétylène/air ou acétylène/oxyde nitreux) **(Walker et Wilson, 1997)**.

L'appareil utilisé est du modèle AA-6200 (Shimadzu Corporation) caractérisé par une limite de détection (Concentration d'un élément qui donne un signal égal à trois fois l'écart type du bruit de fond) varie de 0,001 à 0,02 ppm avec une exactitude de 1 à 2 % d'erreur relative.

3.3. Traitement statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du Paquet statistique pour les sciences sociales (SPSS, version 20).

La variable dépendante de cette étude est le niveau du cadmium obtenu par l'analyse des échantillons sanguins effectués sur les extraits du sang total des étudiants de l'université de Jijel.

L'analyse descriptive de cette variable est présentée sous la forme de moyennes arithmétiques et de leur écart-type (\pm ET), des moyennes géométriques, des valeurs maximales, des valeurs minimales et les centiles 25, 50 ; 75 et 90^{ème} à un intervalle de confiance (IC) de 95% pour mieux valoriser nos résultats statistiquement.

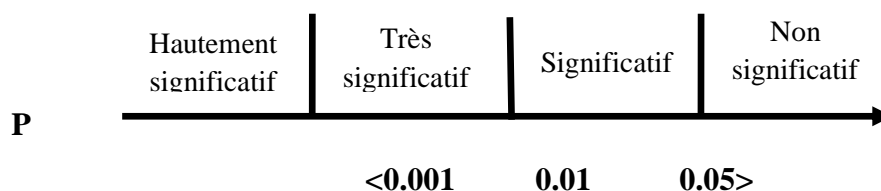
La moyenne arithmétique est néanmoins conservée afin de faciliter la comparaison avec des études similaires. La concentration moyenne du métal affichée en $\mu\text{g/l}$ après extrapolation de la courbe d'étalonnage.

Les corrélations ont été étudiées en utilisant la méthode de corrélation de Pearson. Le niveau de signification a été fixé à $p\text{-value} \leq 0,05$.

Pour avoir une idée générale sur les différences existant entre les niveaux du cadmium des étudiants fumeurs et non-fumeurs selon les différents facteurs de risque ; des tests de type non paramétriques sont appliqués sur les résultats obtenus. De plus, l'analyse de la variance multifactorielle a été utilisée pour étudier la différence entre les individus de chaque classe.

❖ Le seuil de signification

Le seuil de signification est représenté comme suit :



* : Significatif

** : Très significatif

*** : Hautement significatif

4.1. Caractéristiques de la population d'étude

Notre population étudiée est composée de 15 étudiants fumeurs, et de 15 étudiants non-fumeurs recrutés selon un échantillonnage au hasard; recrutés à partir de l'université de Jijel.

L'âge des étudiants, leur profil de statut tabagique ainsi que l'état générale de santé sont considérées comme des facteurs du risque pour évaluer les variations individuelles des niveaux de la cadmiémie et sont présentées ci-dessous.

Les caractéristiques des deux groupes (fumeurs et non-fumeurs), obtenus de l'enquête épidémiologique, sont synthétisées dans des tableaux et commentés sous formes des paragraphes. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total des étudiants recrutés pour chaque group.

4.1.1. Facteur âge

L'âge moyen des étudiants fumeurs est de 21,13 ans avec un âge moyen de 22,93 ans pour les étudiants non-fumeurs et une dominance des jeunes étudiants fumeurs âgés entre 18 et 20 ans a été enregistrée comme l'illustre le **tableau 08** et le graphe de **la figure 11**.

Tableau 08 : Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'âge.

Age	Fumeurs n(%)	Non- fumeurs n(%)	Total n(%)
A1 [18-20]	07 (46,67%)	00 (00%)	07
A2 [21-23]	06 (40%)	10 (66,67%)	16
A3 [24-26]	02 (13,33%)	05 (33,33%)	07
Total	15	15	30

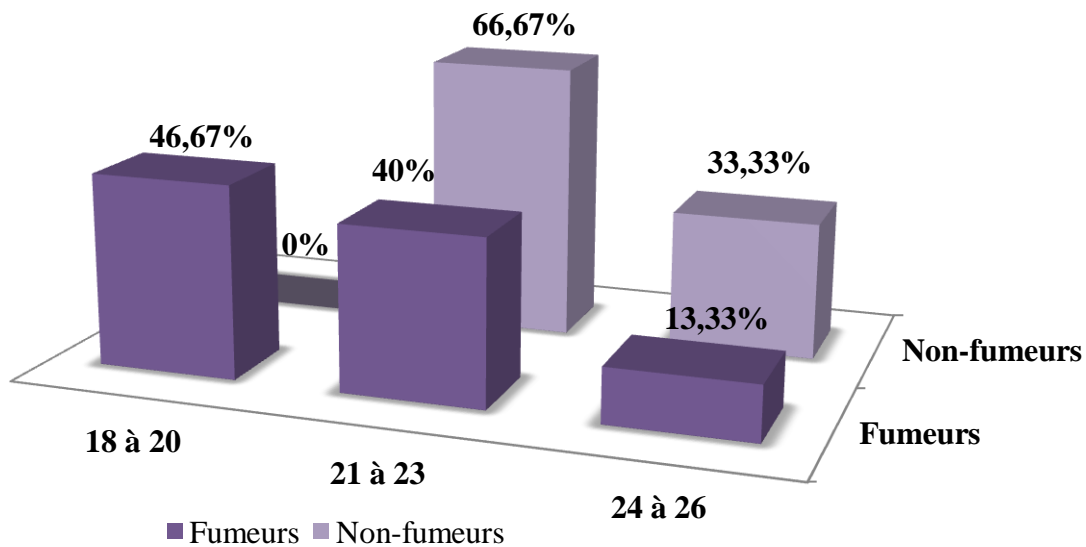


Figure 11 : Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'âge.

4.1.2. Exposition au tabagisme passif et influence de l'entourage

Presque la majorité des étudiants fumeurs (73.33 %) déclare leur exposition passive au tabac dans leur entourage proche contre seulement 26.66 % sont non exposés passivement à la fumé du tabac dans leur environnement familial, tandis que l'entourage proche de la majorité des étudiants non-fumeurs ne fume pas versus une minorité fumeuse (**Tableau 09 et figure 12**).

Tableau 09 : Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'exposition au tabagisme passif.

Exposition au tabagisme	Fumeurs	Non-fumeurs	Total
Passif	n(%)	n(%)	
Entourage proche fumeur	11 (73,33%)	05 (33,33%)	16
entourage proche non-fumeur	4 (26,66%)	10 (66,66%)	14
Total	15	15	30

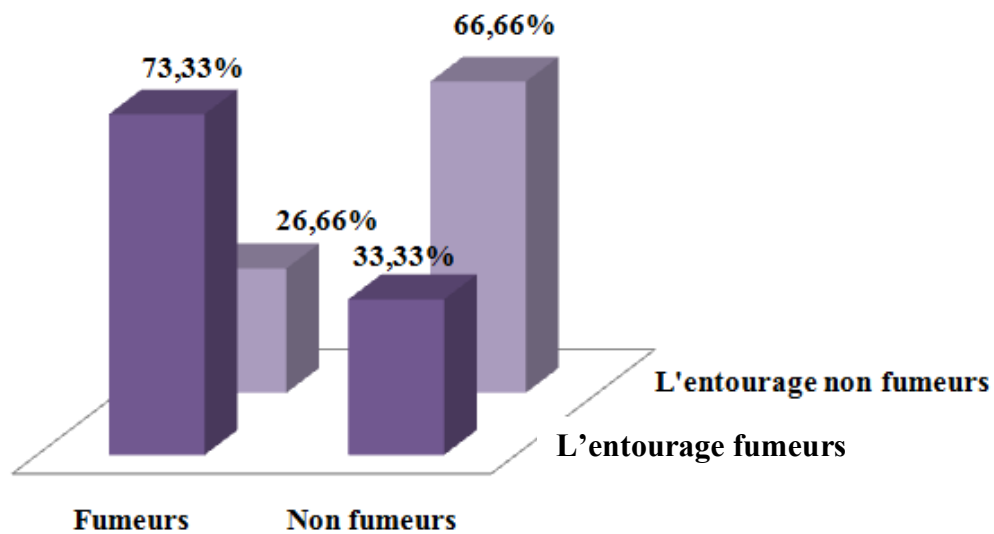


Figure 12 : Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'exposition au tabagisme passif.

4.1.3. Fréquence de consommation du tabac pour les fumeurs

La catégorie des grands fumeurs avec plus de 10 cigarettes par jours a été enregistrée avec 66,66 % par rapport aux fumeurs qui consomment entre 05 et 10 cigarettes par jour (33,33 %), alors qu'aucun fumeur ne se limite à la consommation de moins de cinq cigarettes par jour (**tableau 10** et **figure13**).

Tableau 10 : Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le nombre des cigarettes fumées par jour.

Fréquence	Etudiants fumeurs N (%)
F1 [01-05]	00
F2 [05-10]	05 (33,33%)
F3 >10	10 (66,66%)
Totale	15

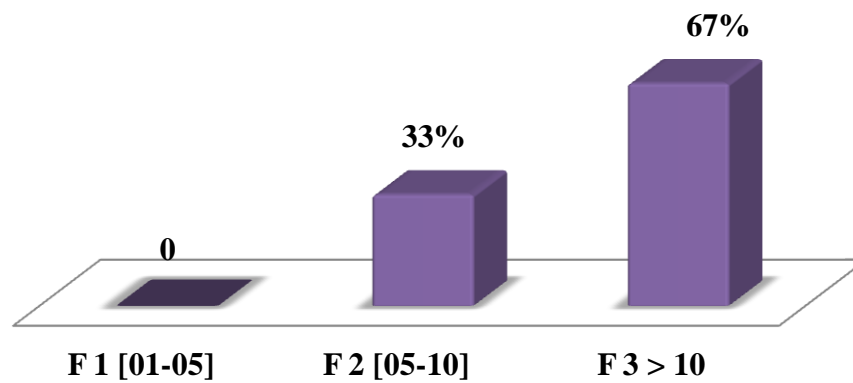


Figure 13 : Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le nombre des cigarettes fumées par jour.

4.1.4. Ages moyens d'initiation de tabagisme

La quasi-totalité des étudiants fumeur sont déjà commencé de fumer pendant leur formation lycienne et moyenne (80 %) contre seulement 20 % qui ont débuté l'expérience de tabagisme pendant leur formation universitaire (**tableau 11** et **figure 14**).

Tableau11 : Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon l'âge moyen d'initiation de tabagisme.

Historique	Etudiants fumeurs
	N (%)
avant l'entrer à l'université	12 (80%)
pendant les études universitaires	03 (20%)
Total	15

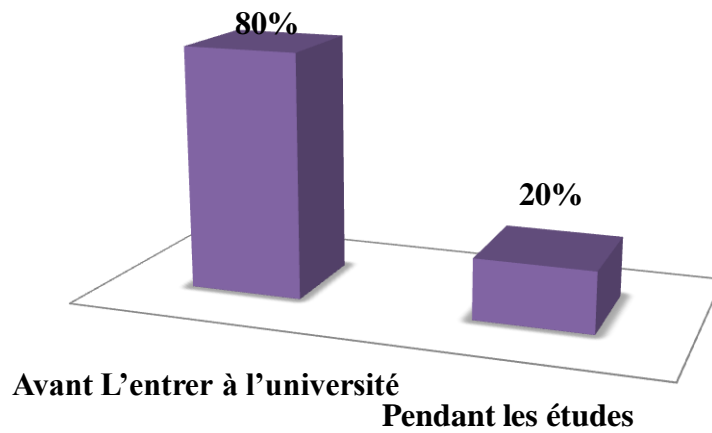


Figure 14: Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon l'âge moyen d'initiation de tabagisme.

4.1.5. Mode de consommation

Une grande préférence des fumeurs pour les cigarettes à fumer a été enregistrée dans la présente étude où 86,66 % des étudiants fumeurs déclarent leur consommation régulière des cigarettes à fumer contre seulement 13,33 % des étudiants déclarent leur consommation des différentes formes du tabac comme le synthétise le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau12 : Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le mode de consommation adopté.

Mode de consommation	Fumeurs n(%)
Cigarettes toutes faites	03 (20%)
Cigarettes	12 (80%)
Tabac à mâcher	00 (00%)
Total	15 (100%)

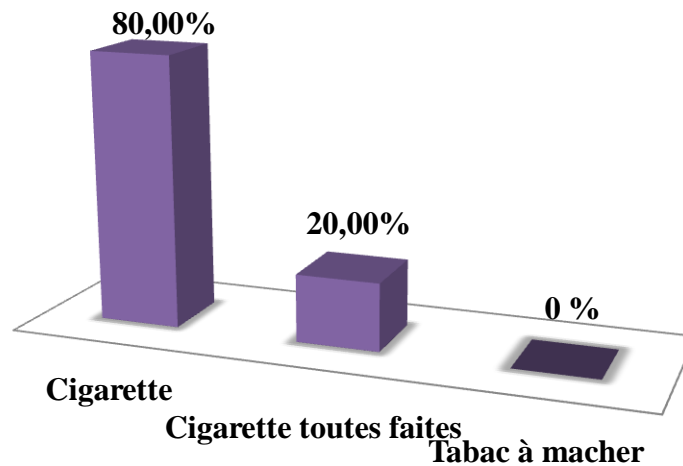


Figure 15 : Répartition des étudiants fumeurs participants à l'étude selon le mode de consommation adopté.

4.1.6. L'état de santé

L'état de santé de la population ciblée par la présente étude est un autre aspect essentiel pour évaluer la prévalence des pathologies liées au tabac. Nos résultats ont montré une absence pour presque la totalité des étudiants enquêtés des pathologies généralement considérées liées au tabagisme. Une seule exception a été signalée avec l'épilepsie comme pathologie développée par un étudiant fumeur (**tableau 13 et figure 16**).

Tableau13 : Répartition des étudiants selon l'état de santé.

Etat de la santé	Fumeurs n(%)	Non-fumeurs n(%)
Respiratoires	00 (00%)	00 (00%)
Cardiovasculaire	00 (00%)	00 (00%)
Autres	01(6,66%)	00 (00%)
Total	01(6,66%)	00 (00%)

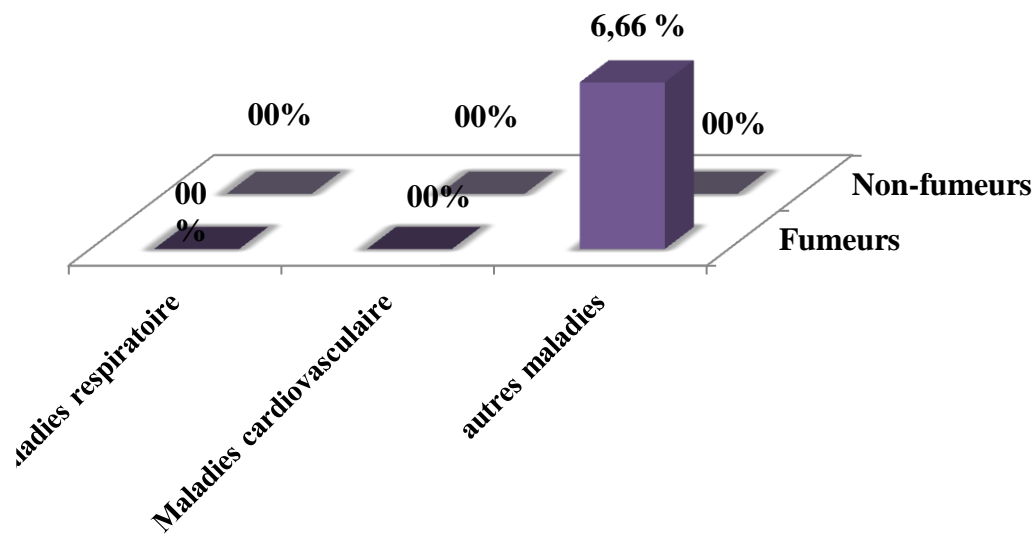


Figure 16 : Répartition des étudiants fumeurs et non-fumeurs participants à l'étude selon l'état de santé.

4.2. Résultats de l'investigation toxicologique

4.2.1. Niveaux de cadmiémie chez les étudiants fumeurs et non-fumeurs

Les valeurs moyennes géométrique et arithmétique ainsi que leur statistique descriptive de niveau du Cd dans le sang des étudiants fumeurs et non-fumeurs sont présentées dans **le tableau 14** et **la figure 17**.

Sur une population totale de 30 étudiants fumeurs et non-fumeurs, un pourcentage de 100 % de détection a été enregistré pour les niveaux de la cadmiémie.

La moyenne géométrique de la cadmiémie des fumeurs était de 82,52 $\mu\text{g/l}$ avec une concentration minimale de 52,84 $\mu\text{g/l}$ et une concentration maximale de 116,4 $\mu\text{g/l}$ avec un centile 90^{ème} de 106,53 $\mu\text{g/l}$. La cadmiémie des étudiants non-fumeurs atteint un maximal de 102,84 $\mu\text{g/l}$ et un percentile 90^{ème} de 91,92 $\mu\text{g/l}$ avec 67,97 $\mu\text{g/l}$ comme moyenne géométrique. Le test ANOVA mono factoriel a ressorti des différences significatives entre les niveaux de la cadmiémie des étudiants fumeurs et non-fumeurs.

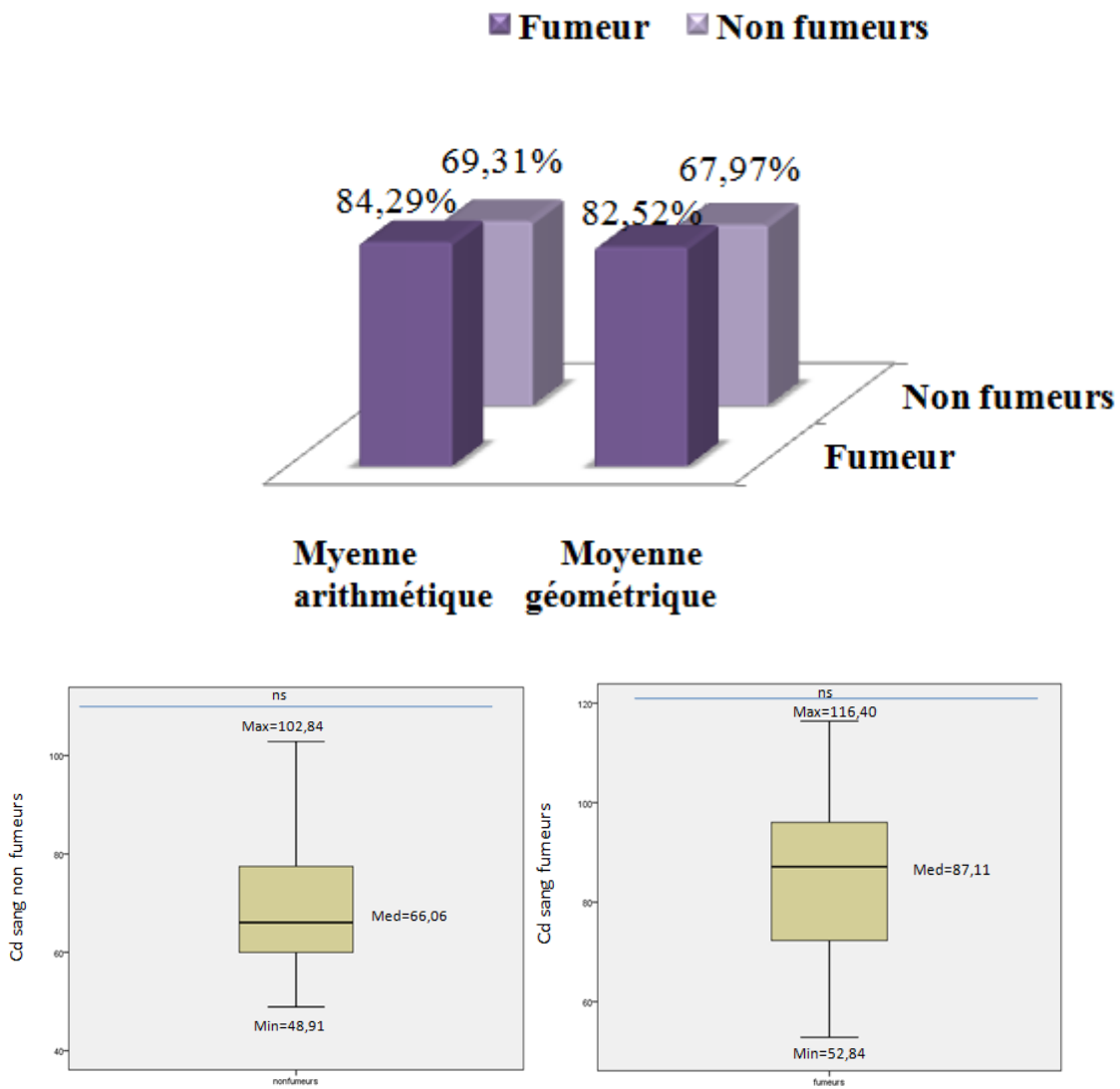


Figure 17 : Distribution des taux de la cadmiémie au sein de la sous population des étudiants fumeurs et non-fumeurs. (ns) : effet non significatif. (*) : effet significatif (**) : effet très significatif, (***) : effet hautement significatif.

Tableau 14 : Les valeurs moyennes géométrique et arithmétique de niveau du Cd dans le sang des étudiants fumeurs et non-fumeurs.

paramètres	Concentration en Cd ($\mu\text{g/l}$) dans le sang des fumeurs	Concentration en Cd ($\mu\text{g/l}$) dans le sang de non-fumeurs
Nombre	15	15
Moyenne \pm ET	84,29 \pm 17,36	69,31 \pm 14,42
GMs	82,52	67,97
Maximume	116,4	102,84
Minimume	52,84	48,91
C 95%		
Inférieure	74,67	61,32
Superieure	93,9	77,3
centiles		
25th	71,42	59,28
50th	87,11	66,06
75th	96,40	78,53
90th	106,53	91,92
ANOVA	0,025 *	

4.2.2. Evaluation de variations de l'imprégnation corporelle au cadmium des étudiants fumeurs et des non-fumeurs en fonction de facteurs de risques associés

4.2.2.1. Pour les étudiants fumeurs

Le tableau N°15 montre les résultats de l'imprégnation corporelle au cadmium chez les étudiants fumeurs en fonction des facteurs de risques associés.

Tableau 15 : Moyennes arithmétiques de concentrations cadmium ($\mu\text{g/l}$) dans le sang d'étudiants fumeurs. Les données sont représentées par leur moyenne (\pm Intervalle de confiance : IC) et regroupés selon les facteurs du risque retenus.

Sujets	Concentration moyenne en Cd (95% IC)
Etudiants fumeurs	
Age	
[18.-20]	86,30(65,54-107,07)
[21-23]	79,80(65,42-94,17)
[24-26]	90,68(45,26-136,109)
Test non paramétrique	(chi-deux 0,247)
Exposition au tabagisme passif et entourage fumeur	
Entourage fumeur	67,66(40,21-95,11)
Entourage non fumeur	90,33(81,27-99,39)
Test non paramétrique	(binomial 0,118)
Fréquence de consommation du tabac pour les fumeurs	
F1 [01-05] cigarettes	-
F2 [05-10] cigarettes	83,42(67,02-99,83)
F3 > à>10 cigarettes	84,86(70,00-99,93)
Test non paramétrique	(binomial 0,607)
Âges moyens d'initiation de tabagisme	
INT 1	86,35(75,19-97,50)
INT2	76,05(33,92-118,17)
Test non paramétrique	(binomial 0,035*)

Mode de consommation

CIG T	66,77 (36,24-97,29)
CIG F	88,66(78,59-98,74)
Test non paramétrique	(binomial 0,035*)

Pathologies liées aux tabagismes

P1	-
P2	-
NP	-
P3	81,99 (73,05-90,93)
Test non paramétrique	(binomial 0,001**)

Seuil adopté de signification $P \leq 0,05$ pour les tests non paramétriques utilisés. ns = effet non significatif ($p > 0,05$) : (*) : effet significatif ($p \leq 0,05$). (**) : effet très significatif ($p < 0,01$), (***) : désigne un effet hautement significatif ($p < 0,001$). INT 1 : avant l'entrée à l'université, INT2 : pendant les études, CIG T : Cigarettes toutes faites, CIG F : Cigarettes à fumer, F1 : [01-05] cigarettes, F2 : [05-10] cigarettes, F3 : > 10 cigarettes, P1 : Pathologies respiratoires, P2 : Pathologies cardiovasculaires, P3 : autre pathologie, NP : aucune pathologie.

Dans l'ensemble, les concentrations en cadmium dans le sang des étudiants fumeurs étaient sur un axe ascendant, mais non significatif statistiquement, avec l'âge des étudiants et leur exposition au tabagisme passif. Alors que l'âge d'initiation de tabagisme et le mode de consommation influent significativement sur les niveaux de la cadmiémie des fumeurs. Ces différences étaient très significatives avec le développement des pathologies liées au tabagisme (**Figure 18**).

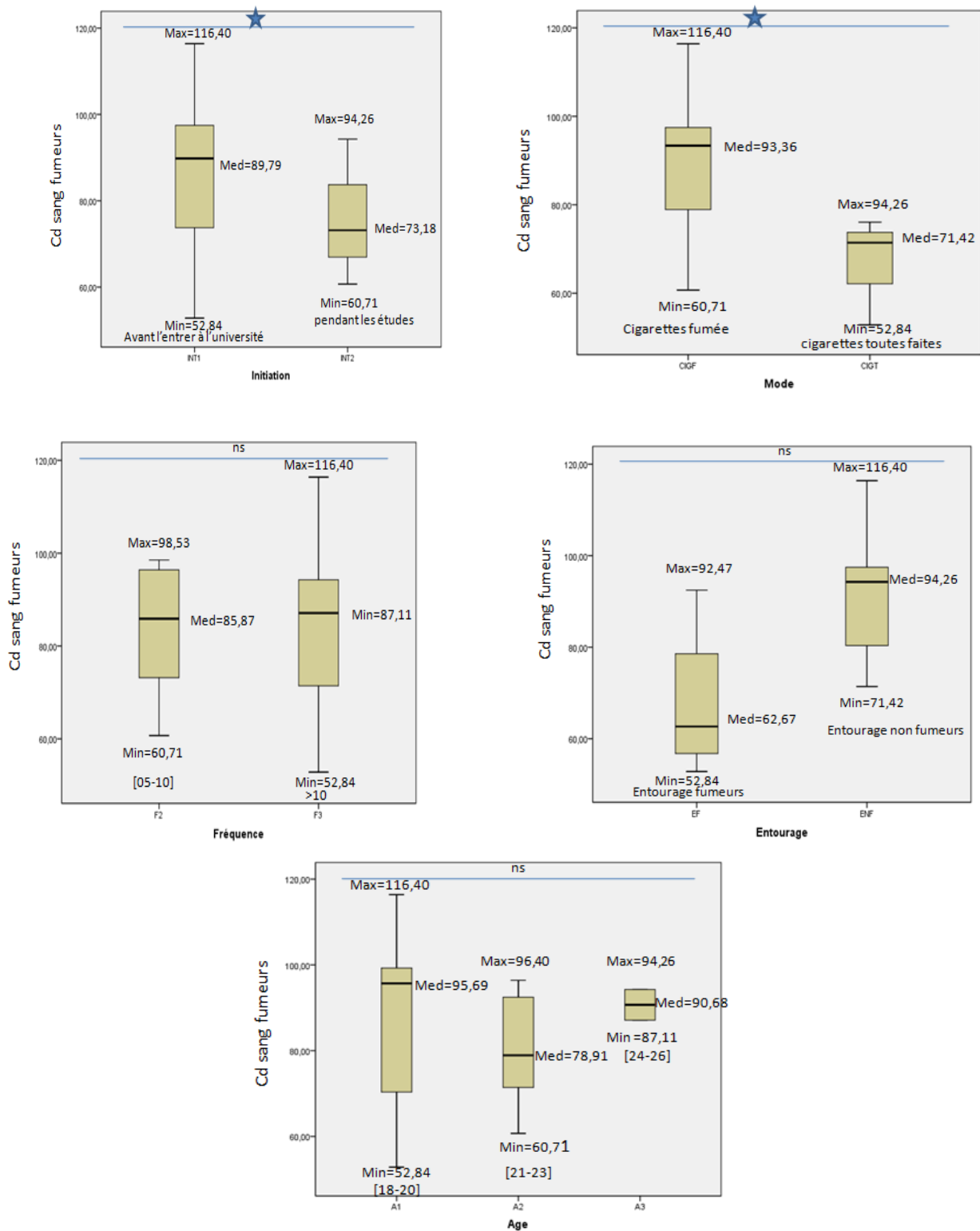


Figure 18 : Distribution des taux de la cadmiémie au sein de la sous population des étudiants fumeurs répartie en fonction de l'âge, l'entourage, la fréquence de consommation, l'état de santé, le mode de consommation. (ns) : effet non significatif. (*) : effet significatif (**) : effet très significatif, (***) : effet hautement significatif.

➤ Analyse de la corrélation

Le diagramme de la **figure 19** représente l'association entre les variables retenus comme facteurs du risque dans la présente étude par l'analyse de la correspondance multiple (ACM). On observe que l'âge des fumeurs, l'âge d'initiation de tabagisme, la fréquence et les pathologies liés au tabagisme sont regroupés dans une partie qui montre donc une forte influence et l'association de ces facteurs sur les niveaux de la cadmiémie chez les fumeurs tandis que le mode de consommation et l'entourage sont deux variables fortement corrélés.

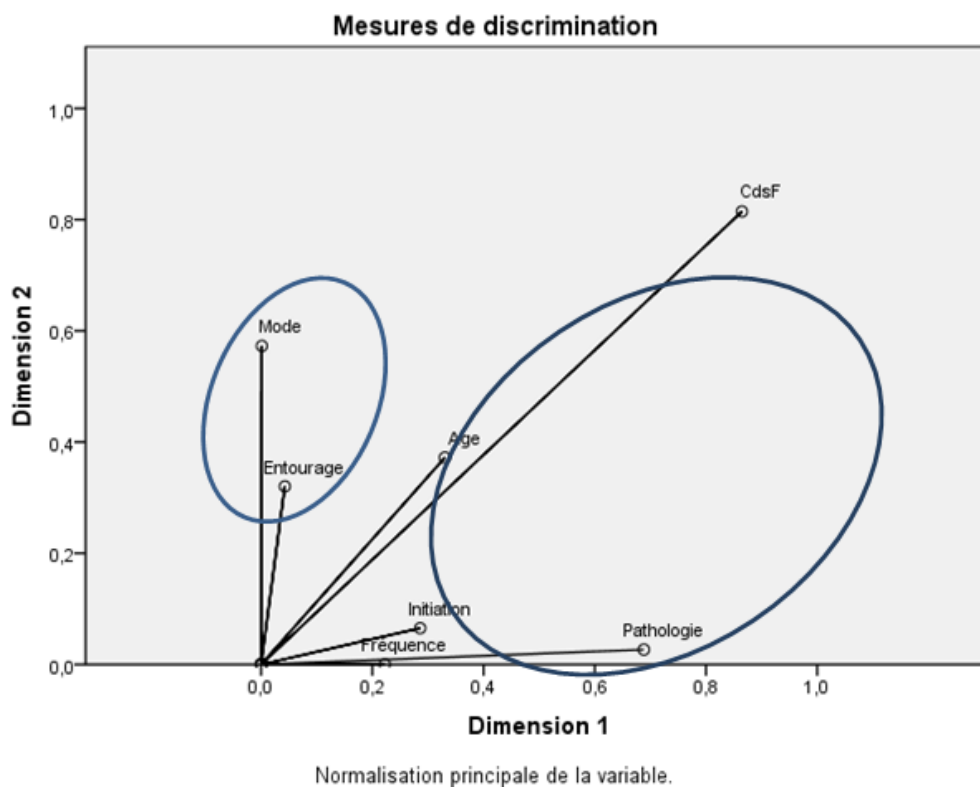


Figure 19 : Analyse de la corrélation entre : la cadmiémie des étudiants fumeurs et les différents facteurs du risque associés.

4.2.2.2. Pour les étudiants non-fumeurs

Le Tableau au-dessous représente les moyennes arithmétiques des concentrations en cadmium dans le sang des étudiants non-fumeurs, regroupées selon les facteurs du risque retenus.

Tableau 16: Moyennes arithmétiques de concentrations cadmium ($\mu\text{g/l}$) dans le sang d'étudiants non-fumeurs. Les données sont représentées par leur moyenne (\pm écart-type : ET) et regroupés selon les facteurs du risque retenus.

Sujets	Concentration moyenne en Cd (95% IC)
Etudiants non-fumeurs	
Age	
[21-23]	66,45(54,72-78,18)
[24-26]	75,05(65,29-84,80)
Test non paramétrique	(binomial 0,302)
Exposition au tabagisme passif et entourage fumeur	
Entourage fumeur	67,84(55,40-80,27)
Entourage non fumeur	71,95(60,67-83,22)
Test non paramétrique	(chi-deux 0,015*)

Selon l'analyse statistique appliquée, seuls les étudiants exposés au tabagisme passif qui montrent des teneurs significativement élevée en cadmium dans leurs sangs, alors que les autres facteurs (âge et pathologie) ne semblent pas importants statistiquement pour les niveaux de la cadmiémie (**figure 20**).

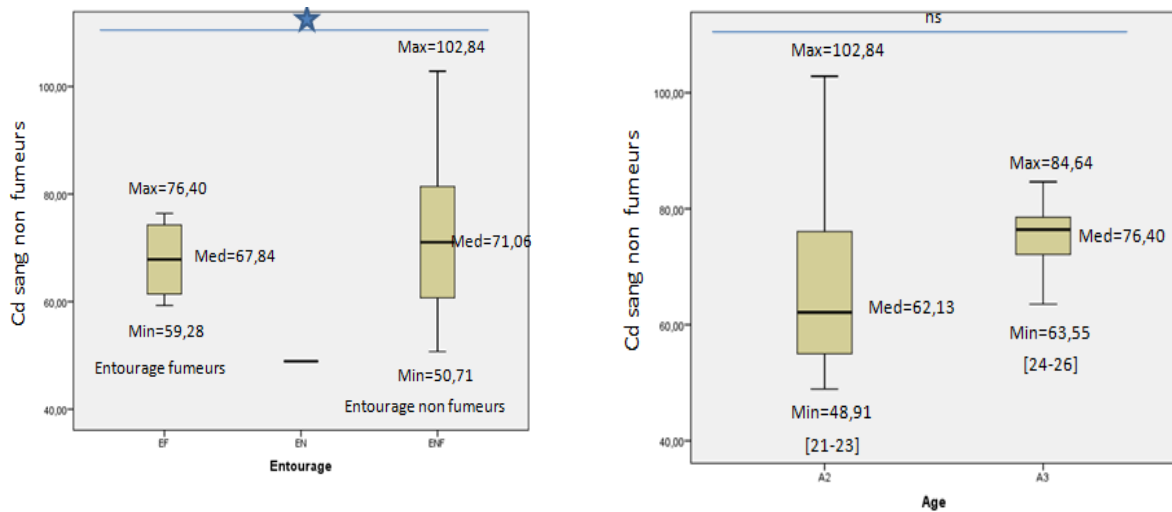


Figure 20 : Distribution des taux de la cadmiémie au sein de la sous population des étudiants non-fumeurs répartie en fonction de l'âge, l'entourage. (ns) : effet non significatif. (*) : effet significatif (**): effet très significatif, (***) : effet hautement significatif.

➤ **Analyse de la corrélation**

La modélisation de l'ensemble des facteurs de risque étudiés par l'Analyse de la Correspondance Multiple (ACM) montre que l'entourage fumeur représente le facteur de risque le plus déterminant pour les niveaux du cadmium des étudiants non-fumeurs (**figure 21**).

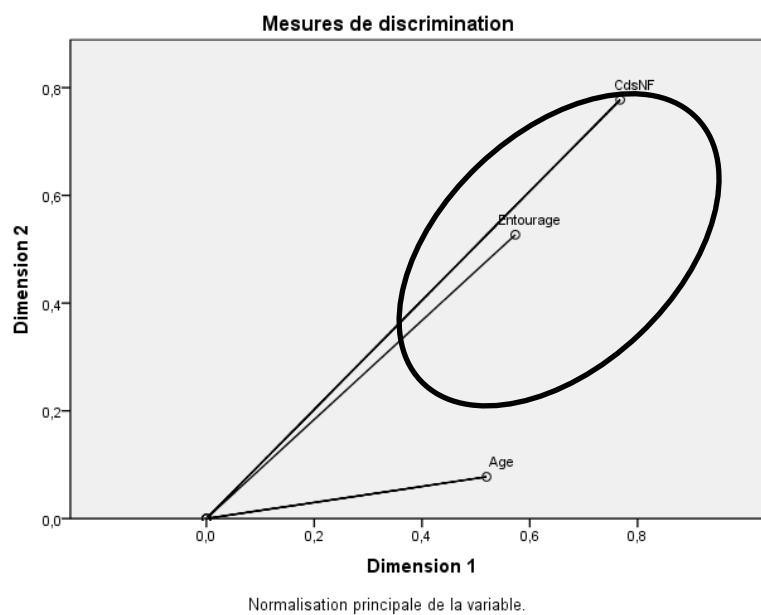


Figure 21 : Analyse de la corrélation entre : la cadmiémie des étudiants fumeurs et les différents facteurs du risque associés.

4.3. Discussion

La contamination du tabac par le cadmium peut contribuer aux dangers du tabagisme pour la santé. Les données de la National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2012 des États-Unis ont fourni une occasion unique de mener une enquête transversale sur les bios marqueurs du cadmium et le tabagisme. Ils ont constaté des différences statistiquement significatives dans les niveaux moyens de bio marqueurs du cadmium entre les jeunes n'ayant jamais fumé et les anciens fumeurs ainsi qu'entre les jeunes n'ayant jamais fumé et ceux qui fument actuellement (**Hecht et al., 2016**).

En effet, l'exposition au cadmium via le tabagisme, peut avoir des effets négatifs sur la santé et peut contribuer, notamment, à un risque accru de cancer, au dysfonctionnement rénal, à des lésions osseuses et à des problèmes cardiovasculaires (**Garner et al., 2016**).

En outre, de nombreux facteurs sont susceptibles d'aggraver le degré de cette dangerosité. Il s'agit de facteur d'ordre physiologique tel que l'âge avancé, ainsi que des facteurs liés au mode de consommation, la fréquence de consommation, l'âge d'initiation de tabagisme et à l'entourage où il vive le fumeur.

La présente étude a été consacrée à l'évaluation des concentrations de cadmium dans le sang des étudiants fumeurs et non-fumeurs à l'université de Jijel, comme bio marqueur d'exposition au tabagisme actif et passif. De plus, nous avons exploité les données de l'enquête épidémiologique afin de ressortir les facteurs de risque les plus prédictibles associés aux niveaux de cadmiémie des étudiants ciblés et pouvant influencer l'exposition au cadmium.

La première constatation tirée de l'analyse de résultats obtenus montre que tous les participants, étudiants fumeurs et non-fumeurs, présentent des concentrations qui dépassaient les limites de détection minimales de la SAAF pour le cadmium ($2\mu\text{g/l}$) dans le sang. Cette constatation confirme l'exposition de cette population au cadmium.

En effet, la concentration sanguine de cadmium reflète l'exposition modérée des 3 à 4 derniers mois ainsi que la charge corporelle (**Goullé et al., 2011**). Dans notre étude, la concentration moyenne de cadmium chez les étudiants non-fumeurs ($0,61 \pm 67,97\mu\text{g/l}$) était de très loin supérieure à $1\mu\text{g/l}$, valeur trouvée chez la population générale non exposée au tabagisme alors que la concentration moyenne de la cadmiémie des fumeurs ($82,52\mu\text{g/l}$) était significativement plus élevée par rapport au sujets non-fumeurs. Idem, elle est excessivement élevée et dépasse largement la valeur de $5\mu\text{g/l}$ chez les fumeurs reportée dans le monde (**Testud, 2005**).

4.3.1. Influence du tabagisme sur les niveaux de cadmièmies

L'étude de l'influence du tabagisme montre une cadmiémie significativement plus élevée chez les sujets fumeurs, conformément aux données de la littérature. Le même constat a été signalé par l'étude de **Nicolle-Mir, (2016)** où les sujets non-fumeurs ayant une médiane de la concentration sanguine en cadmium de 0,13 µg /l, tandis que les fumeurs présentent une médiane de 0,99 µg /l.

Une comparaison de la cadmiémie des fumeurs et des non-fumeurs avec d'autres études dans le monde et celle trouvée dans la présente étude suggère une forte et grave imprégnation corporelle en ce métal hautement toxique. **Cesbron et al., 2013** ont rapporté dans une étude réalisée sur 29 fumeurs et 77 non-fumeurs, une moyenne géométrique largement inférieure à celle de la présente étude (1,18 µg/l versus 27 µg/l). Idem pour l'étude de **Khassouani et al., (2008)** où les fumeurs ont une concentration de cadmium significativement plus élevée que celle des non-fumeurs ($1,08 \pm 0,59$ et $0,55 \pm 0,30$ µg/l, respectivement) mais inférieure de loin des concentrations de la présente étude.

Les niveaux très alarmants de la cadmiémie trouvés dans les résultats obtenus, pour les fumeurs et les non-fumeurs à la fois, ne sont pas inattendus étant donné que les concentrations en cadmium fortement détectées dans plusieurs études antérieures publiées sur la région de notre étude (wilaya de Jijel) inclut la contamination des sources d'eau potable (**Balli et Leghouchi, 2018**), les sédiments et la végétation (**Amira et Leghouchi, 2017**), ainsi que d'autres compartiments de l'environnement et la nourriture telles que les poissons et les légumes; ce qui représente des sources très importantes d'exposition potentielle ; en plus de l'apport de tabagisme mesuré dans la présente étude. En effet, des apports importants en cadmium peuvent aussi être liés à des concentrations importantes en cadmium dans l'eau de boisson, à la localisation de l'habitation près d'une source de pollutions telles que les sites miniers et les zones industrielles.

De plus, et toujours loin du tabagisme, il existe, selon **Garner et al., (2016)**, de fortes preuves que les jeunes enfants font face au risque d'exposition au cadmium particulièrement via la consommation annuelle des aliments suivants, comme source possible de cadmium : foie et/ou autres abats rouges, mollusques et crustacés, céréales (pain blanc ou complet, frites et pommes de terre rissolées; autres pommes de terre (sauf la patate douce); salades vertes; légumes verts à feuilles et noix et graines. D'après les auteurs de cette étude, les canadiens avaient un apport alimentaire quotidien moyen de 0,22 µg de cadmium par kilogramme de poids corporel.

Toutefois, il faut signaler que le taux élevée de la cadmiémie chez les non-fumeurs se rend au tabagisme passif, l'association entre ce dernier et le taux de cadmiémie mise en évidence dans la présente étude est en accord avec les résultats de **Garner et al., (2016)** qui ont rapporté dans leur étude sur les valeurs de référence les concentrations en cadmium étaient significativement plus élevées chez les personnes n'ayant jamais fumé à cause de l'exposition quotidienne ou presque quotidienne à la fumée secondaire à la maison, dans un véhicule privé, au travail ou dans un lieu public.

4.3.2. Facteurs associés aux niveaux sanguins de cadmium

Les caractéristiques physiologiques, anatomiques et métaboliques spécifiques à chaque individu peuvent expliquer pourquoi plusieurs personnes exposées à une même concentration de contaminants peuvent présenter parfois des différences importantes dans les concentrations du bio marqueur mesuré dans le sang.

4.3.2.1. Age

Les étudiants fumeurs à l'âge de 23 à 26 ans semblaient présenter les plus hauts niveaux de l'exposition au cadmium. Cependant, il n'y avait pas de signification statistique enregistrée entre les tranches d'âge retenues dans la présente étude.

Généralement, le cadmium est une substance toxique cumulative. Leur demi-vie est d'environ 20 à 40 ans (**Horiguchi et al., 2004**). **Jianling et al., (2014)** ont constatés que la concentration de cadmium et le taux d'exposition ont généralement changé en fonction de l'âge.

L'association entre l'âge et le taux de cadmiémie mise en évidence dans la présente étude est en accord avec les résultats de (**Khassouani et al., 2008**), ils ont constaté que la concentration moyenne du cadmium sanguin augmente avec l'âge, la valeur moyenne la plus basse est obtenue chez les enfants âgés de 3 à 15 ans avec une concentration moyenne de $0,44 \pm 0,17 \mu\text{g/L}$ alors qu'elle est maximale dans les tranches d'âge allant de 31 à 60 ans. Aussi ils ont constaté que La concentration moyenne des fumeurs ($1,08 \pm 0,59 \mu\text{g/L}$) est statistiquement plus élevée que celle des non-fumeurs et des anciens fumeurs qui étaient de ($0,55 \pm 0,30 \mu\text{g/L}$).

Les concentrations de cadmium étaient significativement plus élevées chez les personnes plus âgées que chez les personnes plus jeunes, chez les anciens fumeurs et les fumeurs que chez les non-fumeurs selon **Garner et al.,(2016)**. La même observation a été constatée par (**Jain, 2017**) suggèrent que Les niveaux du Cd sanguine augmentaient avec l'âge.

4.3.2.2. Influence de l'entourage

Notre travail souligne la part de responsabilité du tabagisme de l'entourage des étudiants enquêtés. Plus de 73% des fumeurs enquêtés ont déclaré que leurs entourages fument tandis que seulement 33,33% pour les non-fumeurs ont un entourage non-fumeur. Notre enquête confirme donc que le risque de devenir fumeur dépend étroitement et intimement de l'entourage.

Selon **Garner et al.,(2016)** les concentrations de cadmium étaient significativement plus élevées chez les personnes exposées par rapport aux non exposées à la fumée secondaire du tabac. La moyenne géométrique des gens exposés à la fumée secondaire quotidiennement ou presque (0,66 µg/l) était plus élevée que celles des gens peu ou non exposés quotidiennement (0,33 µg/l).

Les données de l'Enquête Nationale d'Examen sur la Santé et la Nutrition de 1999-2012 ont été constatées que l'exposition passive à la fumée de tabac à la maison était associée à des concentrations plus élevées en Cd sanguine (**Jain, 2017**).

4.3.2.3. Fréquence de consommation du tabac pour les fumeurs

En parfaite coordination avec nos résultats, et selon l'étude d'**Hecht et al., (2016)** le nombre de cigarettes fumées par jour avait un coefficient de corrélation significatif avec le niveau du cadmium sanguin le plus élevé.

Chez les anciens fumeurs, les concentrations en Cd urinaire et en Cd sanguin étaient associées positivement ($p < 0,1$) au nombre de cigarettes fumées (**Jain, 2017**).

4.3.2.4. Ages moyens d'initiation de tabagisme

La moyenne géométrique des étudiants qui ont commencé la consommation des cigarettes avant l'entrée à l'université était supérieure à celle des étudiants qui commencent le tabagisme pendant les études.

Une association significative a été trouvée entre les niveaux de la cadmiémie et l'âge de début de l'expérience de tabagisme, cette association a été également mentionnée par l'étude d'**Hecht et al.,(2016)** qui a constaté des différences significatives dans les concentrations moyennes géométriques en cadmium dans le sang entre les fumeurs n'ayant jamais fumé (0,24 lg/L) et les anciens (0,29 lg/L) et les fumeurs actuels (1,02 l/L). La même constatation a été aussi signalée par l'étude de **Khassouani et al.,(2008)** avec une augmentation en concentration moyenne de cadmium sanguin trouvée chez l'ensemble des sujets, en fonction de l'âge et la durée du tabagisme.

Garner et al.,2016 se fondent sur les données des cycles 1 (2007 à 2009) et 2 (2009 à 2011) de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) pour examiner les concentrations sanguines et urinaires de cadmium chez les Canadiens de 20 à 79 ans ils ont trouvé les concentration de cadmium sanguin les fumeurs actuel supérieure a celle des (MG de 1,64 µg / l et de 0,33 µg / l pour les fumeurs actuel et des ancien fumeurs)

4.3.2.5.Mode de consommation

Les étudiants de la présente étude montrent des augmentations significatives en cadmiémie et le mode de consommation avec une moyenne géométrique 88,66µg/l pour cigarettes fumée pour 80% et de 66,77µg/l pour cigarettes tout faite pour 20% de notre population d'étude.

4.3.2.6.L'état de santé

Les risques du tabagisme sont désormais connus et admis par les scientifiques ; et le tabagisme, actif et passif, est un facteur de morbidité et de mortalité actuellement reconnu.

Le tabac tue chaque année plus de cinq millions de personnes dans le monde. La plupart de ces décès surviennent dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Si les tendances se confirment, le tabac fera chaque année plus de huit millions de victimes dans le monde d'ici 2030, 80 % de ces décès prématurés survenant dans les pays à revenus faible ou intermédiaire. Si l'on n'agit pas plus vite, le tabac pourrait tuer un milliard de personnes voire plus, d'ici la fin du siècle (**Slama, 1998**).

L'Algérie n'est malheureusement pas épargnée par ce fléau comme l'atteste de nombreuses conférences et manifestations scientifiques des médecins algériens ayant pour but d'apprécier l'ampleur et l'impact du tabagisme à l'échelle nationale (**Terfani, 2018**).

Néanmoins, l'absence des pathologies liées au tabagisme chez la quasi-totalité des étudiants fumeurs et la totalité des étudiants non-fumeur dans la présente étude pourrait être expliqué par le faible effectif de la population d'étude d'une part, et de l'âge encore jeune de nos volontaires d'autre part. Sachant que toutes les pathologies associées au tabac sont des maladies chroniques qui se développent à long terme au fil des années d'exposition.

Le tabagisme est un fléau qui ne cesse de croître, surtout dans les pays en développement dont l'Algérie, malgré ses conséquences.

Ce travail a été réalisé dans le but d'évaluer l'influence du tabagisme des étudiants fumeurs à l'université de Jijel sur les niveaux du cadmium dans leurs sang et de les comparer aux étudiants non-fumeurs. Idem, le présent travail a souligné comme objectif secondaire, de ressortir, la relation entre ces niveaux et les facteurs du risque associés.

Dans cette optique, notre étude s'est intéressée, dans son volet épidémiologique à déterminer les facteurs de risques les plus déterminants via une enquête épidémiologique. Les étudiants participants étaient interrogés à l'aide d'un questionnaire standardisé, destiné aux étudiants fumeurs et non-fumeurs au pôle universitaire de Jijel. Ces facteurs étaient d'ordre individuel (âge, statut tabagique, fréquence et mode de consommations, état de santé) et d'ordre général (l'entourage fumeur). Le volet toxicologique, à été consacré aux mesures des concentrations en cadmium dans le sang des étudiants comme biomarqueur d'exposition.

Il ressort de la première partie de nos résultats une alarmante et significative augmentation des niveaux de la cadmiémie chez les étudiants fumeurs par rapport aux étudiants non-fumeurs avec une moyenne géométrique de $82.52\mu\text{g/l}$ chez les fumeurs versus $67.97\mu\text{g/l}$ chez les non-fumeurs. L'exposition au cadmium via le tabagisme constituerait donc une réelle source de risques pour la santé des fumeurs.

Toutefois, ces concentrations sont maintes fois plus supérieures aux valeurs de référence pour les fumeurs et les non-fumeurs à la fois, ce qui confirme l'exposition concomitante au cadmium provenant des autres sources telles que l'alimentation et les eaux de boisson.

L'analyse de la corrélation montrée que l'âge et l'entourage étaient les facteurs de risque les plus élevés qui augmentent significativement les cadmiémies des fumeurs. La principale préoccupation vis-à-vis du cadmium correspond aux possibilités d'exposition prolongé et à de faibles doses, sachant que ce dernier est un élément métallique peuvent engendrer des intoxications chronique suit à leurs accumulations dans l'organisme et les organes cibles.

L'ensemble des résultats obtenus constitue donc une justification scientifique de la nécessité de la mise en place de moyens de lutte contre cette grave problématique pour la population des étudiants et la préserver des sérieux risques toxicologiques liés au tabagisme.

Cette étude peut être considérée comme une phase préliminaire et il serait intéressant d'étayer ce travail par :

- Réalisation des dosages des taux du cadmium dans le tabac consommés localement pour mieux préciser la part de contribution du tabagisme dans les niveaux de la cadmiémie
- Réalisation des échantillonnages à grand effectif des étudiants et d'élargir la campagne en dehors de l'université
- Etablissement et systématisation des études d'impact sur la santé des fumeurs à moyen et à long terme

En fin, le présent travail souhaite attirer l'attention sur cette grave problématique, informe sur le niveau d'exposition au Cd et sensibiliser les étudiants de la gravité de tabagisme.

-A-

Amira, W., & Leghouchi, E. (2018). Assessment of heavy metal pollution in sediments and their bioaccumulation in *Phragmites australis* from Nil river (Jijel-Algeria). *GLOBAL NEST JOURNAL*, 20(2), 226-233.

Angenot, L. (1983). Composition chimique de la fumée de tabac. *Journal de Pharmacie de Belgique*, 38(3), 172-180.

Andrian, J., Potus, J., Poiffait, A., & Dauvillier, P. (1998). Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires, Lavoisier. Tec & Doc, Paris, 50-59.

Alloway B J., (1990). Heavy Metals in Soils: Their Origins, Chemical Behaviour and Bioavailability. Wiley, John and Sons, London, 339 p.

Andujar P., Bensefa-Colas L., & Descatha, A. (2010). Intoxication aiguë et chronique au cadmium. *La Revue de médecine interne*, 31(2), 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2009.02.029>

Arris sihem épouse chebira, (2008) : Etude Expérimentale de l'Élimination des Polluants Organiques et Inorganiques par Adsorption sur des Sous Produits de Céréales, doctorat en sciences en génie des procédés. 10-11p.

ATSDR, (2008) : Draft Toxicological Profile for Cadmium. In ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, [En ligne]. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>.

-B-

Balli, N., & Leghouchi, E. (2018). Assessment of lead and cadmium in groundwater sources used for drinking purposes in Jijel (Northeastern Algeria). *Global nest journal*, 20(2), 417-423.

Blancard, D. (1998). Maladies du tabac: Observer, identifier, lutter. Editions Quae.

Barbalace J.K, inc, (2012) : EnvironmentalChemistry.com: Environmental, Chemistry & Hazardous Materials News, Careers & Resources, [En ligne].

<http://environmentalchemistry.com/yogi/periodic>.

Bisson M , Houeix N, (2014) : Cadmium et ses derives, INERIS - Fiche de donnees toxicologiques et environnementales des substances chimiques, michele.bisson@ineris.fr.

Behrouz Eshghi Malayeri, (1995) : Décontamination des sols contenant des métaux lourds à l'aide de plantes et de microorganismes, Thèse en Biologie des Organismes. Université Henri Poincaré, Nancy I.

Bourelrier, P.H., Berthelin J. (1998) : Contamination des sols par les éléments en traces: les risques et leur gestion. Rapport n°42, Académie des Sciences. (Ed). Lavoisier, 300p.

Bonet, A. (2011). Effet du cadmium sur l'expression d'enzymes de biotransformation au cours de la différenciation entérocytaire. Université du Québec À Montréal.

Borchardt T, (1985) : Relationships between carbon and cadmium uptake in *Mytilus edulis*. Mar. Biol. 85: 233-244.

-C-

Cécile-Maëlle, R. (2016). Prevention du tabagisme chez les lycéens : comment les lycéens seino-marins appréhendent-ils les risques liés au tabac et les possibilités de prévention du tabagisme ? Thèse pour le doctorat en médecine. Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen. 196p.

Chiffolleau J.F., Gonzalez J.L., Miramand P., Thouvenin B., 1999. Le cadmium: Comportement d'un contaminant métallique en estuaire. Programme scientifique Seine- Aval 10 : 31-36 p.

Chastang, J. (2012). Quelles sont les connaissances actuelles des parents en ce qui concerne les conséquences du tabagisme passif sur la santé de leurs enfants? Qui informer et par quel moyen? Thèse doctorat en médecine.

Clemens S., 2006. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. Biochimie 88: 1707-1719.

Cesbron, A., Sausseureau, E., Mahieu, L., Couland, I., Enault, T., Guerbet, M., & Goullé, J. P. (2013). Profil métallique sanguin chez des volontaires sains: 10 ans

après. In *Annales de Toxicologie Analytique* (Vol. 25, No. 3, pp. 89-97). EDP Sciences.

Chastang, J. (2012). Quelles sont les connaissances actuelles des parents en ce qui concerne les conséquences du tabagisme passif sur la santé de leurs enfants? Qui informer et par quel moyen? (Doctoral dissertation).

Chevalier, C., & Nguyen, A. (2016). Composition et nocivité du tabac. *Actualités pharmaceutiques*, 55(560), 22-25.

-D-

Das, P., Samantaray, S., & Rout, G. R. (1997). Studies on cadmium toxicity in plants: a review. *Environmental pollution*, 98(1), 29-36.

[https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(97\)00110-3](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(97)00110-3)

De La Rosa G., Peralta-Videa J.R., Montes M., Parsons J.G., Cano-Aguilera I. et GardeaTorresdey J.L., 2004. Cadmium uptake and translocation in tumbleweed (*Salsola kali*), a potential Cd-hyperaccumulator desert plant species: ICP/OES and XAS studies. *Chemosphere* 55: 11591168.

Dguimi HM, Debouba M, Ghorbel MH, Gouia H (2008). Tissue-specific cadmium accumulation and its effects on nitrogen metabolism in tobacco (*Nicotiana tabaccum*, Bureley v. Fb9). *Comptes rendus de Biologies* 332: 58-68

Diawara, I. (2011). Etude des connaissances, attitudes et pratiques de la consommation du tabac au Lycée Kankou Moussa de Daoudabougou-Bamako.

Dufrénoy, J. (1933). Ecologie du Tabac. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 13(138), 114-123.

E

Elinder, C.G., Kjellstrom, T. et Friberg, L. Cadmium in kidney cortex, liver, and pancreas from Swedish autopsies. *Arch. Environ. Health*, 31: 292 (1976), cité au renvoi 38.

Elmayan T, Tepfer M (1994). Synthesis of a bifunctional metallothionein/beta-glucuronidase fusion protein in transgenic tobacco plants as a means of reducing leaf cadmium levels. *The Plant journal* 6: 433-440

-F-

Fairbrother, A., Wenstel, R., Enstel, R., Sappington, K., 2007. Framework for metals risk assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 68:145–227.

-G-

Garin-M A, Simon O, (2004) : Fiche radionucléide : Cadmium 109 et environnement. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Direction de l'environnement et de l'intervention - Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes.

Garner R., et Levallois P., (2016). Concentrations de cadmium et sources d'exposition chez les adultes canadiens. *Statistique Canada*.

Gury, B. (2008). Enquête sur le tabagisme des footballeurs professionnels du Grand Est de la France (Auxerre, Dijon, Metz, Nancy, Reims, Sedan, Sochaux, Strasbourg, Troyes) (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).

Goullé, J. P., Saussereau, É., Mahieu, L., Coulant, I., Plougouven, S., Guerbet, M., & Lacroix, C. (2011). Validation du dosage du chrome par ICP-MS avec cellule de collision dans les matrices biologiques et concentrations usuelles. In *Annales de Toxicologie Analytique* (Vol. 23, No. 4, pp. 211-216). EDP Sciences.

Grtit, M., (2013). Tabagisme chez les étudiants en médecine d'Oujda. Thèse de doctorat en Faculté de médecine et de pharmacie FES. Université sidi Mohammed Ben Abdallah, P: 146p.

- H -

Hallenbeck, W.H., (1984). Human health effects of exposure to cadmium. *Experientia*, 40: 136.

Hecht, E. M., Arheart, K., Lee, D. J., Hennekens, C. H., & Hlaing, W. M. (2016). A cross-sectional survey of cadmium biomarkers and cigarette smoking. *Biomarkers*, 21(5), 429-435.

-J-

Jain, R. B. (2017). Factors affecting the variability in the observed levels of urinary cadmium among children and nonsmoker adolescents. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(3), 2515-2526.

-K-

Kalonda, D. M., Tshikongo, A. K., Koto, F. K. K., Busambwa, C. K., Bwalya, Y. K., Cansa, H. M., ... & Otshudi, A. L. (2015). Profil des métaux lourds contenus dans les plantes vivrières consommées couramment dans quelques zones minières de la province du Katanga. *Journal of Applied Biosciences*, 96, 9049-9054. ISSN 1997–5902.

Kirkham, M.B. (2006). Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments. *Geoderma*, 137: 19-32.

Kendi, N., & Kaid Tlilane, N. R. (2012). Essai d'analyse de la politique de lutte contre le tabagisme en Algérie (Doctoral dissertation, Université Abderrahmane mira bejaia/aboudaou).

Khassouani, C. E., El Kettani, S., Soulaymani, A., Lebouil, A., & Mauras, Y. (2008). Evaluation de l'imprégnation par le cadmium chez une population rurale de Settat, Maroc. *Rev. biol. Biotech*, 2(7).

-L-

Labelle, S. (2014). Les jeunes face au tabagisme: enquête auprès d'étudiants en pharmacie de Poitiers en 2012 (Doctoral dissertation).

Lakjiri, S. (2010). Tabac et cancers urologiques.

-M-

Martineau C, (2008) : caractérisation de la cytotoxicité et de l'accumulation du cadmium dans différentes lignées ostéoblastiques humaines et murines. Université du Québec à Montréal. 11-15p.

Matias M., 2008 : contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du val de Milluni (Andes boliviennes) par des déchets miniers approches géochimique, minéralogique et hydro chimique. Thèse de doctorat de l'université de Toulouse. pp : 489.

Mensh M. et Baize D., 2004. Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces, mesures pour réduire l'exposition. Courrier de l'environnement de l'INRA 52 : 31-54.

Misson, J. P. (1983). Les convulsions fébriles de l'enfant: leur pronostic et leur traitement. Revue médicale de liege, 38(23), 879-884.

Michel, V. (2017). Durabilité de la résistance et mécanisme de tolérance au virus Y de la pomme de terre (PVY) chez *Nicotiana tabacum* (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

-N-

Nakib, (2010) : mise au point d'une technique d'extraction des éléments traces métalliques dans les produits de la mer et leurs dosages par spectrophotométrie d'absorption atomique, **Magister en médecine vétérinaire.** Université Mentouri de Constantine. **P 103.**

Nan, Z., Li J., Zhang, J., Cheng, G. (2002). Cadmium and zinc interactions and their transfer in soil-crop system under actual field conditions. *Sci. Total. Environ.*, 285: 187-195.

Nordberg, (1974).G.F. Health hazards of environmental cadmium pollution. *Ambio*, 3: 55

Nordberg, G. F. (2009). Historical perspectives on cadmium toxicology. *Toxicology and applied pharmacology*, 238(3), 192-200.

Nicolle-Mir, L. (2016). Taux sanguins de cadmium et événements cardiovasculaires dans une cohorte suédoise. *Environnement, Risques & Santé*, 15(5), 386-387.

Lareyre, O. (2016). P2P, une intervention de pair à pair visant à prévenir le tabagisme de lycéens professionnels: quel rôle de la Théorie du Comportement Planifié dans le maintien des comportements de santé? (Doctoral dissertation).

-O-

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), (2019). Disponible sur le site

<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2019. Disponible sur le site <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/tobacco> (consulter le 09/07/2019).

OIML (Organisation Internationale de métrologie légale), (1991). Spectromètre d'absorption atomique pour la mesure des polluants dans l'eau. R100. Walker J., Wilson K., *Practical biochemistry*. Biotech, P93.

-P-

Pokorny B., Sayegh-Petkovsek S., Ribaric-Lasnik C., Vrtacnik J., Doganoc D.Z. et Adamic M., 2004. Fungi ingestion as an important factor influencing heavy metal intake in roe deer: evidence from faeces. *Sci. Total Environ.* 324: 223-234.

Paguirigan, D. G. (1924). La Culture du Tabac à Sumatra. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 4(34), 385-392.

Poitevineau, M. (2017). Tabac et grossesse: enquête auprès de femmes enceintes fumeuses à la maternité d'Angoulême (Doctoral dissertation).

-R-

Ricoux C., Gasztowtt B., 2005. Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de forts consommateurs de produits de la pêche de rivières contaminées par des toxiques de l'environnement. *InVS*, 124p.

Rabiere, E. (2014). Impact du tabagisme des internes de médecine générale dans l'aide au sevrage tabagique : Etude qualitative à partir d'un examen clinique objectif structuré (ECOS). Faculté de médecine. Université Paris Diderot - Paris 7.P: 105.

-S-

Schramm, S. (2012). Étude de la composition de différentes fumées de cigarette associées aux tabagismes actif et passif (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Slama, K. (1998). Tobacco control and prevention: a guide for low income countries. International Union Against Tuberculosis and Lung Disease (IUATLD).

Shimadzu commentary., (1983). Analysis of Medicines: Analysis of Biological substances. Atomic Absorption Analysis Cookbook Section 10 Vol 40, N°4, P 11.

-T -

Tsadilas C.D., Karaivazoglou N.A., Tsotsolis N.C., Stamatiadis S. et Samaras V., 2005. Cadmium uptake by tobacco as affected by liming, N form, and year of cultivation. Environ. Pollut. 134: 239-246.

Tudoreanu, L., Phillips C.J.C. (2004) - Empirical models of cadmium accumulation in maize, rye grass and soya bean plants. J. Sci.. Food .Agri, 84 : 845-852.

Terfani, Y. (2018). Déclaration de Directeur chargé de la lutte contre les maladies chroniques au ministère de la Santé, de la population et de la réforme hospitalière ; site web : <http://www.aps.dz/algerie/>.

Testud, F. (2005). Pathologie toxique professionnelle & environnementale. Éditions Eska.

Toukara F., (2005). Prévalence du tabagisme chez les étudiants en fin de cycle d'études de médecine, de pharmacie à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Bamako (MALI). Thèse de doctorat en Faculté de Médecine de Pharmacie et D'Odonto-Stomatologie. Université de Bamako, P : 68.

-V-

Verge G.G,(2006) : Evaluation et gestion du risque lie a l'ingestion de produits de la mer contaminés par le cadmium, doctorat en veterinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse. 9p.

Victor H,(2012). Analyse fonctionnelle de deux Heavy Metal ATP ases de Nicotiana tabacum. These de doctorat. Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques - Montpellier Sup Agro France, 222p.

-W-

Waisberg M., Black W.D., Waisberg C.M. et Hale B., 2004. The effect of pH, time and dietary source of cadmium on the bioaccessibility and adsorption of cadmium to/from lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Ostinata). *Food Chem. Toxicol.* 42: 835-842.

-Y-

Yanai J., Zhao F.J., McGrath S.P. et Kosaki T., 2006. Effect of soil characteristics on Cd uptake by the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *Environmental Pollution* 139: 167-175.

-Z-

Zang Y, (2016). Cadmium toxicology. In: **Caballero, B., Finglas, P.M., Toldra', F., (ed) Encyclopedia of Food and Health, vol1:A-Che, Elsevier, pp 550-550.**

Zorrig W, (2011) : Recherche et caractérisation de déterminants contrôlant l'accumulation de cadmium chez la laitue "*Lactuca sativa*", thèse doctorat en Physiologie végétale et biologie moléculaire. Université Tunis El Manar. 15-20 et 24-29p.

Annexe n°01

Questionnaire

Code :

1. Nom :

2. Prénom :

3. Age:

4. Sexe :

5. Votre entourage proche est il fumer ? Oui

Non

6. Fumer-Vous :

Jamais

Ancien fumeur

Fumeur (même Occasionnellement)

7. Quand avez-vous commencé à fumer

Avant d'entrer à l'université

Pendant les études

8. Combien fumez-vous de cigarettes par jours

1-5

5-10

Plus de 10

9. Mode de consommation

Cigarettes toutes faites

Cigarettes

Tabac à mâcher

Shisha

10. Avez-vous des pathologies liées aux tabagismes

Respiratoires

Cardiovasculaire

Autres

Annexe n°02

❖ **Préparation de la solution de nettoyage (HNO₃ 10%) :**

- ✓ mettre dans une fiole jaugée 200 ml d'eau distillée.
- ✓ Ajouter 100 ml de HNO₃.
- ✓ Compléter à un litre par l'eau distillée.
- ✓ Mettre la solution préparée dans une bouteille à une température ambiante.
- ✓ Solution à conserver pour le nettoyage

❖ **Préparation de la solution de Triton X-100 : à 10%**

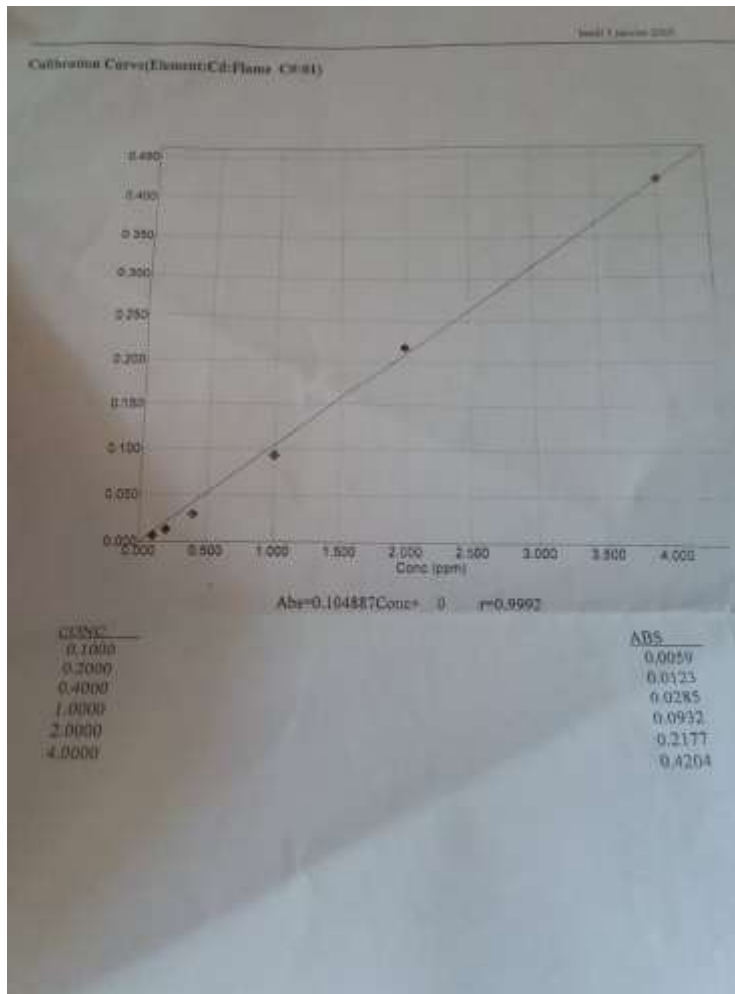
- ✓ mettre dans une fiole jaugée 20 g de Triton X-100.
- ✓ Compléter jusqu'à 200 ml par l'eau distillée.
- ✓ Mélanger par agitation jusqu'à dissolution totale.
- ✓ Mettre la solution préparée dans un flacon à une température ambiante.

❖ **Préparation de la solution de chlorure d'ammonium à 10 % :**

- ✓ Mettre dans une fiole jaugée 35 g de chlorure d'ammonium.
- ✓ Compléter jusqu'à 350 ml par l'eau distillée.
- ✓ Mettre la solution préparée dans un flacon à une température ambiante.

Annexe n°03

Courbe d'étalonnage



Annexe n°04

Tableau pour les différences entre les fumeurs et les non fumeurs.

ANOVA^b

Modèle	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
1 Régression	1395,805	1	1395,805	6,426	,025 ^a
Résidu	2823,872	13	217,221		
Total	4219,677	14			

a. Valeurs prédites : (constantes), non fumeurs

b. Variable dépendante : fumeurs

Présenté par : Boudouda Rahil Rouibah Nawal	Encadreur : M ^{eme} Balli Nassima Date de soutenance : 16/07/2019
Thème Etude de l'influence du tabagisme sur le taux de cadmiémie	
<p style="text-align: center;">Résumé</p> <p>Le tabagisme est aujourd'hui de plus en plus associé aux jeunes. Considéré comme étant une maladie, le tabagisme est une dépendance à la nicotine, le plus souvent initié au collège ou au lycée. Le cadmium est un métal lourd retrouvé dans la fumée de cigarette est pose un vrai problème de toxicité. L'objectif de la présente étude porte sur l'évaluation de l'influence du tabagisme sur le taux de la cadmiémie chez 15 étudiants fumeurs et 15 étudiants non-fumeurs, recrutés à partir de l'université de Jijel, ainsi que la détermination les facteurs de risques associés les plus prédictibles tels que l'âge. Le dosage de cadmium dans le sang par la SAAF a démontré un taux de cadmium sanguin très alarmant pour l'ensemble des étudiants fumeurs et non-fumeurs, mais qu'il est significativement plus élevé chez les fumeurs avec une moyenne géométrique de 82.52µg/l que chez les non-fumeurs (67.97µg/l). Selon le test de corrélation, les facteurs de risques les plus prédictibles chez les fumeurs étaient bien l'âge d'initiation et le mode de consommation par contre chez les non-fumeurs, l'entourage était le facteur du risque le plus prédictible.</p> <p>Mots clés : Tabagisme, Cadmium, Cadmiémie, Facteurs de risques, Université de Jijel, étudiants.</p>	
<p style="text-align: center;">Abstract</p> <p>Smoking is now more and more associated with young people. Considered a disease, smoking is a nicotine addiction, most often initiated in college or high school. Cadmium is a heavy metal found in cigarette smoke is poses a real problem of toxicity. The aim of this study is to evaluate the influence of smoking on cadmium levels in 15 university smokers and 15 non-smokers recruited from Jijel University, as well as the determination the most predictable associated risk factors such as age and smoking status profile. The SAAF blood cadmium assay showed a very alarming blood cadmium level for all university smokers and non-smokers, but it is significantly higher for smokers with a geometric mean of 82.52µg / l than in non-smokers (67.97µg / l). According to the correlation test, the most predictable risk factors for smokers were well the age of initiation and the mode of consumption on the other hand in non-smokers, the entourage was the most predictable risk factor.</p> <p>Key words: Smoking, Cadmium, Cadmium, Risk Factors, Jijel University, Students.</p>	
<p style="text-align: center;">ملخص</p> <p>اصبح التدخين حاليا مرتبط بالشباب و هو يُعد إدماناً للنيكوتين، حيث يبدأ في أغلب الأحيان في المدرسة أو الثانوية. الكاديوم هو معدن ثقيل موجود في دخان السجائر و هو سام جدا . الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير التدخين على مستويات الكاديوم في دم 15 طالب مدخن و مقارنتها مع 15 طالب غير مدخن تم اختيارهم من جامعة جيجل، وكذلك تحديد عوامل الخطر المرتبطة الأكثر تأثيرا مثل العمر . أظهر التحليل بجهاز الامتصاص الذري باللهب وجود مستوى عالي من الكاديوم في دم المدخنين وغير المدخنين ولكنه أعلى بشكل كبير بالنسبة للمدخنين بمتوسط هندسي 82.52 ميكروغرام / لتر، عن غير المدخنين (67.97 ميكروغرام / لتر). وفقاً لاختبار الارتباط، كانت عوامل الخطر الأكثر تأثيرا بالنسبة للمدخنين هي عمر البدء في التدخين وطريقة الاستهلاك من ناحية أخرى لدى غير المدخنين المحيط المرافق هو أكثر عوامل الخطر ارتباطا بمستويات الكاديوم في الدم.</p> <p style="text-align: center;">الكلمات المفتاحية: التدخين ، الكاديوم ، الكاديوم ، عوامل الخطر ، جامعة جيجل ، الطلاب.</p>	