



HAL
open science

L'impact de la cigarette électronique dans la cavité orale

Lucie Thouret

► **To cite this version:**

Lucie Thouret. L'impact de la cigarette électronique dans la cavité orale. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. hal-03297993

HAL Id: hal-03297993

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03297993v1>

Submitted on 23 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**ACADÉMIE DE NANCY-METZ
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ D'ODONTOLOGIE**

ANNÉE 2019

N°10596

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

Lucie THOURET

Née le 4 juin 1993 à Montbéliard (25)

**L'IMPACT DE LA CIGARETTE ÉLECTRONIQUE
DANS LA CAVITÉ ORALE**

Présentée et soutenue publiquement le 8 février 2019

Examineurs de la thèse :

Pr. J-M. MARTRETTE	Professeur des Universités	Président
<u>Dr. J. SCHOUVER</u>	<u>Maître de Conférences</u>	<u>Directeur de thèse</u>
<u>Dr. D. JOSEPH</u>	<u>Maître de Conférences</u>	<u>Co-directeur</u>
Dr. A. DALSTEIN	Docteur en Chirurgie Dentaire	Juge

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,
la Faculté de chirurgie dentaire a arrêté que
les opinions émises dans les dissertations
qui lui seront présentées
doivent être considérées comme propres à leurs
auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune
approbation ni improbation.*

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT
Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE
Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT
Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG – Pr ARTIS – Pr M. VIVIER
Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS
Professeur émérite : Pr M-P FILLEUL

Département Odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme DROZ Dominique	Maître de Conférences *
	Mme JAGER Stéphanie	Maître de Conférences *
	M. PREVOST Jacques	Maître de Conférences
	Mme HERNANDEZ Magali	Maître de Conférences *
	M. LEFAURE Quentin	Assistant
Département Orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	Mme DARSAT Claire	Assistante*
	M. EGLOFF Benoît	Maître de Conférences *
	Mme GREGOIRE Johanne	Assistante
Département Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme LAWTON Mathilde	Assistante
	Mme CLÉMENT Céline	Maître de Conférences *
	M. BAUDET Alexandre	Assistant *
Département Parodontologie Sous-section 57-01	Mme NASREDDINE Greyce	Assistante
	M. AMBROSINI Pascal	Professeur des Universités *
	Mme BISSON Catherine	Maître de Conférences *
	M. JOSEPH David	Maître de Conférences *
	M. LACH Patrick	Assistant
	Mme MAYER-COUPIN Florence	Assistante
Département Chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme PAOLI Nathalie	Enseignante univ. – Praticien attachée*
	Mme GUILLET-THIBAUT Julie	Maître de Conférences *
	M. BRAVETTI Pierre	Maître de Conférences
	Mme PHULPIN Bérengère	Maître de Conférences *
	M. CLERC Sébastien	Assistant*
Département Biologie orale Sous-section 57-01	M. HASNAOUI Nasr	Assistant
	Mme KICHENBRAND Charlene	Enseignante univ. – Praticien attachée*
	M. YASUKAWA Kazutoyo	Maître de Conférences *
	M. MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des Universités *
Département Dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	Mme EGLOFF-JURAS Claire	Assistante*
	M. MORTIER Éric	Professeur des Universités *
	M. AMORY Christophe	Maître de Conférences
	M. BALTHAZARD Rémy	Maître de Conférences *
	M. ENGELS-DEUTSCH Marc	Maître de Conférences
	M. VINCENT Marin	Maître de Conférences*
	Mme GEBHARD Cécile	Assistante
	M. GEVREY Alexis	Assistant
Département Prothèses Sous-section 58-01	M. GIESS Renaud	Assistant *
	M. DE MARCH Pascal	Maître de Conférences
	M. SCHOUVER Jacques	Maître de Conférences
	Mme VAILLANT Anne-Sophie	Maître de Conférences *
	Mme CORNE Pascale	Maître de Conférences Associée *
	M. CIESLAK Steve	Assistant
	M. HIRTZ Pierre	Assistant *
	M. MAILLET Maxime	Assistant
	Mme MOEHREL Bethsabée	Assistante
M. VUILLAUME Florian	Assistant	
Département Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01	Mme STRAZIELLE Catherine	Professeur des Universités *
	Mme MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de Conférences *
	M. SALOMON Jean-Pierre	Maître de Conférences

Souligné : responsable de département
*** temps plein**
Mis à jour le 01/09/2018

À NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE,

Monsieur le Professeur Jean-Marc MARTRETTE

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifié en Médecine Bucco-Dentaire

Docteur en Sciences Pharmacologiques

Habilité à Diriger des Recherches

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Chirurgie orale ; parodontologie ; biologie orale

Doyen de la Faculté d'Odontologie de Nancy

Nous vous remercions de l'honneur et du privilège que vous nous faites d'accepter la présidence de cette thèse.

Nous sommes reconnaissante pour votre disponibilité et votre gentillesse tout au long de notre parcours universitaire.

Trouvez ici l'expression de notre sincère gratitude et de notre profond respect.

À NOTRE JUGE ET DIRECTEUR DE THÈSE,

Monsieur le Docteur Jacques SCHOUVER,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Dentisterie restauratrice, endodontie, prothèses, fonction-

Dysfonction, imagerie, biomatériaux

Nous tenons à vous remercier du très grand honneur que vous nous avez fait en acceptant d'être notre directeur de thèse, nous vous serons éternellement reconnaissante.

Nous vous remercions infiniment pour vos bons soins apportés à notre travail, pour le savoir que vous nous avez transmis, la qualité de votre enseignement ainsi que pour votre très grande sympathie que vous nous avez témoigné tout au long de notre parcours universitaire.

Vous êtes pour nous un véritable exemple et sommes fière d'avoir été votre élève.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre respect, ainsi que de notre admiration la plus sincère.

À NOTRE JUGE ET CO-DIRECTEUR DE THÈSE

Monsieur le Docteur David JOSEPH,

Docteur en Chirurgie-Dentaire

Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section : chirurgie orale ; parodontologie ; biologie orale

Nous tenons à vous remercier du très grand honneur que vous nous avez fait en acceptant de co-diriger ce travail, nous vous en serons éternellement reconnaissante.

Votre minutie, votre dynamisme, vos bons conseils et tous les soins que vous avez apportés à notre travail nous ont été précieux.

Nous vous remercions pour la qualité de votre enseignement et pour votre gentillesse tout au long de notre cursus universitaire.

Que ce travail soit pour vous l'expression de notre profond respect et de toute notre reconnaissance.

À NOTRE JUGE,

Madame le Docteur Amélie DALSTEIN,

Spécialiste qualifiée en Médecine Bucco-Dentaire,

Ancienne interne des hôpitaux de Nancy,

Praticien Hospitalier au CH d'Epinal,

Odontologiste des hôpitaux,

Nous tenons à vous remercier d'honorer notre travail de votre attention en acceptant de participer à notre jury de thèse.

Nous vous sommes éternellement reconnaissante pour la qualité de votre enseignement clinique et pour votre gentillesse à notre égard qui nous a profondément touchée. Ce fût un très grand privilège pour nous d'apprendre à vos côtés.

Veillez trouver ici le témoignage de notre considération, notre profond respect et de toute notre reconnaissance.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. Présentation de la cigarette électronique

1.1. Historique

1.2. La cigarette électronique, pour qui ?

1.3. Structure et fonctionnement

1.4. Composition des e-liquides

1.5. Législation

2. Les effets de la cigarette électronique

2.1. Santé générale

2.2. Cavité buccale

2.3. Comparaison avec le tabac classique

3. Rôle des professionnels de santé

3.1. Place de la cigarette électronique dans le sevrage tabagique

3.2. Impact de la cigarette électronique dans notre prise en charge thérapeutique au sein du cabinet dentaire

CONCLUSION

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Brevet obtenu par M. Robinson pour son vaporisateur électrique (source : Robinson, 1930).....	14
Figure 2 : Brevet de Herbert A. Gilbert « <i>une cigarette sans fumée ne contenant pas de tabac</i> » (source : Dautzenberg et Office Français de prévention du tabagisme 2013)	15
Figure 3 : Premier prototype d'Hon Lik qui déposa son brevet en 2005 de « <i>cigarette sans fumée à pulvérisation électronique</i> » (source : Brice Pedroletti et Le Monde, 2013)	16
Figure 4 : Proportion d'expérimentateurs de cigarette électronique en fonction de l'âge et du sexe en France (source : INPES, 2014).....	20
Figure 5 : Proportion d'utilisateurs de cigarette électronique en fonction de l'âge et du sexe en France (source : INPES, 2014)	21
Figure 6 : Statut tabagique des vapoteurs en France (source : INPES, 2014)	25
Figure 7 : Les différents motifs du vapotage chez les fumeurs actuels et anciens fumeurs (source : INPES, 2014).....	26
Figure 8 : Anatomie d'une e-cigarette (source : Dautzenberg et Office français de prévention du tabagisme, 2013)	27
Figure 9 : Principe de fonctionnement de la cigarette électronique (source : Dautzenberg et OFT, 2013).....	29
Figure 10 : Modèle le plus répandu de cigarette électronique (source : Nasr et coll, 2017)	29
Figure 11 : Les différents modèles de cigarette électronique (source : Farsalinos et Polosa, 2014)	31
Figure 12 : Composition générale d'un e-liquide (source : Vapoclope, 2018)	33
Figure 13 : Exemple de composition générale d'un e-liquide (source : Danyvape, 2018)	33
Figure 14 : Formule chimique de la nicotine (source : INRS, 2018)	35
Figure 15 : Image d'une publicité internet pour la vente d'un e-liquide aromatisé au fruit (source : Le goût de la vape, 2017)	37
Figure 16 : Les différentes options de commercialisation en fonction du taux de nicotine (source : Dautzenberg et OFT, 2013).....	41

Figure 17 : Pictogramme de danger « attention » (source : DGCCRF, 2017)	43
Figure 18 : Pictogramme de danger « toxique » (source : DGCCRF, 2017).....	44
Figure 19 : Panneau d’affichage d’interdiction de fumer et de vapoter pouvant être présent dans certaines entreprises (source : Direct signalétique, 2018)	46
Figure 20 : Brûlure de la cuisse suite à une explosion de cigarette électronique (source : Arnaout et coll, 2017).....	56
Figure 21 : Lésions buccales multiples provoquées par une explosion de cigarette électronique en bouche (source : Rogér et coll., 2016)	67
Figure 22 : Image radiologique suite à l’explosion d’une cigarette électronique en bouche objectivant une intrusion, une expulsion et une fracture dentaire (source : Rogér et coll., 2016)	68
Figure 23 : Les effets de la nicotine sur le parodonte (source : Nasr et coll., 2017) ..	73
Figure 24 : Tableau récapitulatif des actions de la nicotine sur le parodonte (source : Nasr et coll., 2017)	73
Figure 25 : Autopsie d’une cigarette mettant en évidence les nombreuses substances toxiques (source : Ligue contre le cancer, 2018)	80
Figure 26 : Les différences de distribution de nicotine entre la cigarette de tabac et deux générations de cigarettes électroniques (source : d’après Farsalinos et coll., 2014c)	86
Figure 27 : Choix entre cigarette de tabac conventionnelle ou cigarette électronique (source : internet)	96
Figure 28 : Le cycle de l’addiction au tabac ou à la cigarette électronique (source : Berlin, 2016)	98
Figure 29 : Exemple de substituts nicotiniques (source : France Bleu, 2018)	100
Figure 30 : Statistiques de souhait de sevrage tabagique chez les vapoteurs et les non-vapoteurs (source : INPES, 2014).....	102
Figure 31 : Avantages et inconvénients de la cigarette électronique.....	110

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les autres composants des e-liquides.....	39
Tableau 2 : Comparaison des effets du tabac et de la cigarette électronique sur la santé générale.....	87
Tableau 3 : Comparaison des effets du tabac et de la cigarette électronique sur la cavité orale	92
Tableau 4 : Comparaison de l'effet du tabagisme passif et du vapotage passif	95
Tableau 5 : Comparaison des différences générales entre le tabac et la cigarette électronique n'ayant pas d'impact sur la santé	97

INTRODUCTION

Aujourd'hui encore, le tabac est responsable de 6 millions de décès dans le monde chaque année, dont 600 000 concernent des non-fumeurs. Depuis quelques années, la cigarette électronique a fait immersion dans le marché astronomique du tabac en séduisant de nombreuses personnes, principalement les fumeurs, créant un véritable engouement et la naissance d'une communauté. Nombreux sont les fumeurs s'orientant vers la cigarette électronique afin de réduire ou d'arrêter leur consommation de tabac, conscients des risques consécutifs à leur tabagisme. On estime ainsi le nombre de vapoteurs réguliers en France à l'heure actuelle à environ 1,5 millions, pour 3 millions de vapoteurs occasionnels. Bien que les études sur les effets de la cigarette électronique sur la santé générale soient de plus en plus nombreuses, le nombre incroyable de fabricants et de marques d'e-liquides ne facilite pas les recherches et l'élaboration de conclusions par les autorités sanitaires, d'autant plus qu'aucune étude ne peut encore évaluer les effets à long terme du vapotage. L'impact de la cigarette électronique dans la cavité buccale est encore relativement peu documenté et méconnu pour un grand nombre de chirurgiens-dentistes c'est pourquoi nous avons décidé de rassembler les études disponibles à ce jour afin de présenter la cigarette électronique et ses effets sur la santé en générale et plus particulièrement sur la cavité orale. Dans une première partie, notre travail présente la cigarette électronique, ses utilisateurs, son mode de fonctionnement, les e-liquides utilisés et la réglementation mise en place en France, en Europe et dans le monde. Grâce à une analyse de la littérature, nous décrivons dans une deuxième partie les effets de la cigarette électronique sur la santé générale et plus particulièrement sur la cavité orale, puis comparons ces effets à ceux du tabac. Enfin, nous résumons les informations utiles pour les chirurgiens-dentistes concernant l'impact du vapotage et répondons aux questions que soulève cette pratique.

1. Présentation de la cigarette électronique

1.1. Historique

1.1.1. Définition

Les cigarettes électroniques, appelées également dispositifs électroniques de vapotage ou systèmes électroniques de distribution de nicotine sont des dispositifs alimentés par des piles dont la fonction est de vaporiser la nicotine. Ces dernières peuvent également être nommées e-cigarette ou vapoteuse, et produisent une vapeur ressemblant visuellement à la fumée produite par la combustion du tabac, qui peut être aromatisée ou non et contenir ou non de la nicotine.

D'après la définition donnée par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de santé, « *la cigarette électronique ou dispositif électronique de vapotage est le nom générique désignant un générateur d'aérosol dont la forme rappelle celle de la cigarette et servant à délivrer de la fumée artificielle aromatisée contenant ou non de la nicotine* ». (Worsley et coll., 2014)

1.1.2. Naissance de la cigarette électronique

Le concept de la première cigarette électronique a été élaboré en 1963 par Herbert A. Gilbert, ingénieur Américain, qui en déposa le brevet le 17 août 1965. Cependant, en 1927, Joseph Robinson, de nationalité américaine, avait eu la première idée d'un vaporisateur électronique et en déposa le brevet. Il décrivait son invention comme un dispositif médicinal chauffé électriquement afin de produire des vapeurs pour l'inhalation à usage individuel, sans risque de brûlure, hygiénique, efficace et simple. Le schéma ne fait pas référence au tabac, mais de nombreuses ressemblances avec la cigarette électronique actuelle peuvent être remarquées.

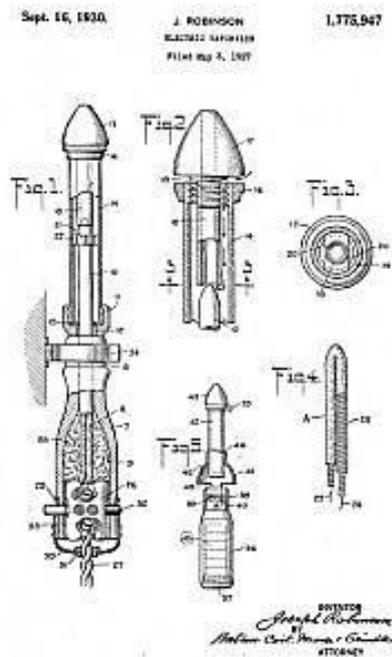


Figure 1 : Brevet obtenu par M. Robinson pour son vaporisateur électrique (source : **Robinson, 1930**)

Ce n'est donc qu'une trentaine d'années plus tard que le brevet pour une cigarette s'apparentant à la famille des cigarettes électroniques, visant à remplacer la cigarette de tabac traditionnelle est déposé par Herbert A. Gilbert. Cette dernière contenait déjà les éléments essentiels de l'e-cigarette : une batterie, une résistance, une cartouche et du liquide aromatisé.

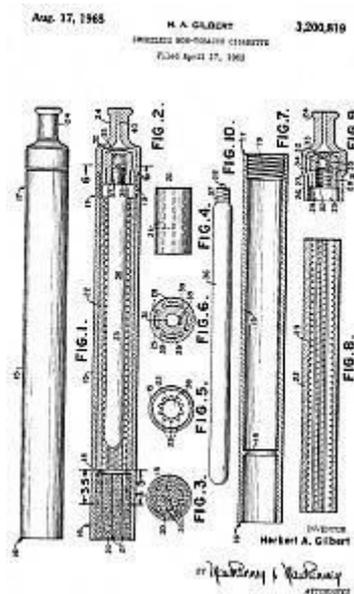


Figure 2 : Brevet de Herbert A. Gilbert « *une cigarette sans fumée ne contenant pas de tabac* » (source : Dautzenberg et Office Français de prévention du tabagisme 2013)

Cependant, les fumeurs Américains n'étaient pas encore prêts à remplacer la cigarette de tabac par un dispositif de ce type car les problèmes sanitaires dus au tabac n'étaient pas encore clairement établis et la technologie n'était pas suffisamment avancée. C'est pourquoi, l'invention d'Herbert A. Gilbert ne fut jamais commercialisée.

Ce n'est que quarante ans plus tard que la cigarette électronique moderne a été réinventée par Hon Lik, ingénieur et pharmacien chinois à Hong Kong, qui eut l'idée, en l'an 2000, de vaporiser la nicotine pour éviter la combustion du tabac tout en conservant le geste du fumeur. Selon ses dires, il aurait eu cette idée lors d'un de ces rêves. Après une tentative de dispositif piezo-électrique à ultrasons aboutissant à un échec, il a fait tester en 2003 un prototype muni d'une résistance et d'une batterie au lithium vaporisant un liquide contenant de la nicotine diluée dans une solution de propylène glycol puis en a déposé le brevet quelques mois plus tard. Les premières cigarettes électroniques sont alors apparues sur le marché chinois en mai 2004, après la mort de son père atteint d'un cancer du poumon, et ont rencontré un succès immédiat.

L'avantage de son invention est de produire un instrument reproduisant l'acte de fumer (tant au niveau de la gestuelle qu'au niveau de la fumée émise) et engendrant une fumée nettement moins nocive pour la santé en comparaison à une cigarette de tabac classique qui contient notamment du goudron. Il n'y a pas de combustion de la nicotine, le système est basé sur un effet de nébulisation par ultrason. Sa cigarette est composée d'une batterie, d'une carte électronique capable de détecter l'aspiration et déclenchant l'augmentation de température de la résistance électrique. (Etter, 2013)

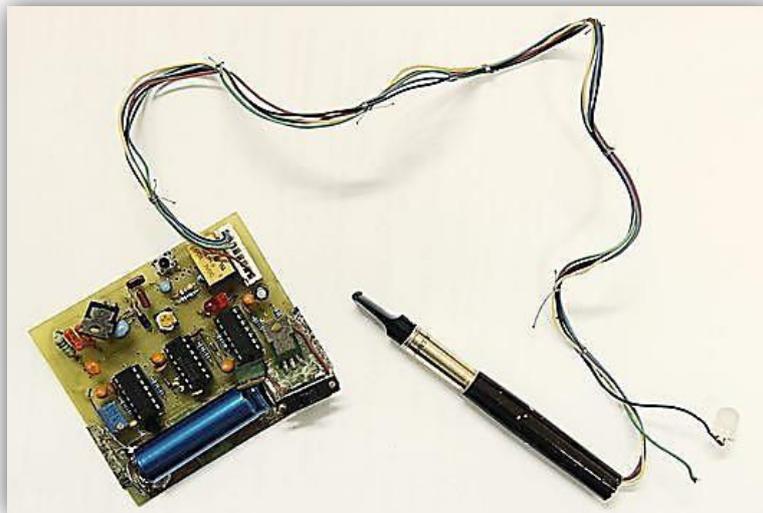


Figure 3 : Premier prototype d'Hon Lik qui déposa son brevet en 2005 de « *cigarette sans fumée à pulvérisation électronique* » (source : Brice Pedroletti et Le Monde, 2013)

Mais en 2008, la technologie utilisée par Hon Lik est remplacée par un système de résistances chauffantes inventé par le Chinois David Yunqiang Xiu. Il dépose le brevet pour ce système en 2009 pour son « *Electronic Nicotine Delivery System* » (ENDS). Grâce à son invention, la commercialisation de la cigarette électronique peut réellement commencer, les cigarettes électroniques font la une des journaux du monde entier et séduiront bon nombre de patients grâce à la reproduction fidèle des sensations obtenues avec une cigarette traditionnelle. (Nasr et coll., 2017)

Le marché des e-cigarettes est très important et a connu une croissance exponentielle. Une multitude de marques, pour la plupart, issues de l'industrie du

tabac, est née en quelques années mais certains leaders s'affirment grâce à un marketing agressif et à un bon réseau de distribution.

Depuis le brevet obtenu par Hon Lik pour sa cigarette électronique, la Chine est le premier fabricant d'e-cigarettes dans le monde. Ces dernières sont produites dans diverses usines des villes de Shenzhen et Hong Kong notamment. Annoncées comme plus saines que le tabagisme, elles sont introduites sur le marché en 2006 en Europe et en 2007 aux Etats-Unis et depuis, 466 marques et au moins 7764 saveurs d'e-liquides ont été commercialisées. En 2014, le chiffre d'affaire des cigarettes électroniques culminait à 450 millions d'euros. Rien qu'en France, le nombre de boutiques spécialisées ayant vu le jour était estimé à 2500 alors qu'il était de 138 en 2011, de nombreux emplois ont ainsi été créés puisque les utilisateurs achètent majoritairement leur e-cigarette dans les boutiques spécialisées. Bien que cette nouvelle tendance de fumer commence à se stabiliser depuis 2015 avec une baisse actuelle des lieux de ventes de ces dispositifs, le marché mondial de la cigarette électronique pourrait atteindre les 10 milliards de dollars de ventes d'ici 2017. (Berlin, 2016 ; Rogér et coll., 2016)

La cigarette électronique est devenue un phénomène de mode assez rapidement et séduit les utilisateurs de par son prix relativement peu élevé, son utilisation personnalisable et réputée « saine ». Cependant, les fabricants doivent faire face à un public nombreux et exigeant. En effet, certains se plaignent de la mauvaise qualité de leur e-cigarette (écoulement de liquide, panne, manque d'autonomie) et seuls les marques qui sauront répondre à ces problèmes survivront. (Etter, 2013)

L'usage de la cigarette électronique s'est maintenant banalisé dans notre société à tel point que les termes « cigarette électronique », « vapoter » et « vapoteur / Vapoteuse » ont fait leur entrée dans les dictionnaires le Petit Larousse et le Petit Robert en 2015. (Nasr et coll., 2017)

Dès les premières présentations de la cigarette électronique en 2008, les organismes de contrôle Américain (*Food and Drug Administration*) et Français (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé, devenue l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament) ont mis en garde les utilisateurs. Cependant, les dispositifs ont considérablement évolué devenant plus fiables et de meilleure qualité. (Etter, 2013)

1.2. La cigarette électronique, pour qui ?

Le tabagisme est un fléau de puissance mondiale responsable de plus de 100 millions de victimes dans le monde au cours du XX^e siècle et inscrit au rang des plus graves menaces mondiales pesant sur la santé publique par l'Organisation Mondiale de la Santé. Il représente la première cause de décès évitable dans les pays riches. Les fumeurs, étant désormais conscient des risques, cherchent de plus en plus d'autres alternatives moins toxiques que le tabac et s'initient à la cigarette électronique pour diverses raisons : certains pour fumer de façon « plus saine », d'autres pour arrêter de fumer, pour fumer moins cher, ou encore pour fumer presque partout. (Etter, 2013)

Les études réalisées montrent que la cigarette électronique est principalement utilisée par les jeunes adultes plutôt que par les personnes plus âgées, et est une pratique plus fréquente chez les hommes qu'auprès des femmes. (Javed et al. 2017a)

Aussi, la plupart des vapoteurs seraient fumeurs ou d'anciens fumeurs. Un sondage réalisé auprès de presque 20000 utilisateurs de cigarettes électroniques en 10 langues différentes montre que 81 % des vapoteurs sont d'anciens fumeurs, qui ont substitué totalement leur consommation tabagique par la cigarette électronique. La consommation médiane de nicotine au commencement était de 18mg/ml puis les usagers diminuaient progressivement leur taux de nicotine dans leur e-liquide. (Farsalinos et coll., 2014a)

Les vapoteurs représentent une communauté très active et engagée, notamment grâce aux réseaux sociaux, aux blogs, forums et sites spécialisés qui pullulent sur le net. Ces sites sont souvent source d'erreurs et de rumeurs dans lesquelles il est difficile de démêler le vrai du faux, car ces sites n'ont souvent aucune base scientifique reconnue et ne sont appuyées par aucune donnée officielle.

Ces usagers se sentent comme dans une communauté où s'organisent festivals, salons et manifestations diverses en de nombreux endroits du globe. Cela a d'ailleurs beaucoup contribué au succès de l'e-cigarette notamment chez les jeunes

qui se retrouvent autour de ce produit « *high tech* » et ludique par sa multitude de goûts fantaisies.

1.2.1. Usage en fonction des pays

En fonction des pays, les habitudes d'utilisation des vapoteurs varient. En effet, un sondage révèle des différences de concentration nicotinique médiane utilisée par les vapoteurs dans les e-liquides en fonction de leur pays. Celle-ci est plus faible en France et en Suisse (11 mg/ml) qu'au Canada (13,5 mg/ml) et qu'aux Etats-Unis et Royaume-Uni où ces concentrations sont élevées (18 mg/ml). De la même façon, la proportion de vapoteurs ayant utilisé des concentrations nicotiques dans leur e-liquide supérieure à 20 mg/ml est plus élevée au Royaume-Uni, et aux Etats Unis (27 % et 21 % respectivement) alors que ces utilisateurs ne représentent que 1% en France et en Suisse. Presque tous les participants de ce sondage (94 %) déclaraient utiliser des cigarettes électroniques contenant de la nicotine. Ces chiffres sont relativement différents d'un pays à un autre de par les différences dans la législation encadrant la vente et l'usage des cigarettes électroniques mais aussi du fait que les différents pays n'ont pas été représentés à part égale dans ce sondage avec une majorité de participants originaires des Etats-Unis et du Royaume-Uni. (Etter, 2016)

1.2.2. L'utilisation de la cigarette électronique en France

Facile d'accès, moins cher que le tabac et modulable selon l'envie, l'e-cigarette a déjà séduit 23 % des femmes contre 29 % des hommes en France. Un million et demi de consommateurs quotidiens ont déjà été recensés dans une étude INPES. 98 % des usagers de cigarettes électroniques seraient d'anciens fumeurs ce qui prouve le lien étroit entre e-cigarette et tabac. (Vasseur et Gomez, 2016)

Le Baromètre santé INPES de 2014 estimait à 12 millions le nombre de personnes ayant déjà essayé la cigarette électronique en France soit 26 % de la population Française. En 2014, 3 millions de personnes de 15 à 75 ans étaient utilisateurs d'e-cigarettes dont 1,5 millions quotidiennement. D'après ces résultats, on remarque que

le taux d'expérimentation est inversement proportionnel à l'âge. Presque un jeune sur deux (15–24 ans) a déjà essayé la cigarette électronique. La majorité des personnes expérimentant est donc plutôt jeune, et majoritairement masculine.

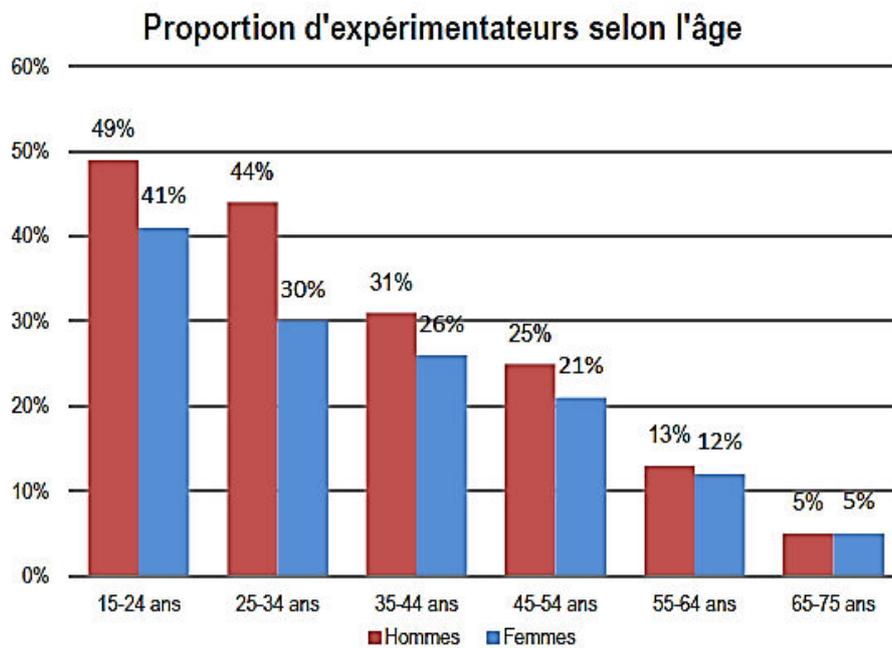


Figure 4 : Proportion d'expérimentateurs de cigarette électronique en fonction de l'âge et du sexe en France (source : INPES, 2014)

Mais le pic d'utilisation se situe dans la tranche d'âge 25-34 ans. Les vapoteurs sont plus fréquemment masculins et emploient majoritairement des e-liquides nicotinés (86,1 %).

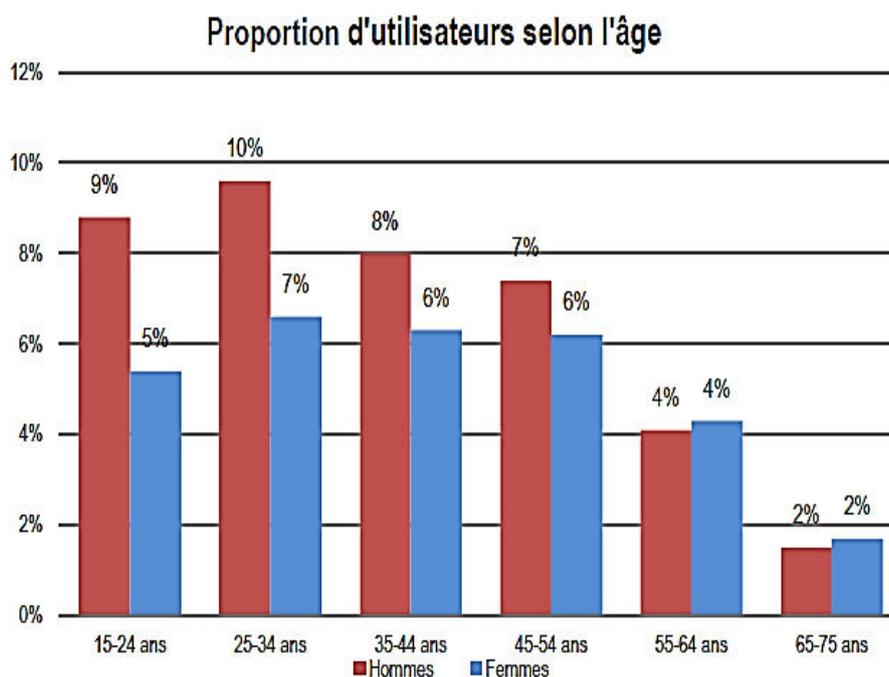


Figure 5 : Proportion d'utilisateurs de cigarette électronique en fonction de l'âge et du sexe en France (source : INPES, 2014)

1.2.3. L'utilisation de la cigarette électronique en fonction de la population

- Population adolescente

La population adolescente est largement concernée par l'usage de la cigarette électronique. En effet, depuis quelques années, la population adolescente s'intéresse aux e-cigarettes devenues tendance mais également aux pipes à eau (appelés chicha, narguilé ou encore bong, bang) permettant de fumer du tabac aromatisé ainsi que d'autres substances dont le cannabis. (Ramôa et coll., 2017)

Des études récentes montrent que la consommation d'e-cigarettes chez les adolescents aurait dépassé celle des cigarettes traditionnelles et pourrait servir de porte d'entrée à l'utilisation de nicotine, étant une drogue très addictive.

En France, d'après l'enquête de l'OFDT (Observatoire Français des Drogues et Toxicomanies), 50 % des jeunes de 17 ans ont déjà expérimenté la cigarette électronique et 15 % indiquaient l'avoir fait plus de 10 fois. L'usage quotidien de ces

cigarettes électroniques concerne 2,5 % des jeunes de 17 ans dont 31 % d'entre eux déclarent fumer conjointement plus de 10 cigarettes par jour.

Une étude américaine publiée en 2016 rapporte que l'utilisation de la cigarette électronique chez les lycéens américains (16 %) et les collégiens (5,3 %) est plus élevée que la prévalence des autres produits du tabac, y compris les cigarettes traditionnelles, cigares, pipes à eau, tabac sans fumée (chique, snus ...), tabac à pipe et bidis (type de cigarette indienne). Dans cette étude, 25,3% des élèves du secondaire déclaraient utiliser des produits du tabac dont 16% utilisaient les cigarettes électroniques, suivies des cigarettes de tabac (9,3 %), des cigares (8,6 %), des narguilés (7,2 %), du tabac sans fumée (6,0 %) du tabac à pipe (1,0 %) et bidis (0,6 %). Pour les élèves du collège, les cigarettes électroniques étaient également la forme de produit du tabac la plus couramment utilisée avec 5,3 % d'utilisation, suivie des cigarettes (2,3 %), des narguilés (2,0 %), du tabac sans fumée (1,8 %), des cigares (1,6 %), du tabac à pipe (0,4 %), et bidis (0,2 %). Que ce soit au secondaire ou au collège, la population masculine était plus fréquemment concernée par cet usage. De 2011 à 2015, on remarque une augmentation de l'utilisation des cigarettes électroniques et des narguilés chez les collégiens et les élèves du secondaire (passant pour les lycéens de 1,5 à 16 %) alors que la consommation de produits du tabac conventionnels, comme les cigarettes et les cigares, n'a pas changé. L'utilisation globale de tout produit du tabac n'a pas beaucoup changé au cours de la période 2011-2015 et concernerait 4,7 millions d'élèves américains. (Singh et coll., 2016)

Cette montée en puissance de l'utilisation de la cigarette électronique est également ressentie dans de très nombreux pays avec des fréquences d'utilisation très différentes. En Pologne par exemple, l'utilisation de la cigarette électronique a augmenté de 17 à 62 % de 2010 à 2014 chez les lycéens. Aussi, une étude réalisée en Corée auprès d'adolescents rapportait que 0,5 % des étudiants étaient des utilisateurs quotidiens de cigarettes électroniques, 2 % avaient vapoté au moins une fois dans les 29 jours précédents et 6 % étaient d'anciens utilisateurs d'e-cigarettes alors que 92 % n'avaient jamais utilisé de ces cigarettes électroniques. (Cho, 2017)

Les adolescents sont intéressés par ces cigarettes électroniques pour diverses raisons. Dans une étude coréenne, ils rapportent que la principale raison de leur

vapotage est la possibilité d'utiliser ces cigarettes électroniques dans les espaces intérieurs. La curiosité était également une autre raison mais rapportée principalement par les anciens utilisateurs de cigarette électronique. (Cho, 2017)

Une autre étude, américaine, montre que 65 % des élèves l'utilisaient pour vapoter un arôme plaisant et une minorité pour vaporiser d'autres substances contenant de la marijuana (environ 5-7 %). Seulement 20 % utiliseraient la cigarette électronique dans le but d'obtention de concentrés nicotiques. Ces résultats remettent en question la désignation des cigarettes électroniques et vaporisateurs appelés « *Electronic Nicotine Delivery System* », (ENDS), ainsi que l'hypothèse courante selon laquelle tous les utilisateurs de vaporisateurs inhalent de la nicotine. (Miech et coll., 2017)

Il semble ainsi qu'une part importante d'adolescents s'initient au vapotage par attrait du goût et de cette nouvelle tendance à la mode, testant sous l'emprise de l'effet de groupe.

L'utilisation de ces dispositifs s'est banalisée à tel point que certains élèves prétendent que les cigarettes électroniques deviennent presque aussi courantes au lycée que les ordinateurs portables. (Damle, 2015)

Cette popularité accrue des cigarettes électronique chez les jeunes, associée aux effets à long terme inconnus sur la santé de ces dispositifs est inquiétante. En effet, l'exposition à la nicotine pendant l'adolescence, période critique pour le développement du cerveau, peut entraîner une dépendance, nuire au développement du cerveau et engendrer une consommation soutenue de produits du tabac chez les jeunes. (Singh et coll., 2016)

- Population adulte

En France, on estime qu'un français sur 5 a déjà expérimenté la cigarette électronique, et ils seraient 1,1 à 1,9 millions à l'utiliser quotidiennement. 67 % des vapoteurs utilisaient des cigarettes électroniques pour réduire ou arrêter leur consommation de tabac, alors que 9 % des vapoteurs n'avaient jamais fumé de cigarettes traditionnelles. (Damle, 2015)

Aux Etats-Unis, les utilisateurs de cigarettes électroniques représenteraient 20 % de la population dans la tranche d'âge de 25 à 44 ans. Le vapotage des adultes américains a nettement augmenté entre 2010 et 2013, passant de 9,8 % à 36,5 % chez les fumeurs de cigarettes traditionnelles et une augmentation de 2,5 % à 9,6 % chez les anciens fumeurs de tabac. (Hwang et coll., 2016a ; Cho, 2017)

- Femmes enceintes

Les femmes enceintes sont également concernées par l'usage des cigarettes électroniques puisque 17 % d'entre elles sont fumeuses. Or, il est admis que fumer durant la grossesse augmente un certain nombre de risques : grossesses extra-utérines, fausse couche, accouchement prématuré, bébé de petit poids, etc. Une étude quantitative menée auprès de 369 femmes enceintes en 2014 a montré que seulement 1 % de celles-ci consomment l'e-cigarette et 17 % l'ont expérimentée. Les vapoteuses sont essentiellement des fumeuses consommant plus de 5 cigarettes par jour. Seulement 24 % des femmes enceintes déclarent avoir reçues des informations sur la cigarette électronique au cours de leur grossesse. Elles restent donc méfiantes quant à l'utilisation de l'e-cigarette. (Vasseur et Gomez, 2016)

- Consommateurs de cannabis

Une étude réalisée auprès de consommateurs réguliers de cannabis a testé les effets du vapotage de cannabis sur ces personnes. 45 % des participants ont indiqué que le vapotage de cette substance les avait aidés à arrêter ou à réduire leur consommation totale de cannabis, 37 % n'avaient vu aucun impact sur leur consommation de cannabis et 6 % avaient augmenté leur consommation de cannabis. Ces utilisateurs ont perçu de manière générale la vapeur de cannabis comme plus saine et plus discrète que de le fumer du fait qu'elle entraîne moins d'odeur. Cependant, ils rapportaient une sensation de bouche sèche et ressentaient moins les effets attendus du cannabis. Cette étude a conclu que le vapotage du cannabis est une pratique peu courante et séduit peu les consommateurs de cannabis. (Etter, 2015)

1.2.4. Statut tabagique des vapoteurs

La prévalence du tabagisme est très importante au sein des vapoteurs puisque les trois quarts des vapoteurs sont également des fumeurs réguliers et 8 % sont des fumeurs occasionnels. Une minorité de vapoteurs n'auraient jamais fumé (2 %), cependant, ceci implique que la cigarette électronique pourrait être une porte d'entrée à la consommation tabagique. (Berlin, 2016)

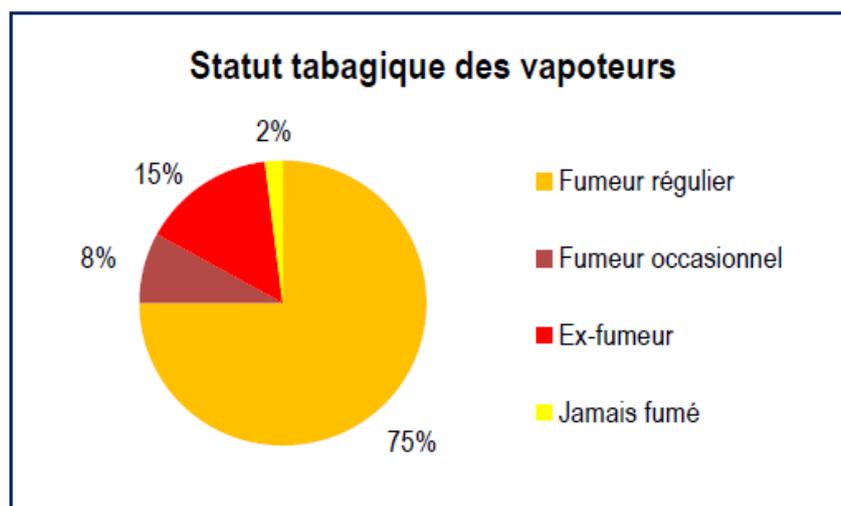


Figure 6 : Statut tabagique des vapoteurs en France (source : INPES, 2014)

Les fumeurs présentent des taux d'expérimentation de cigarette électronique élevé. En effet, d'après les chiffres INPES de 2014, 60 % des fumeurs réguliers et 48 % des fumeurs occasionnels auraient déjà testé l'e-cigarette.

1.2.5. Motif d'utilisation de la cigarette électronique

Les principales raisons de l'utilisation de la cigarette électronique sont la réduction ou l'arrêt de la consommation tabagique. Les motifs d'utilisation de la cigarette électronique rapportés dans les différentes études sont :

- La dépendance à la nicotine
- Le prix (moins élevé que le tabac)
- La santé (les utilisateurs trouvent ces dispositifs moins nocifs)
- La liberté d'usage (dans certains lieux publics auparavant alors que la cigarette était déjà interdite)
- Le respect des autres
- Le goût
- La curiosité

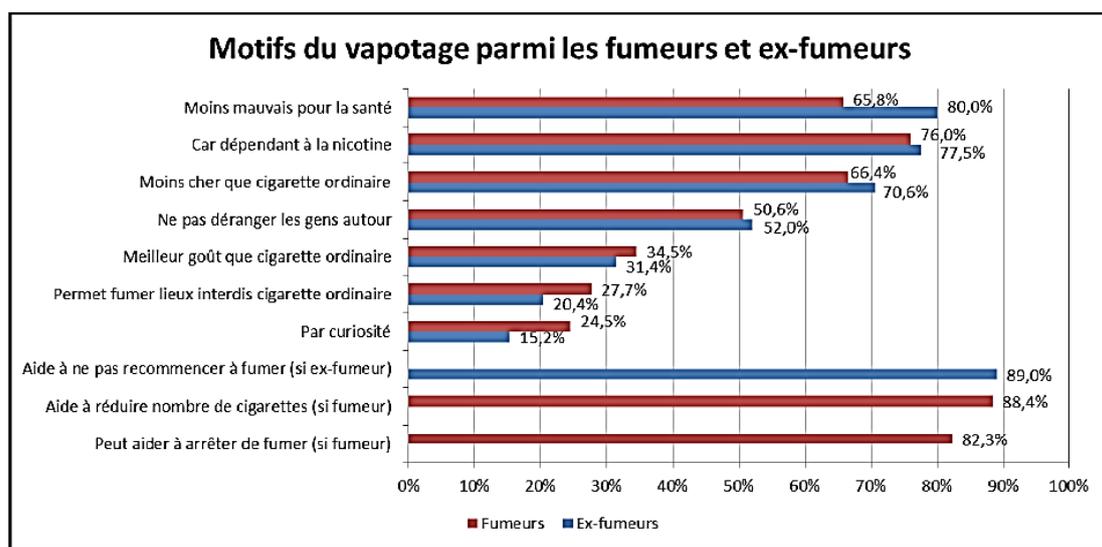


Figure 7 : Les différents motifs du vapotage chez les fumeurs actuels et anciens fumeurs (source : INPES, 2014)

D'après un sondage réalisé auprès d'environ 1200 utilisateurs de cigarettes électroniques en 2015, les participants trouvent que la conception, la capacité à personnaliser ainsi que la qualité de la vapeur sont les caractéristiques les plus importantes de l'appareil. Les utilisateurs sont principalement intéressés par l'e-cigarette dans le but de l'abandon du tabac, d'une amélioration de la santé générale et de la réduction des coûts. Les vapoteurs expérimentés déclarent que leur initiation aux cigarettes électroniques les a aidés à arrêter ou à réduire leur tabagisme conventionnel, ce qui, selon eux, réduit leurs risques pour la santé. Comparativement au tabagisme, les utilisateurs de cigarettes électroniques déclarent utiliser leur e-cigarette plusieurs fois par jour, mais avec moins de bouffées à chaque utilisation. (Baweja et coll., 2016)

Les habitudes de vapotage seraient majoritairement au domicile (84 %) ou à l'extérieur (74 %). En 2014, ils étaient 36 % à le faire au travail, 27 % dans les lieux de convivialité (bars, restaurants, boîtes de nuit), 5 % à l'école et 0,1 % en voiture d'après les chiffres rapportés par l'INPES. (INPES, 2014)

1.3. Structure et fonctionnement

La cigarette électronique, ou e-cigarette, est un appareil électrique sans tabac ni combustion, permettant de simuler l'acte de fumer. Elle génère un aérosol inhalé en vaporisant un liquide appelé « e-liquide » contenant ou non de la nicotine et des arômes. La cigarette électronique ne produit pas de fumée mais une vapeur imitant la fumée de cigarette traditionnelle. (Etter, 2013)

1.3.1. Anatomie

La cigarette électronique est constituée de 3 parties principales contenues dans une enveloppe plastique ou métallique :

- une cartouche (ou réservoir), munie d'un embout buccal, contenant l'e-liquide.
- un atomiseur, chambre d'aérosolisation permettant le passage de l'e-liquide de l'état liquide à l'état gazeux grâce à la résistance de l'atomiseur. Il est constitué d'une spirale ou treillis métallique qui forme une résistance chauffante, mais est de plus en plus souvent intégré dans la cartouche rechargeable, on parle alors de cartomiseur.
- une batterie, principalement composée de lithium. Une diode peut être ajoutée en fonction des modèles. (Etter, 2013)

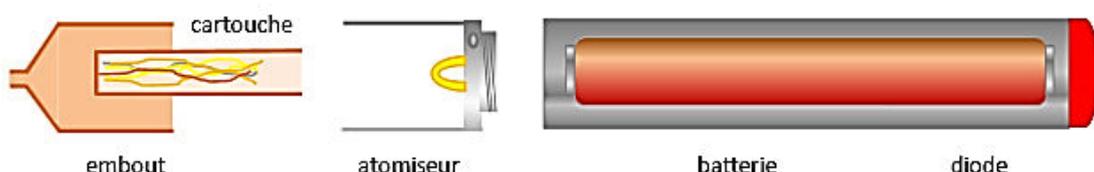
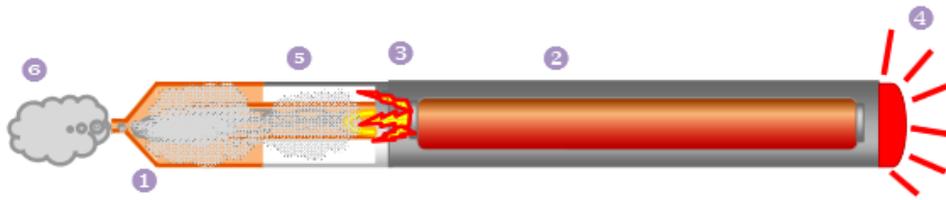


Figure 8 : Anatomie d'une e-cigarette (source : Dautzenberg et Office français de prévention du tabagisme, 2013)

Il y a également la présence d'une micro-valve sensible à la dépression provoquée par l'inspiration ou alors un contacteur à déclenchement manuel, permettant l'alimentation par la pile de l'atomiseur et ainsi le déclenchement du processus.

L'e-cigarette est un dispositif inerte en dehors de toute inspiration de l'utilisateur ou de pression sur le contacteur. C'est en inspirant (ou en actionnant un petit contacteur en fonction des modèles), que l'utilisateur déclenche d'une part la création d'un aérosol simulant la fumée, et d'autre part, l'allumage d'une diode le plus souvent de couleur rouge ou bleue (plutôt sur les modèles jetables). (Dautzenberg et OFT, 2013)

La montée rapide en température (de 50 °C à 250 °C) de la résistance de l'atomiseur, qui reçoit le courant électrique de la pile, permet le passage de l'e-liquide présent dans la cartouche de l'état liquide à l'état gazeux. L'e-liquide à l'état gazeux se condense en fines gouttelettes qui forment un aérosol simulant la fumée de cigarette, cependant, cet aérosol produit ne comprend pas de microparticules solides en suspension contrairement à la fumée de tabac. Donc, lorsque l'utilisateur vapote, l'inhalation engendrée va actionner une élévation de température entraînant le passage de l'état liquide à l'état gazeux du e-liquide. Après refroidissement, la vapeur de cigarette électronique est formée et va transiter par la cavité buccale avant de frapper l'arrière gorge et d'être en partie absorbée plus profondément dans les voies respiratoires. Cette sensation que l'on appelle le « *throat hit* » ou « *hit* » est dépendante principalement de la concentration en nicotine, mais aussi de la température, la densité de la vapeur, la vitesse de sa production et le volume de la bouffée réalisée. Le « *throat hit* » est à l'origine de la sensation de plaisir ressentie par les vapoteurs. Chez le fumeur, cette sensation est associée par réflexe à l'absorption de la nicotine dans le sang et à la libération dans le cerveau du neurotransmetteur du plaisir, la dopamine, qui accompagne le soulagement du besoin intense de fumer. Certains arômes tels que les épices ou la menthe peuvent renforcer cette sensation de « *hit* ». Puis au moment de l'exhalation, l'aérosol expiré entre en contact avec l'air ambiant plus sec et plus frais créant ainsi un petit nuage de buée due à l'excès de vapeur d'eau qui se condense. (Etter, 2013)



- ❶ Sous l'effet de l'inspiration la valve déclenche le processus.
- ❷ La pile allume la diode et chauffe instantanément le filament de l'atomiseur.
- ❸ La température du filament monte à 50-250°C et transforme en gaz l'e-liquide absorbé sur les fils de textile.
- ❹ La diode s'allume quelques secondes sous l'impulsion électrique reçue de la pile (si existe).
- ❺ Le gaz formé par l'atomiseur se refroidit et forme de très fines gouttelettes qui constituent le brouillard simulant la fumée d'une cigarette
- ❻ Le brouillard formé est inhalé par le consommateur.

Figure 9 : Principe de fonctionnement de la cigarette électronique (source : Dautzenberg et OFT, 2013)

1.3.2. Les différents modèles

Il existe une large gamme de dispositifs de cigarettes électroniques, de la petite cigarette (première génération) aux batteries hautes capacités de nouvelle génération avec des circuits électroniques fournissant une énergie élevée à un atomiseur rechargeable. L'apport de nicotine dans la circulation sanguine est important afin de déterminer le pouvoir addictif des différentes cigarettes électroniques, mais aussi leur efficacité en tant que substituts du tabac. Différents modèles ont déjà vu le jour passant de la cigarette électronique ressemblant à une cigarette classique, un stylo, un cigare voire une chicha, mais le modèle le plus fréquent est celui illustré ci-dessous. (Nasr et coll., 2017 ; Etter, 2013)



Figure 10 : Modèle le plus répandu de cigarette électronique (source : Nasr et coll, 2017)

Il existe trois grandes catégories ou générations d'e-cigarettes :

- Les modèles avec cartouches pré-remplies souvent jetables après environ 200 bouffées ressemblant par l'apparence et la taille aux cigarettes de tabac. Elles fonctionnent à l'aide de petites batteries de faible capacité au lithium (rechargeables mais le plus souvent jetables) et d'un cartomiseur consistant en une cartouche habituellement pré-remplies avec un e-liquide dans lequel baigne l'atomiseur. Ce sont les cigarettes électroniques de première génération, séduisant plus souvent les vapoteurs novices, appelées parfois « *cigalike* » de par leur ressemblance aux cigarettes de tabac. D'après une étude réalisée sur internet auprès de plus de 2800 vapoteurs, les femmes auraient tendance à utiliser ces modèles de cigarette électronique pré-remplis, inchangés, perçus de manière globale par les participants pour être les moins efficaces en termes d'abstinence tabagique. Cependant, ces cigarettes deviennent très peu utilisées à l'heure actuelle de par leur faible niveau de performance. (Etter, 2016 ; Berlin, 2016)
- Les modèles avec réservoirs rechargeables, appelés deuxième génération, nouvelle génération ou encore vaporisateurs, constitués principalement de batteries au lithium de capacité plus importante (tension comprise entre 3,7 et 4,4 V) et d'atomiseurs plus gros permettant de les remplir à nouveau d'e-liquides vendus dans des récipients séparément avec un choix de plus de 7000 arômes différents. Elles sont donc plus grosses, permettent une meilleure délivrance de nicotine au cours du temps et un choix d'arômes plus important. La plupart des vapoteurs réguliers actuels utilisent ces cigarettes électroniques de nouvelle génération et aucune différence d'appellation n'est mentionnée dans la plupart des articles.
- Les cigarettes électroniques modifiées par les utilisateurs appelées parfois troisième génération. Elles sont composées de batteries de lithium de grande capacité avec circuits intégrés permettant aux vapoteurs de changer la tension ou la puissance livrée à l'atomiseur. Ce sont particulièrement les hommes qui ont tendance à modifier le réservoir de leur cigarette électronique dernière génération afin d'obtenir un meilleur goût, plus prononcé. (Etter, 2016 ; Farsalinos et coll., 2014c ; Farsalinos et Polosa 2014)

1^{re} génération 2^e génération 3^e génération



Figure 11 : Les différents modèles de cigarette électronique (source : Farsalinos et Polosa, 2014)

Il existe ainsi un très grand nombre d'e-cigarettes ce qui rend difficile les études afin de se positionner précisément sur les effets provoqués sur la santé puisque les résultats montrent de grandes variabilités entre les marques et les différents processus de fabrication. En effet, les différences dans l'ingénierie des produits, des composants, et des toxicités potentielles rendent les discussions et l'interprétation des données difficiles. De plus, certaines études montrent de grandes différences individuelles dans le taux de nicotine chez des sujets utilisant le même produit. (Callahan-Lyon, 2014)

La première génération de cigarettes électroniques, ne donnait que de faibles concentrations plasmatiques de nicotine dans le sang veineux (< 4 ng/ml). Les cartouches jetables, et remplaçables permettaient 150 à 300 bouffées par cartouches tout en sachant que 300 bouffées équivalaient à 40 cigarettes. Avec les nouvelles générations de cigarettes électroniques, le degré et la profondeur d'inhalation ne sont pas établis, probablement très variables d'un utilisateur à l'autre, mais les dernières données suggèrent une bonne biodisponibilité de nicotine probablement due à la facilité d'inhalation et à la formation de l'aérosolisation des particules ultrafines par augmentation de la température permettant une absorption alvéolaire. (Berlin 2016) Une étude a mesuré les niveaux de nicotine plasmatique chez des utilisateurs expérimentés en utilisant une cigarette électronique de première génération par rapport à la nouvelle génération pendant 1 heure avec un e-liquide contenant 18 mg/ml de nicotine. Les niveaux de nicotine plasmatique étaient plus élevés de 35 à 72 % lors de l'utilisation de cigarette électronique nouvelle génération par rapport à l'appareil de première génération. Cependant, ces niveaux

restent bien inférieurs à ceux retrouvés lors de l'utilisation de cigarette de tabac traditionnelle. (Farsalinos et coll., 2014c)

De manière globale, chaque bouffée d'une cigarette électronique conduirait à la vaporisation d'une petite quantité de liquide et les utilisateurs expérimentés auraient une consommation journalière moyenne de 3-4 ml d'e-liquide. Mais certains chercheurs affirment qu'une bouteille de 10 ml d'e-liquide utilisée équivaldrait à 200 cigarettes, soit 10 paquets, ce qui paraît être énorme en quantité équivalente de cigarettes traditionnelles consommées, mais on sait que les marques et les modèles de cigarettes électroniques diffèrent dans leur efficacité et leur niveau de vaporisation de la nicotine. (Worsley et coll., 2014 ; Goniewicz et coll., 2013)

La durée des bouffées est personne-dépendante mais dépend également de la concentration en nicotine. En effet, il a été démontré que la durée moyenne des bouffées d'inhalation des utilisateurs d'e-liquides sans nicotine est significativement plus longue qu'en présence de nicotine et que le nombre de bouffées est plus élevé pour les e-liquides à faible teneur en nicotine. Les utilisateurs novices ont souvent un nombre de bouffées important avant de diminuer et de se stabiliser globalement à celui d'un fumeur traditionnel. (Cho, 2017)

1.4. Composition des e-liquides

Les e-liquides sont des solutions contenant principalement du propylène glycol et du glycérol. On retrouve également de la nicotine dans certains liquides ainsi que des arômes, et de façon facultative de l'eau et de l'alcool, mais de nombreux autres composants ont également été répertoriés dans les différentes études réalisées.

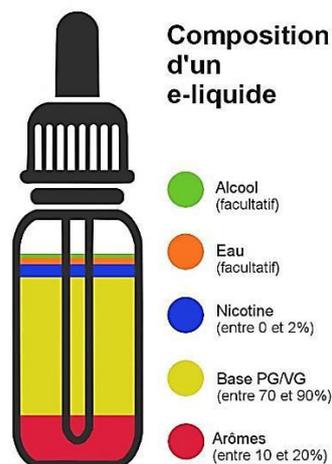


Figure 12 : Composition générale d'un e-liquide (source : Vapoclope, 2018)

Le propylène glycol et le glycérol représentent habituellement 95 % du volume des e-liquides. Cependant, les proportions varient en fonction des marques comme la fabrication n'est pas standardisée, d'où ces variations entre les deux illustrations. (Etter, 2013)

Composition des e-liquides Pharmanath		
Support	Propylène Glycol USP	> 75 %
	Glycérine Végétale USP	< 19 %
Arôme	Arôme Alimentaire	< 2 %
Autres	Eau	< 3 %
	Alcool	< 2 %
	Nicotine	0 à 19,9 mg/ml

Figure 13 : Exemple de composition générale d'un e-liquide (source : Danyvape, 2018)

Dans les cigarettes électroniques jetables, l'e-liquide est déjà inclus et n'est pas accessible contrairement aux cigarettes électroniques nouvelles générations rechargeables.

1.4.1. Le propylène glycol

Le propylène glycol présent à plus de 75 % dans l'e-liquide, est une substance artificielle obtenue par chimiosynthèse, contenue également dans un grand nombre de produits notamment dans l'industrie pharmaceutique ou alimentaire à faible dose. Il est utilisé comme exhausteur d'arôme et provoque le throat hit recherché par les fumeurs mais permet aussi de produire l'effet de fumée (utilisé aussi dans les concerts par exemple)

Il possède des propriétés humectantes, tout comme le glycérol, et peut ainsi dessécher voire irriter les muqueuses.

Un vapoteur inhalerait en moyenne 25 % de propylène glycol alors qu'il en exhalerait les trois quarts.

D'après certaines études, il a été démontré que les aérosols de propylène glycol peuvent être administrés en toute sécurité chez l'homme. Cependant, comme nous pourrons le voir par la suite, le propylène glycol peut, en chauffant, libérer des produits potentiellement nocifs pour l'Homme.

Dans certains e-liquides, il est possible de retrouver du polyéthylène glycol à la place du propylène glycol. (Etter, 2013)

1.4.2. Le glycérol

Également appelé glycérine végétale, le glycérol est un composé chimique majoritairement présent au sein des e-liquides, et résulte de l'hydrolyse de graisses végétales notamment de l'huile de palme. Il est également un additif courant et est utilisé dans l'industrie pharmaceutique, alimentaire et cosmétique.

Le glycérol permet un rehaussement des saveurs et un effet de fumée plus marquée.

Le glycérol peut devenir toxique lorsqu'il se transforme en acroléine à sa température d'ébullition de 290 °C. Cette acroléine, présente également dans la fumée de tabac, est une substance extrêmement irritante. Les résistances des cigarettes électroniques variant de 60 à 250 °C, cette substance ne devrait pas être créée avant

275 °C, cependant, des petites quantités d'acroléine ont pu être mesurées dans certaines vapeurs d'e-cigarette. (Etter, 2013)

Aussi, il a été démontré qu'à des températures élevées, la glycérine végétale et le propylène glycol subissent une décomposition en composés carbonylés de faible masse moléculaire, tels que le formaldéhyde et l'acétaldéhyde, étant des substances cancérigènes. La tension de sortie de la batterie affecte significativement les niveaux de composés carbonylés dans les vapeurs de la cigarette électronique. En effet, une augmentation de la tension de 3,2 à 4,8 V entraîne une augmentation de 4 à plus de 200 fois les niveaux de formaldéhyde, d'acétaldéhyde et d'acétone formés. Les niveaux de formaldéhyde dans les vapeurs provenant du dispositif à haute tension se situent dans la gamme des niveaux rapportés dans la fumée de tabac traditionnelle. La haute tension des cigarettes électroniques peut donc exposer les utilisateurs à des niveaux élevés de composés carbonylés. (Kosmider et coll, 2014).

Il est nécessaire d'associer la glycérine avec le propylène glycol afin de mieux véhiculer la nicotine au corps humain. (Yan et D'Ruiz 2015)

1.4.3. La nicotine

La nicotine est une substance présente naturellement dans le tabac, pouvant être ajoutée dans les e-liquides, ou non, afin que les utilisateurs ne ressentent pas les syndromes de manque et de dépendance ressentis chez les anciens fumeurs.

De la nicotine liquide est donc fréquemment ajoutée aux côtés des solvants, des exhausteurs de goût et des arômes. Le taux de nicotine est variable et peut être compris entre 0 et 20 mg/ml dans une recharge d'e-liquide. Des concentrations nicotiques plus élevées peuvent cependant être retrouvées sur Internet.

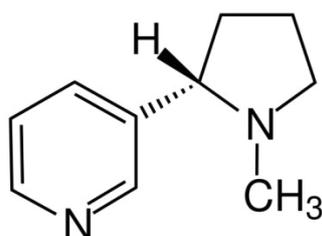


Figure 14 : Formule chimique de la nicotine (source : INRS, 2018)

D'après une étude menée en 2012, 97 % des vapoteurs utilisent des e-liquides nicotinéés. (Etter, 2013)

La nicotine agit sur le cerveau humain en imitant l'action d'un neurotransmetteur, l'acétylcholine, et agit également sur les nerfs périphériques. Elle est la principale cause de dépendance tabagique. La tolérance aux effets toxiques de la nicotine est très variable selon les individus, c'est pourquoi les taux de nicotine sanguins peuvent différer d'une personne à une autre alors que le même dispositif et le même e-liquide est utilisé.

A forte dose, la nicotine représente un poison mortel en cas d'absorption et est également toxique par contact cutané. En effet, des cas d'intoxications après exposition à des solutions concentrées en nicotine ont été rapportés mais les accidents mortels restent heureusement très rares. Cependant, certains flacons d'e-liquide contiennent une dose létale de nicotine en cas d'absorption, c'est pourquoi, il faut veiller à tenir ces flacons à l'abri des enfants. (Etter, 2013)

Il existe une nette différence d'évaporation de la nicotine en fonction de l'e-liquide utilisé. En effet, dans le glycérol, la nicotine a une évaporation plus élevée qu'en présence de propylène glycol. Ceci ne semble pas être dû à la différence dans la distribution de taille des particules d'aérosol mais plutôt à la composition chimique.

1.4.4. Les arômes

Il existe de nombreux arômes et les industriels rivalisent d'inventivité afin de fidéliser leurs consommateurs. Ainsi, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) a récemment stipulé dans un rapport qu'il existerait plus de 7 000 arômes. Les arômes peuvent être par exemple aux goûts de tabac, de fruits (myrtille, fraise), divers (menthe, vanille, café) mais également au cannabis. (Nasr et coll., 2017)



Figure 15 : Image d'une publicité internet pour la vente d'un e-liquide aromatisé au fruit (source : Le goût de la vape, 2017)

Les arômes peuvent être d'origine naturelle (tabac, menthol) ou artificielle. Les arômes artificiels, subissant des tests avant leur utilisation dans l'industrie alimentaire, sembleraient plus fiables. Ils sont habituellement associés à un transporteur d'arôme (solanone, acétine, diacétine).

Les arômes peuvent affecter la stabilité des produits, notamment de la nicotine facilement oxydée avec les arômes de vanille, fruits et menthe. (Etter, 2013)

Ils peuvent être une source majeure de toxines présentes dans l'aérosol. Chaque arôme a un profil chimique unique et donc, probablement, un profil unique d'émissions de substances toxiques. (Ramôa et coll., 2017)

Certains arômes semblent être plus nocifs que d'autres. En effet, le menthol peut provoquer des allergies. Il est également utilisé dans les cigarettes traditionnelles afin d'adoucir la fumée, de faciliter son absorption et permettre une inhalation plus profonde en dilatant les bronches. Il augmente également la concentration de nicotine dans le sang et la sensation de plaisir ressentie au moment de l'inhalation. L'arôme de cannelle présenterait aussi une cytotoxicité accrue et des témoignages d'effets secondaires sur les forums de vapoteurs ont rapporté notamment des problèmes pulmonaires. L'arôme de réglisse peut, quant à lui, aggraver l'hypertension artérielle, et ceux contenant du diacétyle (comme le cappuccino, croissant, vanille...) peuvent provoquer, après inhalation répétée, des bronchiolites oblitérantes très graves. (Etter, 2013)

En août 2012, des chercheurs ont testé les effets de trente-cinq e-liquides, de cinq fabricants différents, sur des cellules embryonnaires et adultes. Il a été montré qu'aucun de ces échantillons n'était exempt de produits toxiques et que la toxicité des e-liquides était directement corrélée à la teneur en arômes et non en nicotine. Leur toxicité pourrait également être augmentée par une mauvaise utilisation de l'e-cigarette (surchauffe ou mauvais approvisionnement en e-liquide). (Etter, 2013)

Les arômes préférés des utilisateurs ont été rapportés dans un sondage réalisé en ligne auprès de plus de 2800 usagers avec en tête l'arôme de tabac (35 % des participants), divers fruits (18 %), menthe-menthol (14 %), saveur mixte caramel/tabac (5 %), café (4 %) et vanille (4 %). L'arôme de tabac est utilisé plus fréquemment par les vapoteurs novices à 44 % alors qu'il ne représente que 25 % des arômes utilisés par les utilisateurs de cigarettes électroniques à long terme (supérieur à 4 mois). La plupart des participants (80 %) ont rapporté que les arômes les avaient aidés, soit à arrêter de fumer ou à réduire leur consommation de cigarettes, mais 18 % ont rapporté que les saveurs n'avaient eu aucun impact sur leur tabagisme et 2 % ont même ressenti une envie supérieure de fumer. (Etter, 2016)

1.4.5. Les autres composants

De nombreuses autres substances ont également été retrouvées au sein des différents e-liquides. La liste des substances contenues dans l'aérosol produit par ces cigarettes électroniques a été créée en 2012 par la Food and Drug Administration et contient notamment 93 composés nocifs ou potentiellement nocifs. Certains constituants peuvent être présents dans le liquide avant l'aérosolisation, tandis que d'autres peuvent se former lors du chauffage du liquide. (Zdrojewicz et coll., 2017 ; Ramôa et coll., 2017)

Les composants les plus fréquemment retrouvés dans les études peuvent se diviser en deux groupes répertoriés dans le tableau ci-dessous : les substances nocives (ou potentiellement nocives) et les autres substances.

Tableau 1 : Les autres composants des e-liquides

Substances nocives	Autres substances
<p>Impuretés spécifiques au tabac en quantités faibles, dont les principales sont les nitrosamines spécifiques du tabac (TSNA) nommées « NNN » et « NNK », cancérigènes (mais aussi l'anatabine, anabasine, nornicotine, bêta-nicotyrine, N-oxyde de nicotine, cotinine, myosmine)</p>	<p>Colorants alimentaires autorisés (rendant le produit plus attrayant)</p>
<p>Aldéhydes, dont les trois principaux sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le formaldéhyde, substance cancérigène et allergène, impliquée dans les cancers buccaux et pulmonaires. - L'acétaldéhyde, potentiellement cancérigène - L'acroléine, cancérigène et puissant irritant <p>Le propanal, le butanal, le glyoxal, et le méthylglyoxal sont également présents.</p>	<p>Eau distillée (permet de fluidifier le liquide, solubiliser certains arômes et favoriser la fabrication de vapeur)</p>
<p>Diacétyl, cancérigène responsable de maladie pulmonaire</p>	<p>Alcool (même rôle que l'eau distillée, exemple : l'éthanol)</p>
<p>Métaux lourds (à l'état de trace, sous forme de nanoparticules métalliques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plomb (nocif, potentiellement dangereux) - Nickel (nocif, potentiellement dangereux) - Cadmium (nocif, potentiellement dangereux) - Etain (cancérigène pulmonaire) - Chrome 	<p>Acides organiques (en faible quantité tels que l'acide malique ou lactique conférant un goût amer à la vapeur dans le but d'augmenter le « hit »)</p>
<p>Oxyde de propylène, irritant cancérigène respiratoire (retrouvé dans certains e-liquides à des concentrations massiques de 0,4-0,6 %)</p>	<p>Acétone (potentiellement irritante)</p>
<p>Glycidol, cancérigène</p>	<p>Solvants chlorés (en faible quantité)</p>
<p>Espèces réactives de l'oxygène (considérées ici comme nocives de par les dommages qu'elles entraînent)</p>	<p>Oxydants</p>
	<p>Toluène (composé organique volatil, tout comme le formaldéhyde, et l'acétaldéhyde, mais non classé parmi les substances cancérigènes, utilisé comme solvant)</p>
	<p>Glycols</p>

(Sleiman et coll., 2016 ; Etter, 2013 ; Kosmider et coll., 2014 ; Lydall et coll., 2014 ; Ramôa et coll., 2017)

Toutes ces substances ne sont pas contenues dans tous les e-liquides. Il existe une grande variation de composition entre les différentes marques et même au sein d'une même marque et d'un même modèle d'e-liquide.

Aussi, de grandes variétés de concentrations des e-liquides entre la valeur réelle et celle notifiée sur l'étiquetage ont été mises en évidence. Cependant, l'industrie des cigarettes électroniques adopte maintenant des normes de fabrication améliorées. Selon l'AESMA « *American e-Liquide Manufacturing Standards Association* », les e-liquides produits avant 2013 étaient en grande partie imprécis, alors que les produits plus récents se sont considérablement améliorés en termes de pureté, de cohérence et d'exactitude de la teneur en nicotine. (Polosa et coll., 2013b)

Les résultats d'une étude récente rapportent que les teneurs en nicotine, en propylène glycol, en glycérol ainsi que le pH de différents e-liquides testés correspondaient à celles énumérées sur les étiquettes des bouteilles, et étaient relativement constantes à travers les lots de production. (Etter et Bugey, 2017)

Cependant, le processus de fabrication des e-liquides n'étant pas encore standardisé, il existe un risque réel que de nombreuses substances cancérigènes entrent dans la grande variété d'e-liquides disponibles sur le marché. (Willershausen et coll., 2014b)

1.5. Législation

1.5.1. Française

- Statut juridique

En France, les cigarettes électroniques peuvent être mises sur le marché en tant que produit de consommation ou en tant que médicament. Cependant, toutes les e-cigarettes sont réglementées en tant que produits de consommation courante par la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF), par le dernier décret du 19 mai 2016 sur les produits à vapeur

contenant de la nicotine. De part cette classification, la cigarette électronique échappe à toutes études réglementaires fondées sur les preuves, exigées pour les produits de santé, et donc, à une évaluation rigoureuse du rapport bénéfice-risque. (Berlin, 2016) Cependant, elle doit répondre à l'obligation générale de sécurité conformément aux dispositions du code de la consommation. Ainsi, son importation, sa vente et son utilisation sont tolérées dans la mesure où le produit respecte les normes « RoHS » (restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques) et « CE » (Certification Européenne). (Etter, 2017)

Selon un communiqué de presse du 30 mai 2011 de l'ANSM, la cigarette électronique serait soumise aux dispositions du Code de la santé publique relatives au médicament seulement si elle réunit un des trois critères suivants :

- Elle revendique l'aide au sevrage tabagique
- La quantité de nicotine contenue dans la cartouche ou dans la cigarette électronique à usage unique est supérieure ou égale à 10 mg
- Le liquide de recharge a une concentration en nicotine supérieure à 20 mg/ml.

Si l'une de ces conditions était réunie, le produit devrait disposer d'une autorisation de mise sur le marché (AMM). A l'heure actuelle, aucune cigarette électronique n'est concernée à ce jour par cette AMM comme elles ne remplissent pas ces critères, aucun fabricant n'ayant fait la demande en ce sens. Les cigarettes électroniques ainsi que les e-liquides ne peuvent donc pas être vendus en pharmacie en France, qu'elles contiennent ou non de la nicotine.



Figure 16 : Les différentes options de commercialisation en fonction du taux de nicotine (source : Dautzenberg et OFT, 2013)

Selon le décret de 2016, la teneur en nicotine de l'e-liquide doit être inférieure ou égale à 20 mg/ml, les réservoirs d'e-cigarette ne doivent pas dépasser 2 ml et le volume des flacons de recharge ne doit pas excéder 10 ml.

Les e-liquides ne devraient pas contenir certains additifs, et seuls des ingrédients de haute qualité devraient être utilisés au cours du processus de fabrication. Excepté la nicotine, seuls les ingrédients ne présentant pas de risque pour la santé humaine sous forme chauffée ou non chauffée peuvent être utilisés. Et les cigarettes électroniques doivent être capables de délivrer une dose de nicotine à un niveau constant dans les conditions d'utilisations optimales.

Les fabricants de cigarettes électroniques doivent informer l'organisme public approprié avant d'introduire un produit sur le marché et la conformité à toute une série de mises en garde sur les emballages est exigée. Les fabricants doivent également soumettre un rapport annuel tel que spécifié dans la loi. (Global tobacco control, 2018)

- Réglementation concernant les e-liquides

Les bouteilles d'e-liquides sont soumises aux dispositions du règlement « CE » ou de l'arrêté du 9 novembre 2004 en matière de classification, d'étiquetage et d'emballage des mélanges dangereux, dit « CLP ». Les étiquettes doivent ainsi contenir :

- Le nom commercial du produit
- Le dosage en nicotine
- Les noms, adresses et numéros de téléphone du fabricant
- Les noms des substances chimiques irritantes, nocives ou toxiques
- Les pictogrammes de danger
- La présentation des risques
- Les conseils de prudence
- Le pictogramme d'éco-emballage

Cette bouteille d'e-liquide doit également être munie d'un bouchon de sécurité afin d'éviter son ingestion par les enfants et porter une indication tactile de danger

lorsqu'elle contient de la nicotine. Elles doivent être protégées contre les bris et les fuites, et posséder un mécanisme assurant le remplissage sans perte de substance.

Les recharges d'e-liquides ne doivent pas comporter de représentation graphique de la plante ou du fruit comestible symbolisant l'arôme du produit afin de ne pas être susceptibles d'attirer ou d'encourager la curiosité des enfants ou d'induire les consommateurs en erreur sur la nature réelle du produit.

Des avertissements tels que les phrases, comme par exemple, « *la nicotine contenue dans ce produit crée une forte dépendance* » doivent apparaître sur 30 % des surfaces avant et arrière de l'emballage.

Aussi, les sites permettant la commercialisation de ces e-liquides doivent contenir des informations sur la classification de danger du produit. (DGCCRF, 2017 ; Global tobacco control, 2018)

Par ailleurs, la toxicité de la nicotine a été réévaluée au niveau européen mais dans l'attente de l'entrée en vigueur du nouveau classement de cette substance, les recharges d'e-liquides contenant de la nicotine peuvent être étiquetées en utilisant le classement harmonisé (obligatoire avant 2016) :

- Les récipients contenant 0.25 % à 0.5 % m/m de nicotine comportent une mention « attention ! » et « nocif par contact cutané » ainsi qu'un pictogramme de danger, un indice tactile de danger et les conseils de prudence.



Figure 17 : Pictogramme de danger « attention » (source : DGCCRF, 2017)

- Les récipients contenant plus de 0.5 % m/m de nicotine, soit plus de 5 mg/ml de nicotine comportent la mention « danger » et « toxique par contact cutané », un pictogramme de danger, une fermeture de sécurité pour enfant et indice tactile de danger ainsi que les conseils de prudence.



Figure 18 : Pictogramme de danger « toxique » (source : DGCCRF, 2017)

Dans le cadre de la toxicovigilance, le Code de la santé publique prévoit plusieurs dispositions concernant les e-liquides :

- les liquides de recharge classés toxiques doivent faire l'objet d'une déclaration de toxicovigilance auprès des centres antipoison et de toxicovigilance
- toute publicité pour des recharges d'e-liquides contenant de la nicotine doit comporter la mention « Dangereux. Respecter les précautions d'emploi ». (DGCCRF, 2017)

Cependant, depuis 2016 la présence du pictogramme "Toxique" sur l'étiquetage des fioles d'e-liquides contenant plus de 5 mg/ml de nicotine n'est plus obligatoire. Ils sont placés à la même enseigne que les e-liquides contenant 0,25 % à 0,5 % m/ml de nicotine et doivent comprendre le pictogramme "Nocif", de ce fait, tous les e-liquides contenant plus de 2,5 mg/ml de nicotine doivent contenir ce pictogramme.

En France, la norme AFNOR (Association Française de Normalisation) de 2015 interdit, notamment, l'ajout de diacétyl dans les e-liquides mis en vente dans les commerces étant considéré comme une substance cancérigène responsable de pathologies pulmonaires lourdes. Cependant, il s'agit d'une norme volontaire, non obligatoire pour les fabricants.

- Règlementation concernant la cigarette électronique

La cigarette électronique est généralement équipée de batteries qui sont alimentées par un chargeur de type USB avec un adaptateur (transformateur) à brancher sur le secteur, lequel est soumis aux réglementations relatives à la sécurité électrique et à la compatibilité électromagnétique. Ils doivent comporter, entre autres, le marquage « CE ». (DGCCRF, 2017)

- Restrictions d'utilisation de la cigarette électronique

La prévalence tabagique étant de 34 % en France, il est important de « débanaliser » la consommation de cigarettes. En effet, la cigarette électronique, dont l'utilisation rappelle celle de la cigarette traditionnelle, pourrait contribuer à une « renormalisation » de l'usage du tabac. C'est l'une des raisons pour lesquelles les restrictions d'utilisation des e-cigarettes ont été mises en place.

En France, la vente de cigarettes électroniques et d'e-liquides aux mineurs est strictement interdite selon la loi Hamon du 17 mars 2014, relative à la consommation. (INPES, 2014)

Par ailleurs, les règles concernant l'interdiction des cigarettes électroniques dans les lieux publics et privés ont été renforcées par la loi santé de 2016. En effet, il est désormais interdit d'utiliser la cigarette électronique :

- À l'intérieur des établissements scolaires (école, collège, lycée) ainsi que les établissements destinés à l'accueil, à l'hébergement et à la formation des mineurs
- Dans les moyens de transport collectif fermés (par exemple : bus, train, tramway, métro)
- À l'intérieur des lieux de travail fermés et couverts à usage collectif (par exemple : *open-space*, salle de réunion, travail en usine, etc...)

Dans les lieux concernés par l'interdiction de la cigarette électronique, un affichage doit signaler les règles applicables afin de rappeler cette interdiction. Le décret du 25 avril 2017 prévoit qu'à défaut d'affichage de cette interdiction à partir du 1^{er} octobre 2017, le responsable des lieux risque une amende de 68 à 450 euros. Ce décret prévoit également une contravention de 2^e classe pour les usagers, s'élevant à 35 euros d'amende, (montant pouvant être majoré à 150 euros si retard de paiement), en cas de non-respect de cette loi.

Certains lieux de travail ne sont pas expressément mentionnés par cette loi, c'est le cas des bureaux individuels notamment. À défaut d'interdiction et si le règlement intérieur de l'entreprise ne le prohibe pas, il est encore possible de vapoter seul dans son bureau. De la même façon, les lieux de travail en extérieur ne sont pas non plus

concernés par l'interdiction. L'employeur peut mettre en place une salle destinée aux fumeurs de cigarette électronique, mais il ne s'agit pas d'une obligation légale et en son absence, les employés devront, tout comme les fumeurs de cigarettes traditionnelles, se rendre à l'extérieur.



Figure 19 : Panneau d'affichage d'interdiction de fumer et de vapoter pouvant être présent dans certaines entreprises (source : Direct signalétique, 2018)

A l'heure actuelle, il n'est pas interdit de vapoter dans les autres lieux ouverts au public tels que les restaurants, les hôtels, ou encore les bars, cependant, les responsables de ces lieux restent libres d'instaurer cette interdiction au sein de leurs locaux en le faisant figurer au sein du règlement intérieur de l'entreprise. Le salarié qui enfreindrait cette règle pourrait être sanctionné de la même façon qu'un employé fumant une cigarette de tabac au sein de l'entreprise et encourrait des sanctions disciplinaires. (Roig E. et coll., 2018)

Une autre restriction concerne les publicités. En effet, la publicité pour les cigarettes électroniques est interdite en France depuis l'ordonnance du 19 mai 2016. Cependant, des affiches publicitaires peuvent toujours être installées dans les établissements de vente de cigarettes électroniques, à condition de ne pas être visibles de l'extérieur. (Droit-Finances, 2017)

1.5.2. Européenne

Au sein de l'Union Européenne, la commercialisation des cigarettes électroniques est conditionnée par l'obtention du label « CE » relatif aux normes de santé et de sécurité européennes. (Etter, 2017)

Le Parlement Européen a adopté, en février 2014, des règlements exigeant la standardisation des e-liquides avec inscription de la liste des ingrédients ainsi que des récipients d'e-liquides imperméabilisants afin d'éviter leur ingestion par les enfants. (Damle, 2015)

Ces pays soumettent les fabricants à notifier l'autorité compétente avant d'introduire leur cigarette électronique sur le marché et à rendre un rapport annuel des ventes ainsi que d'autres informations spécifiques.

Aussi, l'Union Européenne a fixé une limite de 20 mg/ml de concentration en nicotine dans les e-liquides disponibles à la vente. (Farsalinos et coll., 2014c)

1.5.3. Mondiale

L'e-cigarette bénéficie de statuts juridiques variables en fonction des pays entraînant un impact potentiel sur la santé publique. En effet, diverses options politiques ont été adoptées au sein de chaque pays, notamment l'interdiction des cigarettes électroniques ou leur réglementation en tant que produits du tabac, médicaments ou produits de consommation. Les discussions se poursuivent dans certains pays, en partie parce que la réglementation de ces cigarettes électroniques peut aider à contrer l'augmentation rapide de leur utilisation chez les jeunes.

En 2013, la vente de cigarettes électroniques était déjà soumise à des limitations dans de nombreux pays et était interdite dans d'autres. À l'heure actuelle, de nombreux pays possèdent déjà une loi, un décret, ou une circulaire concernant les cigarettes électroniques mais ces réglementations diffèrent d'un pays à l'autre. (Manzoli et coll., 2013)

Aux Etats-Unis par exemple, les e-liquides n'étaient pas, initialement, réglementés par la FDA et les consommateurs et professionnels de santé ignoraient les compositions chimiques et leurs effets sur la santé. (Sherry et coll., 2017)

Bien que la vente, l'utilisation et la publicité des cigarettes électroniques soient autorisées aux États-Unis, certains États ont imposé des restrictions. (Callahan-Lyon, 2014)

En mai 2016, la FDA a finalisé une règle étendant son autorité à tous les produits du tabac, y compris aux cigarettes électroniques, cigares, narguilés, tabac à pipe, et au tabac. Cette nouvelle réglementation comprend la restriction d'accès des cigarettes aux plus jeunes (vente interdite aux moins de 18ans).

Aussi, les cigarettes électroniques, étant l'objet d'explosions jugées trop fréquentes par le ministère des transports des États-Unis, elles ont été récemment interdites dans les bagages en soute enregistrés à bord des avions. La FDA souhaite également interdire la vente de cigarettes électroniques sur Internet, pour ne les rendre accessibles qu'en magasins, et ainsi complètement inaccessibles aux mineurs par crainte que le vapotage ne soit une porte d'entrée vers la cigarette classique. (Rogér et coll., 2016)

- La législation mondiale en quelques chiffres

Dans trente et un pays, l'âge minimum pour l'achat d'une cigarette électronique correspond à celui des cigarettes traditionnelles (le plus souvent à 18 ans) notamment pour l'Allemagne, l'Italie, les Etats-Unis ou encore la France.

La vente de cigarettes électroniques est interdite quelle que soit l'âge dans 27 pays (dont l'Argentine, la Grèce, la Jordanie, l'Arabie saoudite, ou encore aux Seychelles). Aussi, il existe des réglementations relatives à la vente dans 36 pays permettant la vente de ces e-cigarettes telles que l'autorisation de mise sur le marché ou les restrictions et réglementations de ventes transfrontalières (comme c'est le cas pour la France, les Etats-Unis et la Norvège). Certains pays interdisent la vente de cigarettes électroniques si celles-ci contiennent de la nicotine (par exemple, la Suisse).

Soixante-deux pays interdisent ou réglementent la publicité et la promotion des cigarettes électroniques (dont la France, l'Espagne, le Japon et les Etats-Unis). Six de ces pays n'appliquent les restrictions publicitaires qu'aux cigarettes électroniques contenant de la nicotine ou réglementées comme étant des médicaments, cependant, ce n'est pas le cas de la France.

Vingt-huit pays réglementent la quantité de nicotine contenue dans les e-liquides. De nombreux pays ont une réglementation sur les emballages de sécurité pour enfants ainsi que des avertissements sanitaires sur les emballages de cigarette électronique comme c'est le cas en France.

L'utilisation des cigarettes électroniques dans les lieux publics est interdite ou restreinte au sein de trente-neuf pays.

Certains pays classent les cigarettes électroniques en tant que produits du tabac, d'autres comme produits pharmaceutiques, produits de consommation, systèmes électroniques d'administration de nicotine (ENDS) ou encore poisons. Quinze pays les classent en tant que produits de consommation (statut qu'occupe l'e-cigarette en France). Cinquante-neuf pays mentionnent les cigarettes électroniques comme des ENDS (tels que l'Angleterre ou l'Italie). Vingt-trois pays réglementent les cigarettes électroniques faisant l'objet d'une demande de cessation tabagique ou contenant un seuil spécifique de nicotine comme médicament (comme c'est le cas en France bien qu'aucune marque d'e-cigarette n'en ai fait la demande). Quarante-trois pays classent ou réglementent les cigarettes électroniques (dans leur intégralité ou non) comme produits du tabac. Certains pays réglementent la nicotine comme poison ou substance dangereuse comme l'Australie. (Global tobacco control, 2018)

Un problème majeur ralentit les études sur les effets de la cigarette électronique partout dans le monde : **le manque de standardisation et de contrôle qualité** des e-liquides et des cigarettes électroniques. En effet, plusieurs études ont mis en évidence des différences non négligeables entre les teneurs réelles et la concentration indiquée sur l'étiquetage des e-liquides. Il apparait ainsi essentiel que des progrès importants sont encore à réaliser dans les contrôles qualités afin que les consommateurs reçoivent des informations correctes sur les e-liquides contenus dans leur e-cigarette.

Aussi, le manque de contrôle lors des procédés de fabrication a déjà entraîné de nombreux incidents telles que des explosions (parfois graves, occasionnant notamment des brûlures auprès des usagers). (Lydall et coll., 2014 ; Nasr et coll, 2017)

Par ailleurs, l'Association française de normalisation (AFNOR) travaille avec un groupe technique européen à l'établissement d'une norme européenne pour l'e-cigarette et les e-liquides afin de définir collectivement des critères de sécurité, de qualité et favoriser une meilleure information des consommateurs, sur la base des normes expérimentales françaises ainsi que de toutes les expertises européennes.

2. LES EFFETS DE LA CIGARETTE ÉLECTRONIQUE

2.1. Santé générale

De nombreux effets secondaires suite à l'utilisation de la cigarette électronique sur la santé générale ont déjà été rapportés par différentes études.

L'une d'elle, incluant 19 000 nouveaux vapoteurs, rapporte que plus de la moitié d'entre eux (60 %) déclarent ressentir des effets secondaires. Les effets secondaires les plus fréquemment rapportés sont :

- Maux de gorge
- Toux sèche
- Bouche et gorge sèches
- Irritation de la bouche et problèmes de gencive
- Essoufflement
- Céphalées

Certains rapportent également une anxiété, dépression, trouble de l'humeur, nausée et insomnie.

Cependant, ces effets indésirables sont légers et dans la plupart des cas résolus par la suite. (Liu et coll., 2018 ; Farsalinos et coll., 2014 ; Polosa et coll., 2013)

Les vapoteurs rapportent également des effets positifs. En effet, plus de 90 % des vapoteurs, anciens fumeurs, affirmaient ressentir une amélioration de leur état de santé général. (Polosa et coll., 2013)

Les effets positifs rapportés étaient le plus souvent localisés au niveau du système respiratoire. Une grande partie des fumeurs ayant recours à la cigarette électronique affirment avoir ressenti une amélioration rapide de leurs symptômes respiratoires, du goût et de l'odorat. L'arrêt ou la diminution intense du tabac est responsable de ces améliorations. (Hua et coll., 2013 ; Etter, 2013)

2.1.1. Risques liés aux substances nocives de l'e-cigarette

- La nicotine

La nicotine présente des risques pour la santé générale. En effet, elle est facilement absorbée par les voies respiratoires, par la peau, les muqueuses et le tractus gastro-intestinal. Une exposition aiguë à la nicotine inhalée peut provoquer des nausées, vomissements, maux de tête, saignements de nez et étourdissements. Aussi, des réactions toxiques ont été rapportées suite à des expositions cutanées de nicotine dues au déversement d'un e-liquide. (Callahan-Lyon, 2014)

On sait que la nicotine interagit avec le système nerveux parasymphatique, affectant l'humeur, le tonus musculaire et conduisant à une vasoconstriction (engendrant notamment l'obstruction des voies dans la broncho-pneumopathie chronique obstructive).

Elle contribue également à l'apparition de maladies cardiovasculaires.

Selon l'OMS, la nicotine peut avoir un rôle de « promoteur de tumeurs » et semble être impliquée dans la neuro-dégénérescence et la biologie des maladies malignes. (Nasr et coll., 2017)

La présence de nicotine entraînerait aussi un effet suppressif sur le système immunitaire, réduisant ainsi la capacité du corps à éradiquer les infections, ralentissant la cicatrisation de la peau après les blessures ou la chirurgie et la capacité du système immunitaire à éliminer les cellules cancéreuses, ainsi qu'un risque accru d'infections. (Cope, 2013)

Elle est également responsable de l'apparition de troubles anxieux et de problèmes d'apprentissage chez les adolescents.

De plus, l'exposition à la nicotine peut avoir des effets néfastes sur le développement du fœtus au cours de la grossesse.

Les concentrations de nicotine réellement distribuées par une cigarette électronique varient considérablement en fonction de différents facteurs dont deux principaux : l'expérience de l'utilisateur et le type d'appareil. Des variations entre les différents profils de bouffées des utilisateurs (durée et vitesse), la tension de sortie et la

concentration de l'e-liquide en nicotine engendrent des rendements en nicotine variant de plus de 50 fois au cours de 15 bouffées différentes. En fonction de la topographie des bouffées et des conditions de fonctionnement de la cigarette électronique par l'utilisateur, il a été mis en évidence qu'une cigarette électronique donnée peut fournir beaucoup moins ou beaucoup plus de nicotine qu'une cigarette de tabac unique. Les utilisateurs d'e-cigarette expérimentés peuvent extraire des doses de nicotine plus élevées en tirant des bouffées à vitesse relativement lente et de longue durée par rapport aux fumeurs de cigarettes classiques. Les caractéristiques de conception des cigarettes électroniques influent également sur le rendement en nicotine. En effet, l'augmentation de la tension de la batterie augmente le rendement en nicotine (en plus des variations de concentration nicotinique des e-liquides). (Talih et coll., 2015)

La nicotine aurait cependant, dans certaines situations des effets bénéfiques. En effet, des thérapeutiques à base de nicotine sont parfois mises en place pour les patients atteints de la maladie de Parkinson, de dépression, de démence, et de rectocolite hémorragique. (Farsalinos et Polosa, 2014)

- Les arômes

Il existe de nombreux arômes ajoutés aux e-liquides, généralement reconnus comme sûrs lorsqu'ils sont ingérés par voie orale, mais qui possèdent un profil de sécurité inconnu lorsqu'ils sont chauffés, aérosolisés et inhalés. C'est le cas par exemple du diacétyle, un composé utilisé dans le maïs soufflé au micro-ondes, qui, malgré son innocuité en tant qu'aromatisant ingéré par voie orale, peut provoquer une bronchiolite oblitérante lorsqu'il est inhalé. D'après une étude publiée en 2015, le diacétyle serait présent dans une grande majorité d'arômes d'e-liquides testés, en concentration importante. (Ramôa et coll., 2017 ; Allen et coll., 2016)

Aussi, les chercheurs ont montré que les e-liquides aromatisés contenaient des concentrations en produits chimiques particulièrement élevées, suscitant des inquiétudes quant à leur toxicité potentielle en cas d'exposition chronique par voie orale. (Varlet et coll., 2015)

En effet, la concentration d'aldéhydes, substance nocive présente dans la vapeur de cigarette électronique, est dépendante de façon exponentielle de la concentration en composés aromatisants. La décomposition thermique des composés aromatisants dominerait la formation d'aldéhydes pendant la vaporisation, produisant des niveaux qui excèdent les normes standards professionnelles de sécurité. Ainsi, les personnes utilisant des cigarettes électroniques sans nicotine, uniquement pour les arômes, risquent d'être davantage exposées aux composés nocifs que ceux qui utilisent des cigarettes électroniques avec des e-liquides contenant de la nicotine sans arômes. (Khlystov et Samburova 2016 ; Cho 2017)

Les cigarettes conventionnelles et électroniques contiennent souvent du menthol. En effet, celui-ci permettrait l'amélioration du goût, le refroidissement, l'analgésie et un effet légèrement anesthésiant masquant l'effet irritant de la fumée de tabac et facilitant l'inhalation de la fumée. Le potentiel de dépendance est alors augmenté par la capacité de désensibilisation à la nicotine, une exposition plus longue et une tolérance à la nicotine. Le risque de cancer s'en trouve alors accru. (Willershausen et coll., 2014)

- Autres substances

De nombreuses autres substances retrouvées dans la vapeur de cigarette électronique sont potentiellement dangereuses pour la santé.

En effet, d'après une étude comparant les vapeurs de deux e-cigarettes différentes, plus de 30 substances nocives seraient libérées dont l'acroléine et deux substances cancérigènes : l'oxyde de propylène et le glycidol. La quantité de ces substances nocives produites lors de la dégradation thermique et production de vapeur est variable en fonction du type d'e-cigarette. (Nasr et coll., 2017)

Le glycidol et l'acroléine sont principalement produits par la dégradation de la glycérine végétale, l'acétaldéhyde et le 2-propène-1-ol sont produits principalement à partir du propylène glycol, tandis que d'autres composés comme le formaldéhyde, cancérigène, proviennent des deux. Ces émissions nocives, seraient ainsi omniprésentes dans la vapeur d'e-cigarette. (Sleiman et coll., 2016)

L'étain et l'acétaldéhyde, fréquemment retrouvés, sont eux aussi potentiellement cancérigènes.

Le plomb, le nickel et le chrome font partie de la liste des « *produits chimiques nocifs et potentiellement dangereux* » de la FDA et ont été détectés dans la vapeur d'e-liquide. Cependant, la quantité de ces derniers est infime et considérée à l'état de trace, comparable aux concentrations observées dans un inhalateur Nicorette® par exemple. (Polosa et coll., 2013)

Des tests sur certains appareils ont révélé la présence de nitrosamines spécifiques au tabac (TSNA) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans les cartouches, mais généralement à des niveaux très faibles, similaires aux concentrations présentes dans les substituts nicotiques. (Ganapathy et coll., 2017)

Du diétylène glycol peut également être retrouvé. (Lydall et coll., 2014)

2.1.2. Risques liés à l'usage de la cigarette électronique

- Risque d'accidents
 - Les explosions

De nombreux cas d'explosions de cigarette électronique ont été rapportés entraînant des blessures considérées comme graves.

La plupart se produisent lorsque l'appareil est en charge (environ 80 % des cas) et peuvent provoquer des incendies ou une projection de débris importante. Un pourcentage plus faible d'explosions se produisent lorsque l'utilisateur vapote (environ 8 %) mais les séquelles cliniques sont bien plus importantes. La région anatomique la plus touchée reste la cuisse mais on dénombre de nombreuses brûlures, lésions et fractures que ce soit au niveau facial, oral, oculaire ou encore au niveau du rachis cervical. Un cas de coma et même un décès, lors de l'explosion d'une cigarette électronique chez un patient traité par oxygénothérapie, ont même été rapportés. (Brooks et coll., 2016 ; Kumetz et coll., 2016)

La FDA des Etats-Unis rapportait déjà 47 évènements indésirables, de 2008 à 2012, dont 8 graves parmi lesquels des explosions et des incendies. (Rogér et coll., 2016)



Figure 20 : Brûlure de la cuisse suite à une explosion de cigarette électronique
(source : Arnaout et coll, 2017)

Ces accidents sont dus à la présence de batterie lithium-ion de mauvaise qualité dans des situations de surchauffe, de variation de conception de l'appareil, de modifications effectuées par l'utilisateur ou encore de mauvais stockage. Il est nécessaire d'instaurer plus de réglementations dans la fabrication de ces cigarettes électroniques afin d'éviter ces accidents. (Arnaout et coll., 2017)

- Les ingestions d'e-liquide

Des cas d'ingestion d'e-liquide ont été rapportés dans la littérature scientifique, particulièrement chez les enfants qui peuvent être attirés par le goût aromatisé. Les effets secondaires sont des nausées, vomissements, vertiges, irritations buccales et dans de rares cas, ces ingestions peuvent entraîner la mort.

Les ingestions chez les adultes sont principalement liées à un défaut d'étanchéité de l'e-cigarette entraînant un écoulement dans la cavité buccale. Cependant, des cas de tentatives de suicide par le biais d'e-liquide par voie intraveineuse et orale ont déjà été rapportés. (Callahan-Lyon, 2014)

Le risque d'ingestion mortel est bien présent. La dose létale de nicotine en cas d'ingestion était attribuée à 60 mg (environ une cuillère à soupe de nicotine liquide), or un flacon classique de 10 ml d'e-liquide dosé à 18 mg/ml de nicotine contient déjà 180 mg de nicotine.

Cependant, une étude plus récente affirme que celle-ci serait plutôt comprise entre 500 et 1000 mg. (Farsalinos et Polosa, 2014)

- Contact d'e-liquide avec la peau ou les muqueuses

Des cas d'intoxication par contact cutané ou par projection dans l'œil ont été rapportés. Ce contact provoque une stimulation des systèmes sympathique et parasympathique, de par la facilité d'absorption de la nicotine liquide par ces voies, causant des nausées et vomissement notamment.

Aussi, l'acroléine, parfois présent, peut engendrer des irritations, ulcérations et brûlures lorsque l'e-liquide entre en contact avec la peau ou les muqueuses.

Il est ainsi nécessaire de manipuler avec précaution l'e-liquide lors du remplissage de la cigarette électronique, et au besoin de rincer abondamment la zone où le contact a eu lieu. (Mehta et Pemberton, 2014)

- Risque lié à la modification de tension de la cigarette électronique

Lors d'une augmentation de tension d'une cigarette électronique (de 3,3 à 4,8 V), on observe que la masse d'e-liquide consommée double, que les taux d'émission d'aldéhydes triplent (de 53 à 165 µg) et que les taux d'acroléine augmentent d'un facteur 10.

Aussi, les émissions d'aldéhydes augmenteraient de plus de 60 % après réutilisation de ces e-cigarettes, probablement en raison de l'accumulation de sous-produits de polymérisation, dégradés lors du chauffage. (Sleiman et coll., 2016)

Par ailleurs, l'augmentation de la tension de 3,3 à 5,2 V peut entraîner un quadruplement de la consommation de nicotine. (Ramôa et coll., 2017)

Il est ainsi nécessaire de bien informer les usagers des risques qu'ils encourent en modifiant les paramètres de leur e-cigarette.

2.1.3. Risque pulmonaire

L'utilisation de la cigarette électronique engendre un réel risque pulmonaire pour les vapoteurs.

D'après l'IRAAT (Institut Rhône-Alpes Auvergne de Tabacologie), 1/4 des gouttelettes d'e-liquides se déposeraient dans l'arbre respiratoire et 14 % dans les alvéoles.

Il existe plusieurs études démontrant une amélioration de l'état de santé général des patients après substitution de la cigarette classique par la cigarette électronique. En effet, selon le « *Public Health England* », institut du département de la santé anglais, l'e-cigarette serait même 95 % moins nocive, à court terme, que la cigarette classique. Aussi, de nombreux vapoteurs rapportent les réels bénéfices dont ils ont été témoins tels qu'une réduction de la toux et de l'expectoration ainsi qu'une amélioration de la respiration et de la capacité respiratoire. Mais ces bénéfices sont surtout la conséquence de la réduction ou de l'arrêt du tabac.

Cependant, de récentes études mettent en évidence les effets néfastes de la cigarette électronique sur les poumons. D'après une étude de *l'University of Salford* au Royaume Uni, certaines substances inhalées seraient toxiques et une exposition prolongée entraînerait la destruction des cellules bronchiques ainsi que des dommages au niveau de la fonction pulmonaire. (Nasr et coll., 2017)

Tout d'abord, des cas de toux, essentiellement dues à un « hit » trop élevé, des bronchites et des difficultés respiratoires survenant juste après le vapotage ont été retrouvées chez certains vapoteurs. (Nasr et coll., 2017)

Aussi, l'exposition à la vapeur d'e-cigarette induirait des modifications sur certaines cellules bronchiques précancéreuses (comparables aux effets de la fumée de tabac traditionnelle). (Nasr et coll., 2017)

Après vapotage, une diminution de la saturation d'oxygène dans le sang a été observée par les scientifiques. Le pic de concentration en particules d'oxyde nitrique

expirées est 1,5 fois plus grand pour les utilisateurs de cigarettes électroniques contenant du liquide nicotiné à 18 mg/ml que pour ceux utilisant l'e-cigarette sans nicotine. (Marini et coll., 2014)

Le diacétylène contenu dans certains e-liquides est le principal produit chimique lié à la maladie appelée « *Popcorn lung* », signifiant « poumon de maïs soufflé », plus connue sous le nom de bronchiolite oblitérante en France. Elle porte cette dénomination aux Etats-Unis car cette maladie est omniprésente au sein de la population des travailleurs d'usine de popcorn. Les personnes atteintes présentent une perte irréversible de la fonction pulmonaire qui devient si grave qu'une greffe de poumon est bien souvent nécessaire. Potentiellement, le diacétylène contenu dans les aérosols peut provoquer un gonflement des bronchioles entraînant une perte permanente de la fonction pulmonaire. (Sherry et coll., 2017)

Les poumons se révèlent ainsi particulièrement vulnérables à l'exposition aux cigarettes électroniques. Les particules de vapeurs de l'e-cigarette se déposent dans les poumons selon un schéma similaire à celui des particules de fumée de cigarette, produisant des changements dans l'expression des gènes bronchiques, le stress et l'inflammation, pouvant entraîner des conséquences sur la santé. En effet, l'exposition des cellules épithéliales des voies respiratoires humaines aux aérosols de cigarette électronique engendre une sécrétion accrue de cytokines inflammatoires (telles que l'IL-6 et l'IL-8). De plus, les fibroblastes pulmonaires humains subissent un stress et un changement morphologique en réponse à l'exposition de l'aérosol d'e-cigarettes. Lors de l'exposition de souris à ces aérosols, il se produit non seulement une augmentation des cytokines pro-inflammatoires mais aussi une diminution des niveaux de glutathion pulmonaire devenant critique pour maintenir l'équilibre redox cellulaire entraînant ainsi une augmentation du stress oxydatif cellulaire. Or, on sait que ce stress oxydatif ainsi que la réponse inflammatoire sont les événements clés de la pathogenèse des maladies chroniques des voies respiratoires. Les cigarettes électroniques sont responsables de la libération d'espèces réactives de l'oxygène et d'oxydants par deux phénomènes : l'activation de l'élément chauffant et par le processus de vaporisation des e-liquides. (Lerner et coll., 2015 ; Yu et coll., 2016)

Les chercheurs ont également rapporté une inhibition de l'immunité innée par l'inhalation des vapeurs de cigarette électronique, entraînant un taux d'infection

augmenté par le rhinovirus humain. En effet, une étude testant la réaction immunitaire de souris exposées à l'aérosol d'e-cigarette face à une infection intranasale met en évidence une clairance bactérienne pulmonaire significativement réduite due notamment à une phagocytose réduite par les macrophages alvéolaires. La mortalité ainsi que les titres viraux des souris exposées, en réponse à l'infection par ce virus grippal de type H1N1, est augmentée par rapport à celles non exposées à l'aérosol de cigarette électronique. Cette étude démontre que l'exposition aux cigarettes électroniques est responsable d'une altération des défenses antimicrobiennes pulmonaires et d'une réduction des défenses antivirales conduisant à une propagation bactérienne accrue, une susceptibilité accrue au développement de maladies, et une augmentation de la morbidité et de la mortalité induites par les virus. (Wu et coll., 2014 ; Sussan et coll., 2015)

Par ailleurs, la cigarette électronique entraînerait une inhibition de la sensibilité au réflexe de toux. (Ramôa et coll., 2017)

Ainsi, bien qu'il soit possible que l'exposition à la cigarette électronique soit moins nuisible aux poumons que la fumée de cigarette, il est clair que la vapeur d'e-cigarette provoque une réponse pulmonaire.

2.1.4. Risque cardiaque

Contrairement à la fumée de cigarette, vapoter ne dégage pas de monoxyde de carbone et ne provoque pas, de cette façon, de dépôt de cholestérol sur la paroi des artères. Il semblerait ainsi que vapoter réduirait les risques cardio-vasculaires par rapport au tabagisme.

Cependant, la nicotine contenue dans les e-liquides active le système nerveux sympathique et augmente, de cette façon, la pression artérielle, le rythme cardiaque et la consommation d'oxygène par le myocarde. La nicotine peut également contracter les artères et diminuer le débit sanguin. (Etter, 2013)

Après le vapotage, une augmentation statistiquement significative de la fréquence cardiaque est mise en évidence. En effet, après la prise de 15 bouffées de leur e-

cigarette habituelle, la fréquence cardiaque des vapoteurs augmente de 8 battements par minute. (St.Helen et coll., 2016 ; Marini et coll., 2014)

Par ailleurs, les aldéhydes (acétaldéhyde, formaldéhyde et acroléine) contenus dans la vapeur d'e-cigarette pourraient provoquer des dommages graves au système cardiovasculaire en raison de la sensibilité de ce système aux aldéhydes. Des cas d'insuffisance cardiaque congestive, d'hypotension et de douleurs thoraciques ont été mis en évidence. (Ogunwale et coll., 2017 ; Napierała et coll., 2014)

Les études précliniques examinant les effets des aérosols d'e-cigarette sur diverses préparations cellulaires et modèle animaux in vivo ne mettent pas en évidence de changement dans la rigidité artérielle. Cependant, des effets cytotoxiques sur les cardiomyoblastes ainsi que des effets indésirables sur le développement cardiaque in vitro et in vivo sur les embryons humains et animaux ont pu être rapportés. (Ramôa et coll., 2017)

2.1.5. Risque cancérigène et immunitaire

De nombreux produits contenus dans l'aérosol de cigarette électronique seraient potentiellement cancérigènes.

Le propylène glycol, contenu dans l'e-liquide chauffé et aérosolisé, se convertit en oxyde de propylène, considéré comme cancérigène potentiel chez l'homme. (Rouabhia et coll., 2017)

Aussi, l'acétaldéhyde, l'acroléine le formaldéhyde sont considérés comme les substances les plus toxiques de la fumée de cigarette traditionnelle et sont responsables de maladies cardiovasculaires et pulmonaires chez les fumeurs. L'acroléine est l'aldéhyde le plus dangereux des trois, et possède un rôle important dans la cancérogénèse. Les composants principaux des e-liquides vont entraîner, lors de l'augmentation de température, la libération de ces aldéhydes, détectés dans les aérosols de toutes les cigarettes électroniques, bien qu'en concentration inférieure à celle retrouvée dans la fumée de tabac (120 microgrammes d'acroléine par cigarette contre 1,6 à 5,8 pour l'e-cigarette nouvelle génération, et 74 microgrammes de formaldéhyde par cigarette contre 8 à 40 pour les cigarettes

électroniques). Ces aldéhydes sont retrouvés en concentration plus importante dans les e-cigarettes de nouvelle génération en raison d'une plus grande puissance de la batterie. Les chercheurs ont montré que les quantités maximales de formaldéhyde, d'acétaldéhyde et d'acroléine sont générées lors des bouffées de 4 secondes et qu'une augmentation de la puissance entraîne une augmentation spectaculaire des niveaux d'aldéhydes.

Les aérosols de cigarettes électroniques exposent les utilisateurs et les spectateurs à des substances toxiques et cancérigènes, susceptibles d'induire des dommages à l'ADN et d'augmenter le risque de cancer même à des niveaux faibles d'exposition à ces aérosols. (Ganapathy et coll., 2017)

Les effets indésirables rapportés des aérosols de cigarette électronique dans divers types de cellules comprennent une viabilité cellulaire diminuée, des taux accrus de fissures des brins d'ADN et d'apoptose, des modifications de la morphologie cellulaire et une production augmentée de médiateurs inflammatoires. (Sundar et coll., 2016)

Les cigarettes électroniques accélèrent la mort des cellules et peuvent entraîner des néoplasmes et ainsi mener au développement d'un cancer. En effet, une étude sur des cellules humaines a mis en évidence des fissures dans les brins d'ADN ainsi qu'une mort cellulaire exacerbée lorsqu'elles étaient au contact d'un aérosol de cigarette électronique, avec des effets plus importants en présence de nicotine. Ces effets négatifs sont dus au formaldéhyde, diacétyl, et acétaldéhyde entre autres. (Zdrojewicz et coll., 2017)

Aussi, une étude publiée en 2018 a mis en évidence des dommages à l'ADN induits par les nitrosamines chez des souris exposées à l'aérosol de cigarette électronique. Cette étude conclue que la vapeur de cigarette électronique est cancérigène pour le poumon et la vessie et nuisible au cœur de la souris. Il est donc possible que l'aérosol de cigarette électronique contribue au cancer du poumon et de la vessie, ainsi qu'aux maladies cardiaques chez les humains. (Lee et coll., 2018)

Des études précliniques examinant les effets des aérosols d'e-cigarette sur diverses préparations cellulaires et modèles animaux in vivo ont pu mettre en évidence divers phénomènes :

- Phagocytose et réponse antimicrobienne affaiblies contre les virus et les bactéries in vivo sur les souris avec une augmentation de l'inflammation et de la virulence microbienne
- Diminution de la prolifération cellulaire et altération de la morphologie cellulaire
- Altération de l'autophagie conduisant au stress oxydatif, à l'apoptose et à la sénescence in vivo et in vitro sur les lignées de cellules épithéliales bronchiques humaines et modèle murin
- Perte de la fonction de barrière endothéliale pulmonaire et augmentation de l'inflammation et de la réponse au stress oxydatif in vitro et in vivo sur les cellules endothéliales microvasculaires du poumon humain et modèle de souris. (Ramôa et coll., 2017)

Les dommages à l'ADN sont les principaux responsables du cancer et jouent un rôle clé dans la pathogenèse du vieillissement, des maladies neurodégénératives, pulmonaires et cardiovasculaires.

De plus, les scientifiques ont montré que les aérosols de cigarettes électroniques diminuent les niveaux de protéines essentielles à l'élimination des dommages à l'ADN. (Ganapathy et coll., 2017)

On peut donc en conclure que dans l'ensemble, les patients peuvent être plus sensibles aux maladies en raison de la diminution de la réponse immunitaire. (Sherry et coll., 2017)

2.1.6. Autres risques

Les études rapportent également d'autres problèmes engendrés par l'aérosol de ces cigarettes électroniques tels que les symptômes de sevrage, le déficit cognitif et le comportement anxigène in vivo chez les souris après exposition à l'aérosol de cigarette électronique. (Ramôa et coll., 2017)

Aussi, des symptômes naso-sinusaux ont été mis en évidence et il a été démontré que l'exposition au propylène glycol provoque une irritation par dessèchement des

muqueuses et des yeux et affecte le système nerveux central après une inhalation prolongée ou répétée. (Rouabhia et coll., 2017)

- Risque lié au vapotage chez la femme enceinte

L'utilisation de la cigarette électronique pendant la grossesse est fortement déconseillée, d'une part, à cause des risques liés à la présence de nicotine, et d'autre part, compte tenu des substances toxiques présentes dans les e-liquides.

En effet, la nicotine agit sur le système nerveux, pulmonaire et cardiovasculaire de la mère comme du fœtus. Les nombreux risques liés au tabac lors de la grossesse sont désormais bien connus : grossesse extra-utérine, fausse couche, décollement placentaire, saignements, retards de croissance in utero, malformations spécifiques, accouchement prématuré, insuffisance pondérale. Aussi, ces risques continuent après la naissance avec une diminution de la production de lait maternel, la mort subite du nourrisson ou encore des enfants atteints de problèmes respiratoires. Mais à l'heure actuelle, il existe trop peu d'études sur les risques du vapotage lors de la grossesse. Cependant, des études montrent une altération du développement des cellules neuronales chez les animaux avec un risque de troubles du développement et du comportement chez l'enfant (troubles d'apprentissage et déficit de la mémoire à la fois dans la période prénatale et postnatale). Aussi, des tests ont mis en évidence une sensibilité plus importante des cellules embryonnaires comparées aux cellules adultes et aucun échantillon d'e-liquide testé n'était exempt de substances toxiques. La dose d'e-liquide atteignant l'embryon ou le fœtus ne peut pas être chiffrée, cependant, la présence de toxiques dans les e-liquides fait craindre que le vapotage soit toxique pour l'enfant. (Etter, 2013 ; Zdrojewicz et coll., 2017)

Il est encore impossible de déterminer les effets à long terme de l'utilisation de ces dispositifs au sein de la population et l'absence de standardisation des produits et de protocoles de tests entraîne une incertitude persistante sur les effets réels de ces cigarettes électroniques au quotidien. (Ramôa et coll., 2017)

Ce qu'il faut retenir :

L'usage de la cigarette électronique n'est pas sans danger de par les substances contenues dans l'aérosol produit : effet nocif de certaines substances cancérigènes (aldéhydes, diacétyl, nitrosamines, etc...), de la nicotine et des arômes. Ces substances vont avoir un impact négatif sur les différents systèmes :

- Système respiratoire : facteur de risque cancérigène, difficultés respiratoires, risque de bronchopneumopathies

- Système cardiovasculaire : augmentation de la fréquence cardiaque, risque d'insuffisance cardiaque, hypotension, douleurs thoraciques

- Système immunitaire : destruction de l'immunité innée et augmentation de la probabilité de développement de cancers

Bien que les accidents ne soient pas fréquents, les explosions de cigarettes électroniques, et ingestions d'e-liquides peuvent avoir de très lourdes conséquences, qu'il ne faut pas négliger.

2.2. Cavité buccale

2.2.1. Effets au niveau dentaire

On dénombre différents effets sur les tissus dentaires dus notamment à la nicotine contenue dans certains e-liquides de cigarette électronique.

Les cigarettes électroniques contenant de la nicotine sont un facteur contribuant aux **fissures et fractures dentaires**. En effet, la xérostomie entraînée par l'utilisation de cigarettes électroniques provoque une réduction de la résistance de la dentine à la fissure. (Cho, 2017)

Il a été démontré que l'exposition directe des cellules de la pulpe dentaire humaine à la nicotine entraîne une réponse inflammatoire jouant un rôle dans l'inflammation pulpaire, et pouvant évoluer jusqu'à la nécrose. (Manuela et al. 2015)

Aussi, l'expression de l'ARN messenger de la phosphoprotéine acide 1, de la sialoprotéine osseuse et de la phosphatase alcaline est significativement diminué dans les cellules de pulpe dentaire humaine traitées par la nicotine, et la formation de nodules minéralisés est également inhibée dans ces mêmes cellules. (Yanagita et coll., 2008)

De plus, la nicotine améliore la formation de biofilm *Streptococcus mutans* et l'activité métabolique du biofilm, **augmentant ainsi le développement de lésions carieuses**. (Huang et coll., 2012)

Par ailleurs, de nombreuses explosions de cigarettes électroniques ont aussi été rapportées causant de nombreux dommages au sein de la cavité buccale. Les différentes blessures retrouvées dans la cavité orale sont :

- Des fractures dentaires
- Extrusions
- Luxations
- Expulsions
- Fractures alvéolaires
- Lacérations de langue, muqueuse labiale, gencive et palais

- Plaies orales (dues à l'acide de la batterie et aux débris à haute température)
- Pertes de tissus durs et mous au niveau du palais

(Kumetz et coll., 2016 ; Harrison et Hicklin, 2016 ; Brooks et coll., 2016)

Ci-dessous, voici un exemple de rapport de cas d'explosion de cigarette électronique au cours de son utilisation en bouche. Le patient présentait notamment des brûlures buccales et abdominales, des lacérations buccales, une fracture dentaire, une intrusion et une expulsion dentaire.



Figure 21 : Lésions buccales multiples provoquées par une explosion de cigarette électronique en bouche (source : Rogér et coll., 2016)

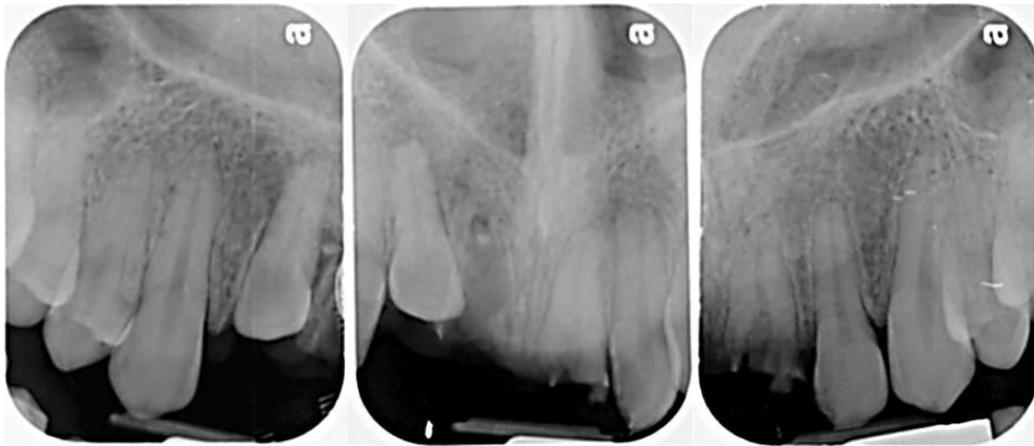


Figure 22 : Image radiologique suite à l'explosion d'une cigarette électronique en bouche objectivant une intrusion, une expulsion et une fracture dentaire (source : Rogér et coll., 2016)

2.2.2. Effets au niveau du parodonte

La cavité buccale et plus particulièrement le parodonte (constitué du ligament alvéolo-dentaire, de l'os alvéolaire, de la gencive et du cément), étant en première ligne, sont directement exposés aux effets des constituants de la vapeur d'e-cigarette.

- Risque de maladie parodontale

La maladie parodontale est caractérisée par une inflammation chronique des tissus de soutien des dents (Brown et al, 1996). Les cellules ligamentaires du parodonte, les fibroblastes gingivaux ainsi que les cellules épithéliales sont les principales cellules structurelles dans les tissus parodontaux jouant un rôle fondamental dans la régénération du parodonte. Après un stress ou une stimulation, ces cellules sont capables d'entraîner et de maintenir des réponses inflammatoires.

En effet, en parodontie, il a été démontré que l'exposition directe à la vapeur de cigarette électronique entraîne des effets nocifs sur le ligament parodontal et les fibroblastes gingivaux en culture avec une augmentation des réponses inflammatoires et de la pro-sénescence dans les cellules épithéliales buccales et les fibroblastes parodontaux.

Ceci est dû à la génération d'espèces réactives de l'oxygène et d'aldéhydes contenus dans l'aérosol d'e-cigarettes conduisant à la carbonylation des protéines de la matrice extracellulaire et des dommages à l'ADN. (Javed et coll., 2017b) La carbonylation des protéines conduit à la production d'auto-anticorps, ce qui peut engendrer la destruction de la matrice et la perte osseuse au cours de la parodontite (Balticoglu et coll., 2008 ; Pradeep et coll., 2013).

Aussi, les arômes contenus dans la vapeur d'e-cigarette peuvent augmenter le stress induit par les espèces réactives de l'oxygène et les carbonyles et ainsi entraîner des dommages à l'ADN, favoriser une expression accrue de cytokines pro-inflammatoires telles que la cyclo-oxygénase (COX2) et la prostaglandine E2 (PGE2) au sein des fibroblastes du ligament parodontal humain, et dans l'épithélium de gencive humaine. Une augmentation de l'expression des produits finaux de glycation avancée (AGEs) et de leurs récepteurs au sein des cellules épithéliales orales et des tissus gingivaux est également remarquable. Seul l'arôme de menthe a déjà été prouvé comme étant nocif, responsable de la réduction de viabilité des fibroblastes gingivaux humains. (Sundar et coll., 2016 ; Inkielewicz-Stępniaak et coll., 2016)

Ce stress oxydatif, induit par la carbonylation des protéines, est un facteur important dans l'inflammation et les dommages à l'ADN puisqu'il entraîne une senescence prématurée au sein de l'épithélium gingival pouvant contribuer à la pathogénèse des maladies parodontales. (Sundar et coll., 2016)

Après exposition à la vapeur de cigarette électronique (nicotiné ou non), il y a augmentation des espèces réactives de l'oxygène, dites ROS, au bout de 24 h, ainsi qu'une augmentation de l'expression de la protéine pro-apoptotique « Bax », suivie d'une apparition de l'apoptose après 48 h d'exposition à ces produits. Les e-liquides induisent donc un stress oxydatif conduisant à une augmentation de l'expression de Bax et à l'apparition d'apoptose précoce et tardive, que ce soit avec les échantillons traités à la nicotine qu'avec ceux ne contenant pas de nicotine. (Sancilio et coll., 2016)

Cette apoptose est confirmée par une autre étude réalisée au Canada exposant des cellules d'épithélium gingival prélevées chez des non-fumeurs, à la vapeur de cigarette électronique. Ces cellules étaient exposées à raison de deux inhalations de 5 secondes par minute pendant 15 minutes chaque jour. L'équipe de scientifiques a

observé une augmentation significative du pourcentage de cellules mortes ou mourantes, étant de 2 % dans les cultures de cellules non exposées, il passe alors à 18, 40 et 53 % après respectivement 1, 2 et 3 jours d'exposition à la vapeur de cigarette électronique. Ce phénomène de détérioration de la barrière épithéliale peut accroître le risque d'inflammation, d'infection, de maladies parodontales et à plus long terme, il pourrait se solder par un risque accru de cancers. Aussi, les cellules de l'épithélium gingival exposées libèrent des protéines inflammatoires qui aggravent le stress cellulaire et fragilisent la santé buccale et parodontale. (Nasr et coll., 2017)

On remarque aussi la présence de dommages cellulaires, d'autant plus importants que les expositions à l'aérosol de cigarette électronique sont répétées, grâce à la hausse de l'activité de la L-lactate déshydrogénase (LDH) impliquant la voie de la caspase-3, protéine essentielle à la réponse apoptotique. Ces effets néfastes sur les cellules épithéliales gingivales peuvent entraîner une dérégulation de leur fonction et engendrer une maladie buccale telle que la maladie parodontale. (Rouabhia et coll., 2017)

D'autres marques d'apoptose sur les fibroblastes gingivaux humains exposés sont retrouvées avec la présence de nombreuses vacuoles dans le cytoplasme, des vésicules d'autophagies, une diminution de production de collagène I et une expression accrue de LC3 II. (Sancilio et coll., 2017)

La vapeur de cigarette électronique engendrerait également une modification de la morphologie des cellules épithéliales gingivales humaines passant de la forme cubique à de grandes formes non-définies avec notamment de grands noyaux et un cytoplasme élargi. Ces caractéristiques morphologiques sont comparables à celles rapportées dans les cellules épithéliales alvéolaires exposées à la fumée de cigarette et suggèrent que la vapeur de cigarette électronique peut perturber la morphologie du tissu gingival, les changements morphologiques indiquant des dommages cellulaires. (Rouabhia et coll., 2017)

Pour résumer :

- 1. Aérosol expiré par le vapoteur**
 - 2. Libération d'espèces réactives de l'oxygène / Aldéhydes / Nicotine / Arômes**
 - 3. Entraîne une carbonylation des protéines de la matrice extracellulaire**
 - 4. Augmentation stress oxydatif**
 - Augmentation de l'apoptose**
 - Augmentation réponse inflammatoire**
 - Modifications morphologiques**
-
- 5. Conséquences :**
- Augmentation du risque de maladies parodontales**
 - Augmentation du risque d'infections et d'inflammations orales**

Cliniquement, le taux d'inflammation et les valeurs auto-perçues chez les personnes vapotant ou fumant est bien plus élevé que chez les non-fumeurs. Plus précisément, on retrouve un indice de plaque et une profondeur de poches significativement plus élevés dans le groupe de fumeurs et dans le groupe de vapoteurs exclusifs alors que le saignement au sondage est plus élevé dans le groupe des non-fumeurs. Il n'y a pas de différence entre les groupes pour les autres valeurs (nombre de dents manquantes, perte d'attache clinique, perte d'os marginal). Les douleurs gingivales restent plus fréquentes chez les fumeurs que chez les vapoteurs et les non-fumeurs. (Javed et coll., 2017a)

Une autre étude, réalisée auprès de vingt fumeurs atteints d'une maladie parodontale légère, substituant le tabac par la cigarette électronique pendant 2 semaines a montré une augmentation statistiquement significative de l'inflammation gingivale. Cependant, les participants étant d'anciens fumeurs, le rôle exclusif de la cigarette électronique est resté peu claire. (Wadia et coll., 2016)

- Le rôle propre à la nicotine

Les concentrations nicotiques mesurées dans la salive sont identiques chez les vapoteurs et chez les fumeurs. La nicotine agit à différents niveaux sur la physiologie parodontale et est ainsi, de la même façon et dans les mêmes quantités que dans le tabac, néfaste pour le parodonte. De plus, il a été démontré que la sévérité de la maladie parodontale est corrélée avec les concentrations nicotiques.

L'un des effets majeurs de la nicotine est la génération de stress oxydatif intracellulaire conduisant à la mort cellulaire par apoptose. La nicotine est cytotoxique pour les cellules épithéliales orales. Elle possède un rôle pro-oxydant et est également responsable de l'inhibition de la migration, de l'altération du cytosquelette et du remodelage de la matrice extracellulaire dans les fibroblastes gingivaux humains, l'un des types cellulaires les plus exposés au tabac. Ce stress oxydatif et le remodelage vasculaire engendrés par la nicotine inhalée dans l'aérosol de cigarette électronique peut déclencher des réponses inflammatoires dans les tissus parodontaux et aussi conduire à la carbonylation de la matrice extracellulaire avec dépôt de matrice modifiée. (Cope, 2013 ; Ji et coll., 2016 ; Sancilio et coll., 2016 ; Javed et coll., 2017b)

Les études montrent d'une façon générale que la nicotine agit à différents niveaux de la physiopathologie parodontale en perturbant les mécanismes de défenses de l'hôte (réponse immunitaire réduite), en aggravant la destruction tissulaire et en délabrant les processus cicatriciels diminuant ainsi la capacité de guérison des blessures en diminuant la contraction de la plaie. La nicotine aggrave la résorption osseuse en influençant l'action des ostéoclastes et des ostéoblastes de manière dose-dépendante.

Cette substance est ainsi considérée comme un facteur aggravant de la maladie parodontale et favorise les complications opératoires de manière dose-dépendante, que la nicotine soit contenue dans un e-liquide ou dans une cigarette de tabac. (Javed et coll., 2017b)

Aussi, elle perturberait la flore bactérienne en augmentant la quantité et la qualité du biofilm sous gingival et en modulant particulièrement l'expression de *Porphyromonas gingivalis*. (Nasr et coll., 2017 ; InkielewiczStępnia et coll., 2016)

De plus, elle provoquerait une diminution de l'apport vasculaire engendrant une vasoconstriction masquant les signes de l'inflammation. Les utilisateurs ne sont pas inquiets par leur santé orale car leur gencive ne saigne pas ou peu de par la réduction du flux sanguin gingival.

Les effets de la nicotine sur le parodonte sont résumés ci-dessous :

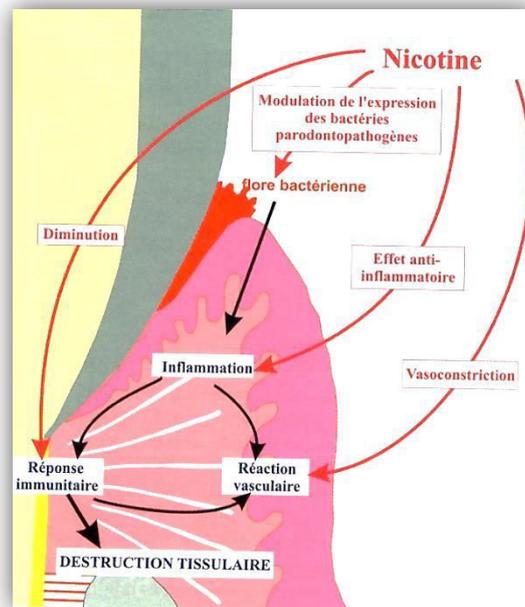


Figure 23 : Les effets de la nicotine sur le parodonte (source : Nasr et coll., 2017)

Tableau 1 - Action de la nicotine sur les tissus parodontaux	
Perturbation de la flore bactérienne	
↗	la résorption osseuse
↗	la vasoconstriction
↘	les signes de l'inflammation
Perturbation de l'activité des fibroblastes	
↘	la viabilité tissulaire
Nicotine =>	↗ LA DESTRUCTION TISSULAIRE

Figure 24 : Tableau récapitulatif des actions de la nicotine sur le parodonte (source : Nasr et coll., 2017)

De manière générale, on peut dire que la nicotine perturbe les mécanismes de défense de l'hôte, détériore les processus cicatriciels et aggrave la destruction tissulaire. (Nasr et coll., 2017)

Elle favoriserait ainsi la parodontite et serait probablement un facteur de risque de développement de tumeur surtout si l'e-cigarette est utilisée en conjonction avec des quantités excessives d'alcool. (Cope, 2013)

- Risque de complication péri-implantaire

La cigarette électronique aurait également des effets néfastes sur le tissu osseux au contact des implants en titane.

En effet, une seule exposition de 30 minutes à la vapeur de cigarette électronique suffit à réduire de près de moitié l'abondance des ostéoblastes adhérant au disque de titane. Après trois expositions de 30 minutes réparties sur trois jours, le nombre d'ostéoblastes adhérant au titane est quatre fois plus faible que dans les cultures témoins. Cette fixation réduite d'ostéoblastes est due à une diminution de la production de protéines d'adhésion telles que la F-actine. Aussi, une activité réduite de la phosphatase alcaline, une minéralisation des tissus ainsi que l'implication de la voie de mort cellulaire par l'intermédiaire de la caspase-3 ont été mis en évidence. L'effet néfaste est moins prononcé après exposition à la vapeur de cigarette électronique sans nicotine mais les ostéoblastes sont tout de même diminués de moitié. (Rouabhia et coll., 2018)

L'exposition à l'aérosol de cigarette électronique entraîne donc un risque de complication péri-implantaire.

- Risque de complication des traitements orthodontiques

La nicotine, de par la vasoconstriction qu'elle engendre, entraînerait une hypoxie qui contribuerait à la formation de médiateurs pro-inflammatoires du côté de la pression orthodontique engendrant une résorption osseuse. Cette substance accélérerait le mouvement orthodontique des dents en stimulant la résorption osseuse de manière dose-dépendante. Elle jouerait aussi un rôle dans l'apoptose des fibroblastes

gingivaux. Or, la résorption osseuse et par conséquent le mouvement dentaire ainsi accélérés, pourraient porter atteinte à la revascularisation au cours de la cicatrisation des tissus et ainsi être néfaste au bon déroulement du traitement orthodontique. (Dejardin, 2016)

2.2.3. Effets au niveau cutané et muqueux

Certains effets indésirables ont déjà été mis en évidence chez les vapoteurs novices tels que des sécheresses de la gorge et de la bouche, et des sensations de brûlure dans la gorge. Ces effets sont dus au caractère irritant de la nicotine et aux propriétés desséchantes du propylène glycol et du glycérol, présents en grandes quantités dans les e-liquides et connus pour être des irritants des voies respiratoires supérieures. Ces effets indésirables diminuent avec le temps. (Etter, 2013 ; Callahan-Lyon, 2014)

Aussi, certains vapoteurs rapportent des douleurs au niveau de la langue et de la joue. Indépendamment de la nicotine, les sous-produits de dégradation thermique formés à partir du propylène glycol, de la glycérine et des arômes pendant la génération de vapeur peuvent être une cause de douleur à la langue et à la joue. Cette hypothèse est confirmée par une étude *in vitro* montrant que la vapeur des e-cigarettes, avec ou sans nicotine, est cytotoxique pour les lignées cellulaires épithéliales et est un agent induisant la rupture des brins d'ADN et une mort cellulaire. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de définir si les dommages à l'ADN démontrés mèneront à des mutations qui aboutiront, ou non, au développement de cancers. (Yu et coll., 2016)

Le nickel, provenant des filaments chauffants nickel-chrome des cigarettes électroniques, peut être l'une des causes de la douleur à la langue ou à l'intérieur des joues. En effet, des précédentes études ont montré une génotoxicité dans les cellules épithéliales buccales chez les enfants en présence de couronne à base de nickel. Aussi, le nickel serait probablement un facteur de risque commun pour le cancer de l'œsophage et de la bouche et serait présent dans la vapeur de cigarette électronique en quantité 2 à 100 fois plus élevée que dans une cigarette traditionnelle. Cependant, d'autres substances encore peu étudiées pourraient être

responsables de ces douleurs linguales et jugales. Les utilisateurs de cigarettes électroniques semblent nécessiter d'une puissance d'aspiration importante afin d'obtenir les sensations désirées ce qui pourrait entraîner une mobilisation particulière de la langue et des joues et expliquer également ces douleurs, qui restent à considérer avec prudence car il s'agit de symptômes oraux auto-déclarés sans examen médical associé. (Cho, 2017)

Aussi, des effets indésirables ont été retrouvés au niveau du palais suite à l'utilisation de cigarettes électroniques. Un homme âgé de 72 ans, a développé un ulcère nécrotique au niveau de la voute palatine suite à des inhalations trop importantes au cours de l'utilisation de sa cigarette électronique. (Cant et coll., 2017)

La vapeur de cigarette électronique serait cytotoxique pour les kératinocytes oraux humains et pourrait provoquer des fibroses des sous-muqueuses buccales, cependant, les études actuelles ne permettent pas de l'affirmer. (Javed et coll., 2017b)

Lors d'accident d'ingestion d'e-liquide consécutif à un défaut de la cigarette électronique entraînant une perte de liquide en bouche, deux vapoteurs novices ont développé une gingivostomatite. Cette irritation locale a été résolue au bout de 10 jours sans prise de traitement. (Franco et coll., 2016)

Aussi, des brûlures causées par les explosions d'e-cigarettes ont été rapportées mais les chercheurs pensent que celles-ci sont sous déclarées, bien que l'on ait connaissance de plusieurs cas dans la littérature scientifique. (Cant et coll., 2017)

La nicotine, présente dans certains e-liquides serait considérée comme facteur pathologique principal dans certains états précancéreux de la muqueuse de la cavité buccale, tels que les néoplasmes et la leucoplasie de par l'immunomodulation et les carences dans les processus de guérison qu'elle engendre. (Callahan-Lyon, 2014)

Ce qu'il faut retenir :

Dans la cavité orale, la cigarette électronique entraîne des conséquences au niveau dentaire, parodontal, cutané et muqueux.

Conséquences de l'e-cigarette sur le tissu dentaire :

- La nicotine augmente la réponse inflammatoire, entraîne une augmentation du risque de fissures et fractures dentaires, et de développement de lésions carieuses.
- Dommages importants occasionnés en cas d'explosions de cigarette électronique.

Conséquences de l'e-cigarette sur le tissu parodontal :

- Facteur de risque de maladie parodontale, en corrélation avec la concentration nicotinique : la réponse inflammatoire est augmentée, ainsi que les dommages ADN et cellulaires (augmentation du vieillissement et de la mort cellulaire, modifications morphologiques),
- Facteur de risque d'inflammations et d'infections orales,
- Facteur de risque de complications péri-implantaires,
- Facteur de risque de complications des traitements orthodontiques et des complications post-opératoires en présence de nicotine.

Conséquences sur le tissu cutané et muqueux :

- Effets indésirables rapportés : sécheresse de la gorge et de la bouche, brûlures, douleurs linguales.
- Des effets indésirables plus importants ont été rapportés tels qu'une gingivostomatite par contact avec l'e-liquide, un ulcère nécrotique du palais, et une fibrose des sous-muqueuses buccales.
- La nicotine et le nickel sont responsables de certains états précancéreux et cancéreux de la muqueuse buccale, on pourrait alors supposer qu'ils soient responsables de cancers induits par l'aérosol de cigarette électronique, cependant les études sont encore insuffisantes pour affirmer ces propos.

2.3. Comparaison avec le tabac classique

2.3.1. Santé générale

Le tabac est un produit psychotrope, de par la nicotine qu'il contient, largement connu et répandu dans le monde entier, créant une forte dépendance ayant déjà fait l'objet de nombreuses études.

Même si la lutte contre le tabac progresse bien, il reste la principale cause de mortalité prématurée évitable dans le monde et pourrait atteindre les 8 millions de morts par an à l'horizon 2030 d'après l'OMS. (Lucchiari et coll., 2016 ; Berlin, 2016 ; Polosa et coll., 2013b)

La France est l'un des pays développés où la dépendance au tabagisme reste la plus élevée. Le nombre de fumeurs communément admis en France se situerait entre 12 et 13 millions et resterait stable depuis plusieurs années, cependant, la consommation journalière a diminué avec une moyenne de 11,3 cigarettes par jour en 2014. La France était le seul pays développé où le tabagisme féminin augmentait en 2012. D'après les chiffres du ministère de la Santé, 73000 personnes meurent chaque année prématurément à cause du tabagisme en France, ce qui place le tabac comme la première cause de mortalité évitable de l'hexagone et du monde. (Berlin, 2016 ; ONCD, 2016a)

Le tabac est responsable de cancers (poumon, larynx, vessie, cavité buccale, œsophage, pancréas, rein), de bronchopneumopathies chroniques obstructives, de l'infarctus du myocarde ainsi que de l'accident vasculaire cérébral et réduirait l'espérance de vie des fumeurs de plus de 10 ans. (Marini et coll., 2014 ; Etter, 2013)

Le tabac est ainsi le facteur prépondérant du cancer du poumon (qui tue 1,6 millions de personnes par an dans le monde) et des voies aérodigestives supérieures. En France, le tabagisme actif serait à l'origine de 90% des cancers du poumon.

Le chirurgien-dentiste a un rôle important dans le dépistage des cancers des voies aérodigestives supérieures. En effet, plus la lésion est découverte à un stade précoce, meilleur sera le pronostic de survie du patient. (Nasr et coll., 2017)

Il a été démontré que la mortalité liée au tabagisme diminue après cessation tabagique et l'incidence du cancer du poumon, de l'accident vasculaire cérébral, des maladies pulmonaires chroniques et d'autres cancers dépend de la durée de l'abstinence tabagique. En effet, d'après une étude auprès de femmes, le risque de décès, toutes causes confondues, diminuerait de 13% au bout de cinq ans après cessation tabagique par rapport à celles qui continuent, et la mortalité due aux cancers liés au tabagisme diminuerait d'environ 20% sur la même période. Le risque de mortalité associé au tabagisme chez les anciennes fumeuses serait même similaire à celui des non-fumeuses vingt ans après, exception près pour le cancer du poumon, pour lequel la réduction du risque prend plus de temps. (Kenfield et coll., 2008 ; Gualano et coll., 2015)

Les maladies liées au tabagisme sont physiopathologiquement attribuées à l'oxydation, le stress, l'activation des voies inflammatoires et l'effet toxique de plus de 4000 produits chimiques et carcinogènes présents dans la fumée de tabac (nitrosamines spécifiques du tabac (TSNA), autres substances cancérigènes et promoteurs de tumeurs). (Farsalinos et Polosa, 2014 ; Konstantinou et coll., 2018)



Figure 25 : Autopsie d'une cigarette mettant en évidence les nombreuses substances toxiques (source : Ligue contre le cancer, 2018)

- Comparaison des substances présentes

De nombreuses études comparant la cigarette électronique et le tabac ont vu le jour ces dernières années, cependant, nous ne pouvons évaluer les effets de la cigarette électronique qu'à court terme de par le manque de recul évident. De nombreuses différences ont pu être mises en évidence mais également certains points communs.

Tout d'abord, contrairement au tabac, dont le principe réside dans la combustion dégageant plus de 4000 substances dont 70 sont cancérigènes, il n'y a pas de combustion pour la cigarette électronique et donc absence de produits cancérigènes dérivant de cette combustion. La vapeur de cigarette électronique ne contient donc pas de monoxyde de carbone, responsable de la réduction de capacité de transport d'oxygène dans le sang, ni de goudron, tenu responsable en grande partie du cancer du poumon. (Cope, 2013)

La cigarette électronique serait moins nocive que la cigarette de tabac conventionnelle de par sa plus faible libération en substances toxiques et cancérigènes (telles que les TSNA), plutôt comparables aux quantités présentes dans les produits pharmaceutiques à base de nicotine utilisés dans les thérapies de remplacement de la nicotine. L'exposition quotidienne aux nitrosamines provenant des cigarettes de tabac (pour une consommation moyenne de 15 cigarettes par jour) est estimée jusqu'à 1800 fois plus élevée comparée à l'utilisation de cigarettes électroniques. De plus, la FDA a récemment annoncé son intention de réglementer les TSNA dans les cigarettes électroniques, le tabac à cigare et le tabac à pipe ce qui limiterait le risque engendré par ces cigarettes électroniques sur la santé. (Farsalinos et Polosa, 2014 ; Konstantinou et coll., 2018)

D'après diverses études, les vapeurs de cigarettes électroniques auraient une concentration en substances toxiques 9 à 450 fois inférieure à celle de la fumée de cigarette et dans de nombreux cas comparable aux traces présentes dans un inhalateur médical à la nicotine. (Goniewicz et coll., 2014 ; Sherry et coll., 2017)

Comme vu précédemment, le tabac contient tout comme la cigarette électronique des carbonyles toxiques : l'acétaldéhyde, le formaldéhyde et l'acroléine. Cependant, les concentrations seraient moins importantes pour les vapoteurs. (Ogunwale et coll., 2017)

D'autres produits tels que l'isoprène et l'acide acétique sont également présents dans la vapeur de cigarette électronique. Mais d'après Farsalinos et Polosa, les niveaux de ces substances sont 5 à 40 fois plus bas que dans la fumée de cigarette conventionnelle. Des traces de toluène et de xylène ont également été mises en évidence à des niveaux 120 fois plus faibles que dans la cigarette de tabac. (Farsalinos et Polosa, 2014)

Donc, de manière générale, la majorité des substances toxiques présentes dans la vapeur de cigarette électronique sont en concentrations bien inférieures à celles de la cigarette de tabac traditionnelle.

Cependant, le cadmium et le plomb sont présents en concentration plus importante dans les cigarettes électroniques que dans le tabac de par le contact direct du métal avec l'e-liquide. Aussi, la teneur en nickel, et en aluminium dans l'air est beaucoup plus élevée dans les vapeurs d'e-cigarette que dans la fumée de cigarette standard. (Farsalinos et Polosa, 2014 ; Rouabhia et coll., 2017)

Il faut garder à l'esprit que les taux de substances toxiques peuvent être augmentés et atteindre des niveaux égaux ou supérieurs (par exemple, pour le formaldéhyde et le nickel) à ceux retrouvés dans la fumée de cigarette, en particulier lorsque la puissance de l'appareil est augmentée. (Ganapathy et coll., 2017)

La plupart des e-liquides sont aromatisés contrairement aux cigarettes de tabac, dont les usagers de cigarettes aromatisées restent peu nombreux, limitant ainsi le risque lié à l'arôme. Cependant, pour la population de fumeurs de cigarettes mentholées, le risque concernant l'arôme menthol est le même que ce soit avec les cigarettes électroniques ou conventionnelles. (Willershausen et coll., 2014)

- Comparaison des effets sur la santé

Au niveau des effets sur la santé, les scientifiques ont mesuré l'effet aigu des cigarettes électroniques sur la numération formule sanguine complète (NFS). Les résultats de cette étude montrent que la NFS reste inchangée lors du vapotage actif et passif alors que le tabagisme actif et passif augmente le nombre de globules blancs, de lymphocytes et de granulocytes pendant au moins une heure chez les fumeurs. (Flouris et coll., 2012)

Le tabagisme conduit à une élévation significative de la pression artérielle systolique, diastolique et de la fréquence cardiaque alors que les e-cigarettes augmentent les paramètres cardio-vasculaires à des amplitudes bien inférieures pour la plupart des e-cigarettes. Les changements globaux des signes vitaux cardiovasculaires lors du vapotage sont minimes et considérés comme non significatifs sur le plan clinique

pour l'utilisation d'e-cigarette. La présence, bien que plus faible, des aldéhydes dans la vapeur d'e-cigarette, pourrait provoquer (ou continuer à provoquer pour les anciens fumeurs) des dommages graves au système cardiovasculaire en raison de la sensibilité de ce système à ces substances. (Yan et D'Ruiz, 2015 ; Ogunwale et coll., 2017)

Par comparaison au tabac, les e-liquides présentent l'intérêt de réduire significativement les risques de survenue de graves pathologies, de cancers principalement. Ils sont en ce sens beaucoup moins nocifs que le tabac, un fumeur devenant utilisateur exclusif de cigarette électronique diminuerait ainsi sa probabilité de développer des maladies imputables au tabac. Cependant, l'arrêt du tabac sans substitution par la cigarette électronique reste la meilleure option d'autant plus que les risques à long terme ne sont pas connus à l'heure actuelle. (INPES, 2014)

La fumée de cigarette est très toxique pour les cellules humaines, même à de très faibles concentrations. En effet, 10 % d'extrait de fumée de cigarette tue 100 % de l'épithélium des cellules in vitro. **Par conséquent, la cytotoxicité de la vapeur de cigarette électronique est inférieure à celle de la fumée de cigarette puisqu'une concentration de 25 % de vapeur de cigarette électronique serait responsable de la mort de 40 à 50 % des cellules et 10 % d'extrait de vapeur d'e-cigarette tuerait moins de 5 % des cellules.** (Hwang et coll., 2016b ; Farsalinos et coll., 2013)

La vapeur de cigarette électronique serait génotoxique (dommages ADN) pour les cellules épithéliales orales et pulmonaires mais les dommages seraient moins importants que ceux provoqués par la fumée de tabac. En effet, une étude rapporte une présence inférieure de radicaux libres provoquant du stress oxydatif dans la vapeur de cigarette électronique par rapport à la fumée de tabac (7×10^{11} contre 10^{14} radicaux libres par bouffée) La vapeur de cigarette électronique aurait, ainsi, moins d'effet toxique au sein des cellules. Cependant, l'étude de Ganapathy rapporte des niveaux de dommages à l'ADN oxydatif similaires voir légèrement supérieurs après exposition à l'aérosol d'e-cigarette par rapport à la fumée de cigarette conventionnelle. Ces différences de génotoxicité au sein des différentes études peuvent s'expliquer par le manque de standardisation des produits de la cigarette électronique (grand nombre de marques, d'e-liquides avec une composition parfois

différente ainsi qu'une puissance de batterie pouvant varier de façon importante). Des études supplémentaires sont nécessaires. (Sussan et coll., 2015 ; Ganapathy et coll., 2017)

Il y a donc des dommages à l'ADN chez les vapoteurs et les fumeurs, or ces dommages sont les principaux responsables du cancer et jouent un rôle clé dans la pathogenèse du vieillissement, des maladies neurodégénératives, pulmonaires et cardiovasculaires. Ainsi, la cigarette électronique, tout comme la cigarette de tabac augmenterait les risques de cancer à long terme.

- Comparaison en fonction du ressenti des utilisateurs

Les études montrent de façon générale des effets secondaires diminués chez les vapoteurs par rapport aux fumeurs. En effet, les anciens fumeurs s'initiant au vapotage exclusif rapportent ressentir plus d'effets bénéfiques que les fumeurs actuels et une augmentation de leur forme physique générale.

Les signes les plus décrits dans une étude comprenant 19 000 participants sont :

- Amélioration respiratoire
 - Amélioration olfactive
 - Amélioration gustative
 - Augmentation de l'endurance
 - Meilleure qualité de sommeil, pour 1 patient sur 3
 - Amélioration de l'humeur, de l'appétit et la performance sexuelle (pour une plus petite proportion de participants)
- (Farsalinos et coll., 2014a ; Caponnetto et coll., 2013)

} Pour la moitié
d'entre eux

Aussi, les vapoteurs sont satisfaits de ne plus avoir les doigts jaunis par le tabac grâce à leur substitution par la cigarette électronique, bien que cette dernière soit plus désagréable à porter, étant à peine plus lourde qu'une cigarette traditionnelle.

Certains patients atteints de pathologies pourraient ne pas observer d'amélioration substantielle de leur état de santé et de la progression de leur maladie. En effet, les exacerbations bactériennes et virales étant les principaux moteurs de la progression des maladies pulmonaires obstructives chroniques, les patients atteints substituant

les cigarettes traditionnelles aux e-cigarettes pourraient ne pas voir d'amélioration de par les effets immunomodulateurs engendrés par l'e-cigarette. (Sussan et coll., 2015)

- Comparaison par rapport à l'apport en nicotine

Contrairement aux cigarettes de tabac traditionnelles dont la dose de nicotine réellement absorbée se situe entre 1 et 2 mg par cigarette, les vapoteurs peuvent choisir de prendre un e-liquide non nicotiné ou un dosage en nicotine pouvant aller jusqu'à 20 mg/ml.

Cependant, pour un même dosage de nicotine, le vapoteur peut ne pas ressentir autant l'effet attendu dans une cigarette électronique que dans le tabac.

En effet, une étude mesurant les niveaux de nicotine plasmatiques chez les utilisateurs expérimentés de cigarettes électroniques de première et deuxième génération ainsi que chez les fumeurs a mis en évidence d'importantes différences. Les e-cigarettes de nouvelle génération sont plus efficaces dans la distribution de nicotine que les premières générations, mais elles nécessitent plus de temps afin de délivrer la même dose de nicotine que les cigarettes traditionnelles. Les concentrations plasmatiques de nicotine après 5 minutes d'utilisation d'une cigarette électronique sont très inférieures aux résultats obtenus avec une cigarette traditionnelle : presque 3 fois plus faibles pour les cigarettes électroniques nouvelles générations et 4 fois plus faibles pour les cigarettes électroniques de première génération. Les concentrations nicotiniques plasmatiques deviennent égales lors de l'utilisation de cigarette de tabac durant 5 minutes comparées à l'utilisation de cigarette électronique nouvelle génération durant 35 minutes (18,52 ng/ml), alors que les valeurs du tabagisme restent bien supérieures aux valeurs après 35 minutes d'utilisation de cigarette électronique première génération (10,88 ng/ml).

Ceci peut être expliqué par le fait que la nicotine administrée par l'aérosol des cigarettes électroniques n'est pas absorbée par les poumons mais par la muqueuse buccale. Par conséquent, l'absorption de la nicotine devrait se produire à un taux similaire aux thérapies de remplacement de la nicotine. Une partie importante de la nicotine déposée dans la muqueuse buccale est avalée, avec un métabolisme de premier passage subséquent au foie, ce qui réduit considérablement

la biodisponibilité. Une autre hypothèse réside dans le fait que les gouttelettes liquides de propylène glycol et de glycérol puissent interagir négativement avec l'absorption nicotinique des poumons par rapport aux particules véhiculant la nicotine dans le tabac. (Farsalinos et coll., 2014b)

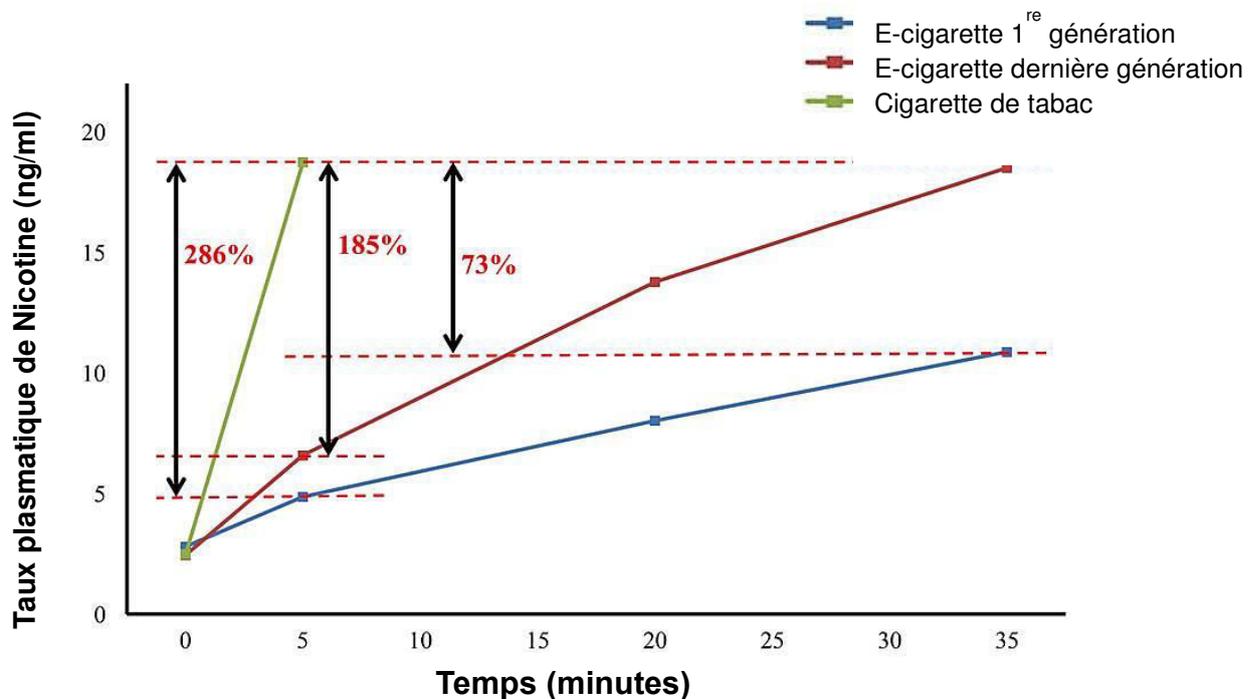


Figure 26 : Les différences de distribution de nicotine entre la cigarette de tabac et deux générations de cigarettes électroniques (source : d'après Farsalinos et coll., 2014c)

Une autre étude confirme que la quantité de nicotine inhalée au bout de 15 bouffées lors de l'utilisation d'e-cigarette chez des utilisateurs expérimentés est inférieure à celle retrouvée après avoir fumer une cigarette conventionnelle. (Goniewicz et coll., 2013)

L'exposition à la nicotine dans la vapeur d'e-cigarette entraîne donc des effets cytotoxiques beaucoup moins importants. (Wu et coll., 2014)

Cependant, les cigarettes électroniques peuvent s'avérer plus dangereuses du fait qu'elles présentent un risque accru de toxicité à la nicotine en cas d'ingestion d'e-liquide en raison des concentrations élevées dans les cartouches. En effet, les intoxications à la nicotine par utilisation de cigarettes traditionnelles sont plus rares

du fait des vomissements spontanés engendrés limitant l'absorption du tabac.
(Callahan-Lyon, 2014)

Nous avons repris dans le tableau de comparaison ci-dessous, les principales différences entre le tabac et la cigarette électronique sur la santé générale.

Tableau 2 : Comparaison des effets du tabac et de la cigarette électronique sur la santé générale

Tabac	Cigarette électronique
Phénomène de combustion libérant des substances nocives (ex : monoxyde de carbone)	Absence de combustion
4000 substances dans la fumée	9 à 450 fois moins de substances dans l'aérosol d'e-cigarette
70 substances cancérigènes : <ul style="list-style-type: none"> - Les TSNA en quantité importante - Les aldéhydes en concentration conséquente : formaldéhyde, acétaldéhyde et acroléine - Le goudron - Absence de trace significative de métaux lourds 	Plus faible présence de substances cancérigènes : <ul style="list-style-type: none"> - 1800 fois moins de TSNA - 3 substances cancérigènes principales mais en quantité inférieure : acroléine, formaldéhyde et acétaldéhyde - Absence de goudron - Présence de métaux lourds en quantité supérieure : nickel et aluminium
Taux de substances nocives relativement fixe et connu	Taux de substances nocives variable en fonction des réglages (puissance de la batterie notamment)
Libération de nicotine dans le sang fixe d'une cigarette à une autre	Libération de nicotine dans le sang plus faible pour un même dosage et variable en fonction des modèles d'e-cigarette
Pas de possibilité de choisir son dosage en nicotine, taux de nicotine en mg par cigarette	Possibilité de choisir son dosage de nicotine en mg/ml (de 0 à 20 mg/ml)
Beaucoup d'effets secondaires : <ul style="list-style-type: none"> - Fatigue et diminution d'énergie - Toux - Souffle court - Diminution du goût et de l'odorat - Mauvaise haleine 	Effets secondaires plus faibles avec amélioration de la forme physique générale chez les anciens fumeurs : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution de la fatigue - Diminution de la toux - Amélioration respiratoire - Augmentation des capacités olfactives et gustatives - Augmentation de l'endurance - Meilleure haleine
Risques cardiovasculaire, pulmonaire, et cancérigène important (augmentation des paramètres cardiovasculaires)	Risques plus faible mais présent
Cytotoxique	Cytotoxicité plus faible
Génotoxique	Génotoxique
Capable de modifier la NFS	Ne modifie pas la NFS
Pas de risque d'intoxication à la nicotine	Risque d'intoxication par ingestion d'e-liquide nicotiné

2.3.2. Cavité buccale

Le tabagisme est connu pour être préjudiciable à la santé bucco-dentaire. Il est un facteur de risque important dans la survenue des gingivites, des parodontites et des cancers buccaux. (Cope, 2013)

En effet, la fumée de cigarette traditionnelle modifie ou aggrave une pathologie déjà installée en altérant les défenses immunitaires et les cellules buccales. Aussi, la vasoconstriction engendrée par la nicotine entraîne une altération physiologique de l'os alvéolaire (avec création de poches parodontales), une altération de la cicatrisation et une diminution de la réaction inflammatoire. (Lee et coll., 2012)

Les effets sur la santé buccale des cigarettes électroniques sont moins bien connus et de nombreux facteurs ont un impact sur les émissions d'e-cigarettes, tels que la puissance électrique de l'appareil, les constituants de l'e-liquide vaporisé et l'expérience de l'utilisateur. De plus, comme ces dispositifs ne sont pas réglementés dans de nombreux pays, les caractéristiques des dispositifs et les constituants liquides peuvent changer fréquemment. (Ramôa et coll., 2017)

Toutefois, compte tenu du fait que la vapeur d'e-cigarette contient, à bas niveaux, les mêmes produits chimiques (nicotine, acroléine, acétaldéhyde, nitrosamines, etc.) que ceux de la fumée conventionnelle, cela suggère que les e-cigarettes pourraient également favoriser les pathologies orales dont la maladie parodontale. (Rouabhia et coll., 2017)

Cette hypothèse est confirmée par diverses études, rapportées précédemment, certifiant que la vapeur de cigarette électronique est un facteur de risque des maladies parodontales et des cancers buccaux de par l'effet cytotoxique, le stress oxydatif et les réponses inflammatoires engendrées par les substances présentes dans l'aérosol d'e-cigarette.

- Comparaison des risques de maladies parodontales

Les maladies parodontales sont l'affection buccale la plus étudiée par rapport au tabagisme. Les études montrent une prévalence plus élevée, une plus grande

sévérité et une progression plus rapide de la maladie parodontale chez les fumeurs comparés aux non-fumeurs ou aux anciens fumeurs. Le degré de perte tissulaire est directement lié au niveau de consommation et d'exposition tabagique. Ainsi, les fumeurs intensifs de cigarettes présentent des formes plus graves de maladie parodontale et des résultats de traitement défavorables. Ces résultats seraient largement améliorés dès l'arrêt de la contamination tabagique.

Le tabagisme est un facteur de risque de maladies parodontales de par les substances nocives contenues dans la fumée (retrouvées également pour certaines dans l'aérosol de cigarette électronique) dont la nicotine. Cette dernière assume une responsabilité majoritaire dans l'influence pathologique de la fumée sur le parodonte. Or, les concentrations nicotiques mesurées dans la salive sont identiques chez les vapoteurs et chez les fumeurs. Que la nicotine provienne de la fumée ou de la vapeur d'e-cigarette, elle est considérée comme un facteur de risque aggravant les parodontites et favorisant les complications opératoires de manière dose-dépendante et sera ainsi, de la même façon et dans les mêmes quantités, néfaste pour le parodonte. (Nasr et coll., 2017)

La cigarette de tabac et la cigarette électronique augmenteraient donc toutes les deux le risque de maladie parodontale, dont la sévérité serait dépendante de la concentration nicotinique, bien que des études supplémentaires soient attendues dans le cas du vapotage.

- Comparaison des risques de complications péri-implantaires

Le tabagisme est également associé à la péri-implantite, à la perte osseuse péri-implantaire, et aux échecs d'implantation.

Une récente étude sur les cigarettes électroniques montre que ces effets favoriseraient, tout comme le tabac, les complications implantaires mais dans une moindre mesure. En effet, les conséquences induites par la fumée de cigarette sur les ostéoblastes sont plus importantes que celles observées à la suite d'une exposition à la vapeur de cigarette électronique (nicotiné ou non).

Les cigarettes électroniques sont donc à considérer, au même titre que les cigarettes de tabac, comme un facteur pouvant contribuer aux complications voir à l'échec des implants dentaires. (Rouabhia et coll., 2018)

- Comparaison des risques cancérigènes

Le cancer de la bouche est la huitième cause de mortalité liée au cancer dans le monde, avec 12,7 millions de nouveaux cas et 7,6 millions de décès par an. Des données épidémiologiques récentes montrent qu'il y a 73 000 nouveaux cas de cancer de la bouche chaque année en Europe, avec un taux de mortalité de 39 %. (Franco et coll., 2016)

Il a été prouvé que le tabac et la nicotine sont des facteurs de risque de fibrose orale sous-muqueuse pouvant aboutir à un carcinome épidermoïde. Les données actuelles sur les cigarettes électroniques ne permettent pas d'obtenir les informations nécessaires afin d'exclure ce risque. (Javed et coll., 2017b)

Les résultats des études diffèrent quant au risque de développer un cancer buccal chez les vapoteurs du fait du recul clinique insuffisant. En effet, une étude incluant 65 sujets divisés en trois groupes (fumeurs, vapoteurs et non-fumeurs), a évalué ce risque par un examen cytologique de raclage de la muqueuse buccale. Il a été mis en évidence une présence de micronoyaux significativement diminuée par rapport aux fumeurs et comparable aux non-fumeurs, ce qui signifie que le risque de dégénérescence tumorale chez les vapoteurs est comparable aux non-fumeurs et ainsi que le risque de développement de cancers n'est pas plus élevé que chez ces derniers. (Franco et coll., 2016)

Cependant, une autre étude exposant des cellules d'épithélium gingival de non-fumeurs à la vapeur d'e-cigarette à raison de 10 secondes par minutes pendant 15 minutes chaque jour, a montré une augmentation de la mortalité cellulaire passant de 2% à 53% après trois jours d'exposition. Ces phénomènes de détérioration, de stress cellulaire, d'inflammation pourraient se solder par un risque accru de cancers. (Nasr et coll., 2017)

Aussi, comme nous l'avons vu précédemment, le nickel présent en plus grande quantité dans la vapeur d'e-cigarette que dans la fumée de tabac est un facteur de risque de cancers buccaux.

Les arômes, majoritairement présents dans la vapeur d'e-cigarette et la plupart du temps absent du tabac provoquent eux aussi des dommages mais leur rôle dans les cancers buccaux est encore peu étudié.

- Comparaison des effets au niveau dentaire

Au niveau dentaire, la pulpe est exposée à de très fortes concentrations de nicotine chez les fumeurs et les vapoteurs. Une étude publiée en 2015 a montré que la nicotine est capable d'accroître la prolifération des cellules pulpaire dentaires humaines en agissant à travers les récepteurs cholinergiques nicotiques et la voie de signalisation MAPK en aval. Cette substance augmente aussi l'expression des gènes MMP-2 et MMP-28 qui sont des enzymes impliquées dans l'inflammation pulpaire. L'exposition directe de la pulpe dentaire humaine à la nicotine entraîne ainsi une réponse inflammatoire qui pourrait jouer un rôle dans le déclenchement de l'inflammation pulpaire, pouvant même conduire à une nécrose pulpaire et se propager à l'os alvéolaire si elle est ignorée. (Manuela et coll., 2015)

De plus, la nicotine améliore la formation du biofilm de *S. mutans* et l'activité métabolique de ce biofilm, responsable de l'activité cariogène. Or, il est admis que les fumeurs ont plus de caries que les non-fumeurs, le tabagisme ainsi que le vapotage nicotiné augmente donc le développement des caries en favorisant la formation accrue du biofilm de *S. mutans* sur les surfaces dentaires. Cette prévalence carieuse augmentée est aussi expliquée par leur plus grande consommation en boisson sucrées de par la sécheresse buccale plus importante dans ces populations. (Huang et coll., 2012)

Contrairement aux fumeurs, les vapoteurs apprécient l'absence de certains désagréments quotidiens engendrés par le tabac telles que les dents jaunies ou encore la mauvaise haleine. (Etter, 2013)

Nous avons repris sous forme de tableau de comparaison les effets sur la cavité orale du tabac et du vapotage.

Tableau 3 : Comparaison des effets du tabac et de la cigarette électronique sur la cavité orale

Tabac	Cigarette électronique
Risque de cancers buccaux, parodontites, gingivites et péri-implantites	Risque plus modéré de cancers buccaux, de maladies parodontales et de complications implantaire
Augmentation du risque de carie par modification du biofilm	Augmentation du risque de carie par modification du biofilm
Risque de fissures dû à la xérostomie et risque d'inflammation pulpaire	Risque de fissures dû à la xérostomie et risque d'inflammation pulpaire
Pas de risque d'explosion mais risque de brûlure par mégots	Risque d'explosion de cigarette électronique en bouche
Absence de risque d'écoulement de liquide en bouche	Risque de gingivostomatite suite à l'écoulement d'e-liquide en bouche
Coloration des dents suite à une consommation de tabac importante	Absence de coloration dentaire
Effets nocifs dus à la présence de nicotine (vasoconstriction, diminution des mécanismes de défense et de la viabilité tissulaire, augmentation du stress oxydatif, perturbation de la flore, etc...)	Effets nocifs dus à la présence de nicotine (vasoconstriction, diminution des mécanismes de défense et de la viabilité tissulaire, augmentation du stress oxydatif, perturbation de la flore, etc...)
Effets nocifs des arômes absents (la plupart des cigarettes consommées étant sans arômes)	Effets nocifs dus aux arômes nombreux et variés (stress oxydatif, diminution de la viabilité tissulaire, augmentation des dommages ADN, etc...)

2.3.3. Tabac passif et vapotage passif

La fumée, étant très nocive pour le fumeur par le grand nombre de substances qu'elle contient, l'est également pour le non-fumeur qui inhale, de manière involontaire, la fumée dégagée par le ou les fumeurs qui l'entourent. Au-delà de la gêne occasionnée, le tabagisme passif aggrave des pathologies existantes et en crée de nouvelles (cancer des sinus de la face, accidents vasculaires cérébraux, cancer du poumon, accidents cardiaques, etc...). Les risques demeurent certes moins importants que chez le fumeur actif, mais les conséquences pour la santé du non-fumeur sont réelles. Par ailleurs, ces risques augmentent avec l'intensité et la durée de l'exposition. En France, on estime même que quelques milliers de non-fumeurs meurent prématurément chaque année de maladies provoquées par le tabagisme passif. (Cohen, 2017)

Le risque du vapotage passif a récemment été affirmé par une étude commanditée par l'OMS, confirmant que la vapeur de cigarette électronique serait une nouvelle source de contamination de l'air par des particules fines et ultrafines tels que certains métaux lourds (nickel, chrome) et par de la nicotine. Le contenu de l'aérosol libéré au moment de l'expiration du vapoteur varie en fonction de la température et du système de fabrication entre autres. (Nasr et coll., 2017 ; Callahan-Lyon, 2014)

Ce vapotage passif, bien que moins désagréable pour l'entourage, est important à souligner car la nicotine de l'aérosol ou du liquide peut demeurer sur les surfaces pendant des semaines voire des mois et ainsi réagir avec l'acide nitreux ambiant pour produire des ARNs entraînant l'inhalation, l'ingestion ou l'exposition cutanée à des substances cancérigènes encore longtemps après que l'aérosol ait été émis dans la pièce. (Callahan-Lyon, 2014)

Cependant, il a été démontré que la vapeur de cigarette électronique reste 100 fois moins longtemps en suspension dans l'air ambiant que la fumée de tabac, la demi-vie de l'aérosol de cigarette électronique étant de onze secondes alors qu'elle est supérieure à quinze minutes pour la cigarette traditionnelle. Aussi, des études montrent que les niveaux de concentrations nicotiques seraient 10 fois plus faibles pour l'entourage des vapoteurs que pour celui des fumeurs. (Farsalinos et Polosa, 2014 ; Zdrojewicz et coll., 2017) Mais d'autres auteurs affirment que le vapotage

passif peut entraîner des niveaux de nicotine dans le sang à peu près aussi élevés que suite à une exposition passive au tabac. (Nasr et coll., 2017)

Les valeurs diffèrent, néanmoins, de la nicotine reste présente dans l'air ambiant. Or, comme nous avons pu le voir précédemment, il ne faut pas négliger ni banaliser les effets nicotiques nocifs qui sont bien réels. En effet, l'exposition à la nicotine des enfants et des adolescents entraînerait des effets délétères sur leur cerveau et serait responsable à long terme d'asthme chez les enfants exposés de par la présence de propylène glycol. (Nasr et coll., 2017 ; Rigotti, 2018)

Les concentrations des autres substances toxiques émises sont très inférieures pour le vapotage passif par rapport au tabagisme passif. D'après une étude mesurant la quantité totale de produits biologiques carbone, la quantité de ces substances retrouvées dans une pièce après 11 minutes d'utilisation de cigarette conventionnelle était similaire à celle retrouvée après 5 heures de vapotage. (Farsalinos et Polosa, 2014)

Une autre étude met en évidence une menace significative ainsi que des taux proches des limites de risque cancérigène pour le tabagisme passif alors qu'il n'y a pas de risque significatif pour le vapotage passif ce qui confirme qu'en terme de qualité de l'air intérieur, la cigarette électronique est beaucoup moins nocive pour l'Homme que la cigarette de tabac. (McAuley et coll., 2012)

Au niveau de la cavité orale, le tabagisme passif entraîne un risque de perte tissulaire pouvant expliquer dans certains cas le développement de parodontite selon le degré d'exposition au tabac. Au niveau du vapotage passif, les études manquent encore mais on sait que la nicotine a un effet néfaste sur le développement dentaire. Ainsi, les enfants exposés de façon passive à la nicotine au cours de la période de développement des dents posséderaient une résistance à la carie diminuée et de possibles anomalies de structure. Cette étude avait été réalisée dans un cas de tabagisme passif, on peut alors penser que ceci pourrait être en partie retrouvé pour le vapotage passif, cependant, aucune étude n'a encore été réalisée à ce sujet. (Cohen, 2017)

Un autre point important pour l'entourage subissant un vapotage passif est l'absence d'odeur désagréable du tabac. Cependant, certaines vapeurs de cigarettes électroniques, alimentées par des e-liquides aux goûts sucrés et fruités, libèrent une odeur tellement agréable qu'elle est susceptible d'attirer l'entourage, donnant parfois l'envie de les respirer, voire d'y goûter, contrairement à la fumée de cigarette traditionnelle. (Nasr et coll., 2017)

Les utilisateurs de cigarette électronique exposent donc les personnes à proximité à une petite quantité de substances toxiques et à la nicotine mais de nombreux produits (tels que les produits de combustion) sont absents.

Le vapotage passif, tout comme le tabagisme passif, est par conséquent susceptible d'entraîner des effets néfastes sur la santé mais dans une moindre mesure.

D'autres études seront encore à apporter pour définir les éventuels risques pour les vapoteurs passifs.

Nous avons repris sous forme de tableau récapitulatif les différences entre le tabagisme passif et le vapotage passif.

Tableau 4 : Comparaison de l'effet du tabagisme passif et du vapotage passif

Tabagisme passif	Vapotage passif
Exposition à de nombreuses particules toxiques	Exposition diminuée, à des particules fines et ultrafines (métaux) et à la nicotine
Suspension dans l'air ambiant très longue Demi-vie supérieure à 15 minutes	Suspension 100 fois moins longtemps Demi-vie de 11 secondes
Exposition passive à la nicotine	Exposition passive à la nicotine en quantité inférieure
Odeur désagréable pour l'entourage	Odeur moins gênante pour l'entourage, souvent agréable voire attirante pouvant inciter les fumeurs mais aussi les non-fumeurs à l'usage de la cigarette électronique

2.3.4. Autres différences entre le tabac et la cigarette électronique



Figure 27 : Choix entre cigarette de tabac conventionnelle ou cigarette électronique (source : internet)

D'autres différences entre la cigarette électronique et la cigarette de tabac, ne faisant pas partie du domaine de la santé, sont également à noter.

Tout d'abord, il semblerait que la cigarette électronique permette de faire de réelles économies pour les anciens fumeurs ne souhaitant pas arrêter complètement leur apport en nicotine. En effet, le prix du paquet de cigarette aurait doublé en 12 ans, le budget pour un ancien fumeur devenant vapoteur serait alors divisé par 6. Un ancien fumeur devenant vapoteur diminue son budget passant de 200 euros par mois (équivalent à un paquet par jour) à 35 euros par mois avec la cigarette électronique.

Aussi, l'effet de mode créé par la cigarette électronique dans une société moderne de plus en plus anti-tabac a permis l'ouverture de nombreux magasins en France et dans le monde entier permettant ainsi la création d'emplois. En effet, le marché de la cigarette électronique se porte bien, le chiffre d'affaires obtenu par la vente de cigarettes électroniques et le nombre de boutiques spécialisées ont presque triplé entre 2012 et 2013 et représentent maintenant 1,5 % des ventes de produits dérivés du tabac. Cependant, les ventes se sont stabilisées désormais et certains magasins ont fermé, essentiellement dû au marché grandissant sur le web.

De plus, les mégots de tabac engendrent des cendres pouvant déclencher des incendies, et les brûlures par contact avec une cigarette allumée sont nombreuses

contrairement à la cigarette électronique, bien qu'un nombre conséquent d'explosions aient déjà été rapportées.

Beaucoup de mégots de cigarettes ternissent nos jolis paysages et nos rues, ce problème est évité avec la cigarette électronique, cependant, l'élimination des cartouches et batteries de cigarette électronique est une préoccupation environnementale qu'il faudra savoir gérer afin de fournir une élimination sûre sans nuire d'avantage à l'écologie de notre planète.

Nous avons repris sous forme de tableau ces différences entre le tabac et la cigarette électronique.

Tableau 5 : Comparaison des différences générales entre le tabac et la cigarette électronique n'ayant pas d'impact sur la santé

Tabac	Cigarette électronique
Prix du paquet de cigarette ne cesse d'augmenter	Budget nécessaire divisé par 6 (ex : 35 euros contre 200 euros par mois pour un fumeur d'environ un paquet par jour)
Préoccupation environnementale des cendres et mégots	Préoccupation environnementale pour l'élimination sûre des cartouches et batteries usagées
Pas de création d'emplois	Création d'emplois et de magasins
Société moderne anti-tabac	Effet de mode

3. RÔLE DES PROFESSIONNELS DE SANTÉ

3.1. Place de la cigarette électronique dans le sevrage tabagique

La cigarette électronique, tout comme le tabac, présente un risque de dépendance de par la présence de nicotine dans de nombreux e-liquides. L'intensité de cette dépendance à la nicotine est voisine de celle à l'héroïne, la morphine et la cocaïne et même supérieure à l'addiction aux amphétamines, à l'alcool et au cannabis. On estime que 80% des fumeurs sont dépendants à la nicotine. Le tabac, omniprésent dans les services d'addictologie, constitue la plus fréquente des co-addictions.

De la même façon que la cigarette de tabac classique, la cigarette électronique peut induire une addiction puissante ou prolonger celle-ci. La puissance de cette dépendance varie en fonction du type d'e-cigarette utilisé, les cigarettes de nouvelle génération, bien qu'ayant un pouvoir moins addictif que le tabac, provoquent une dépendance plus marquée que les premières générations. (Etter, 2016)

Le phénomène menant à l'addiction au tabac et à la cigarette électronique de par le passage de la nicotine réside dans plusieurs phénomènes bien illustrés dans ce schéma réalisé par Berlin.

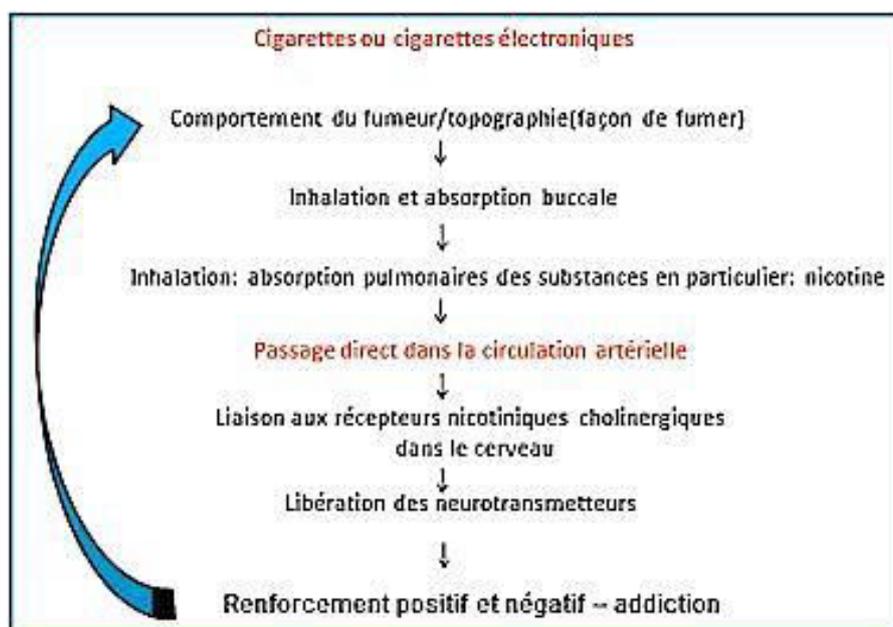


Figure 28 : Le cycle de l'addiction au tabac ou à la cigarette électronique (source : Berlin, 2016)

L'usage de la cigarette électronique permet l'entretien du comportement tabagique par trois niveaux de dépendance qui sont maintenus lors du vapotage :

- La dépendance physique, par la présence de nicotine et d'additifs dans l'e-liquide, produisant des symptômes de manque lorsque le niveau de nicotine dans le sang descend trop bas et que le cerveau est en demande.
- La dépendance environnementale ou comportementale par la gestuelle.
- La dépendance psychologique (lutte contre le stress, réponse facile et rapide face à une situation, souffrance du manque, plaisir de l'usage du produit).

Ceci explique l'absence ou la très faible présence des symptômes du sevrage tabagique chez le fumeur substituant la cigarette classique par l'e-cigarette. Même en l'absence de nicotine dans les e-liquides, la cigarette électronique a des conséquences immédiates sur le comportement tabagique. En effet, les symptômes de sevrage chez le vapoteur utilisant des e-liquides non nicotinés sont à peine supérieurs à ceux retrouvés chez les vapoteurs utilisant des e-liquides nicotinés. Ainsi, on peut remarquer l'importance des caractéristiques comportementale et sensorielle de l'e-cigarette. (Nasr et coll., 2017 ; Etter, 2013)

3.1.1. Les différentes méthodes de sevrage tabagique

On estime à 29 % le nombre de fumeurs essayant d'arrêter dans l'année en France. Ceux-ci peuvent avoir recours à différentes solutions afin d'arrêter de fumer, qui, même combinées, ne sont pas miraculeuses et nécessitent une grande motivation du fumeur afin d'obtenir un franc succès. Les plus reconnues sont :

- La pharmacothérapie : les thérapies de substitution à la nicotine (patch, gommes, comprimés à sucer ou à dissoudre, inhalateurs) ainsi que les médicaments tels que le bupropion et la varénicline, permettent une aide à la désaccoutumance du tabac et sont pris en charge par la sécurité sociale sur prescription médicale (forfait annuel de 150 euros).
- La thérapie cognitivo-comportementale : apprentissage de stratégies de soutien et de conseils pour faire face à l'envie de fumer tout en visant un arrêt à long terme dans le but d'une meilleure qualité de vie.

Il est bien connu que le tabagisme est une dépendance très difficile à rompre, même pour ceux qui ont un fort désir d'arrêter de fumer. Il a été démontré qu'environ 80% des fumeurs qui tentent d'arrêter par eux-mêmes rechutent au cours du premier mois d'abstinence, et seulement 5 % environ, parviennent à une abstinence à long terme. En outre, les médicaments de sevrage tabagique actuellement disponibles, au mieux doublent ou triplent ce taux de réussite dans les circonstances idéales d'un cadre expérimental mais ont une faible efficacité dans la population et provoquent pour certains des effets indésirables graves. (Polosa et coll., 2013b)

C'est pourquoi, nombreux sont ceux qui se sont intéressés à la cigarette électronique afin de les aider à réduire voir arrêter leur consommation tabagique. (Gualano et coll., 2015)



Figure 29 : Exemple de substituts nicotiniques (source : France Bleu, 2018)

3.1.2. Le recours à la cigarette électronique

Le motif principal de recours à la cigarette électronique est le souhait d'arrêter ou de diminuer la consommation de tabac. 50% des fumeurs ont déjà testé la cigarette électronique dans un but de sevrage tabagique et 25% ont adopté un usage mixte tabac/vapotage. Toutefois, une grande partie des fumeurs ne poursuit pas ce vapotage par la suite. (Dejardin, 2016)

Le manque d'efficacité ainsi que la tendance croissante dans l'indifférence ou le scepticisme des médecins envers les programmes de renoncement au tabac amènent le fumeur à se tourner vers la cigarette électronique, permettant une réduction des méfaits du tabac tout en diminuant les symptômes du sevrage. Il s'agit d'une alternative viable pour les fumeurs qui ne peuvent ou ne veulent pas cesser toute consommation de tabac et de nicotine, en les éduquant sur les risques liés aux différentes sources de nicotine et en leur donnant la possibilité de passer du tabac à l'utilisation de produits à plus faibles risques pour la santé comme le tabac sans fumée (snus suédois) ou l'e-cigarette. (Polosa et coll., 2013b ; Van Heel et coll., 2017)

Cependant le manque de recul clinique concernant l'e-cigarette ne fait pas d'elle une thérapie de choix, l'état général des patients ayant arrêté de fumer sans aucune aide à la cessation étant reconnue comme bien meilleur comparé à ceux ayant utilisé la cigarette électronique (clairance mucociliaire améliorée). (Ramôa et coll., 2017)

Les fumeurs décidant d'arrêter de fumer via l'usage de la cigarette électronique souhaitent, dans la plupart des cas, diminuer progressivement le taux de nicotine de leur e-liquide jusqu'à ne préserver que le vapotage sans nicotine, permettant uniquement de garder la dépendance comportementale et psychologique, étant deux des caractéristiques principales de l'addiction. Pour ces vapoteurs désireux d'arrêter de fumer, il est initialement conseillé d'utiliser un e-liquide nicotiné en concentration équivalente à leur ancienne consommation de tabac (les chances d'arrêt du tabac seraient triplées et une diminution plus importante des cigarettes de tabac fumées est observée), puis de diminuer progressivement la concentration en nicotine. Pour ceux souhaitant l'arrêt complet de l'absorption de nicotine, il est ensuite conseillé de prendre un e-liquide non nicotiné ayant un « hit » suffisant, limitant ainsi la perte de plaisir bien que les symptômes de sevrage soient présents. Mais si le vapoteur n'est pas prêt à diminuer sa consommation de nicotine alors qu'il a choisi un e-liquide faiblement ou non nicotiné, il va effectuer des bouffées compensatoires et doubler ainsi sa consommation pour compenser son manque. (Etter, 2013 ; Dawkins et coll., 2016)

De nombreuses études montrent une diminution importante de la consommation tabagique par l'utilisation de la cigarette électronique, cependant, le sevrage tabagique reste faible.

D'après les données de l'INPES de 2014, l'utilisation de la cigarette électronique, bien qu'augmentant la quantité globale de nicotine absorbée, peut s'intégrer dans une logique d'arrêt du tabac. En effet, environ 82% des fumeurs, également vapoteurs, sont d'accord avec l'affirmation selon laquelle la cigarette électronique leur a permis de réduire leur consommation de tabac. La diminution moyenne est de 9 cigarettes par jour. Cette diminution de la quantité fumée peut permettre une réduction du risque associé au tabagisme, même si l'arrêt complet du tabac reste l'objectif prioritaire.

Aussi, les fumeurs-vapoteurs seraient plus nombreux que les fumeurs exclusifs à déclarer vouloir arrêter le tabac (69% contre 54% respectivement). 0,9% des français de 15 à 75 ans ont réussi à arrêter de fumer au moins temporairement en 2014 grâce à la cigarette électronique, soit environ 400 000 personnes. (INPES, 2014)

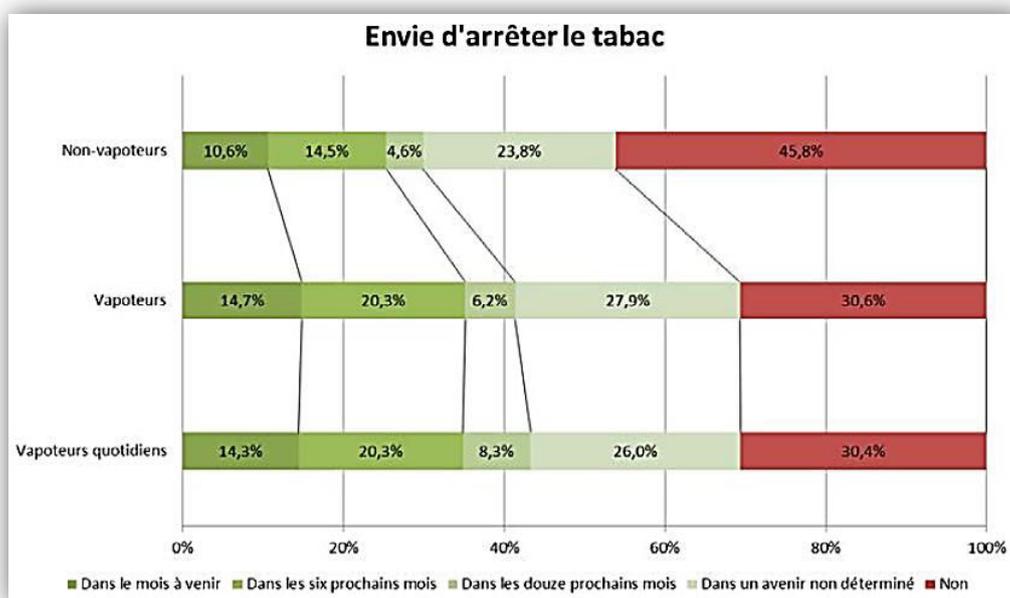


Figure 30 : Statistiques de souhait de sevrage tabagique chez les vapoteurs et les non-vapoteurs (source : INPES, 2014)

D'après un article recensant les résultats de 198 publications, le taux d'efficacité global des cigarettes électroniques dans la réduction du tabagisme est de 48 à 59 % et n'est que de 13 à 23 % pour le sevrage tabagique. (Liu et coll., 2018)

Ces chiffres sont retrouvés dans de nombreuses études dont celle de Polosa et ses collaborateurs rapportant un taux d'abstinence tabagique de 12,5% après 2 ans et une réduction de la consommation tabagique de 50% chez des personnes qui ne souhaitent pourtant pas arrêter de fumer. Cependant, d'autres études rapportent des taux de sevrage tabagique plus important avec 81% de substitution complète par l'usage d'e-cigarette sur 19 000 fumeurs au bout de 10 mois. D'autres encore, rapportent que les fumeurs utilisant la cigarette électronique seraient 59% moins susceptibles de cesser de fumer que les non-vapoteurs et ne permettrait pas une réduction tabagique. (Polosa et coll., 2013a ; Farsalinos et coll., 2014b ; Al-Delaimy et coll., 2015 ; Manzoli et coll., 2015)

Cependant, la moyenne réalisée sur ces différentes études montre un résultat avoisinant plutôt les 20% pour le sevrage tabagique à l'aide de la cigarette électronique et un taux d'environ 50% de réduction tabagique.

La cigarette électronique ne représente pas une thérapie de choix car nombreux sont les vapoteurs qui continuent à fumer. Selon le « *Centers of Disease Control and Prevention* » (CDC), en 2015, 58,8% des utilisateurs d'e-cigarettes sont également des consommateurs de cigarettes classiques. Une majorité des vapoteurs seraient donc également toujours fumeurs. (Nasr et coll., 2017)

3.1.3. La cigarette électronique, un désir de fumer augmenté ?

D'après différentes études, la cigarette électronique pourrait même augmenter le désir de fumer, particulièrement dans la population jeune, où le phénomène s'est popularisé.

En effet, les cigarettes électroniques peuvent entraîner l'initiation à la nicotine chez les jeunes et les adultes non-fumeurs, ainsi qu'une sévérité accrue de la dépendance à la nicotine chez les consommateurs de cigarettes de tabac. Cette initiation à la

nicotine chez les non-fumeurs peut créer une dépendance nouvelle et ainsi être une porte d'entrée au tabac. (DeVito et Krishnan-Sarin, 2017 ; Rigotti, 2018)

Certaines études scientifiques montrent que les non-fumeurs essayant la cigarette électronique ont 2 à 8 fois plus de risque d'essayer la cigarette classique. La cigarette électronique expose les jeunes n'ayant jamais fumé aux risques du tabac, mais elle peut aussi retarder l'entrée dans le tabagisme chez les jeunes, qui, sans la cigarette électronique, seraient devenus fumeurs. (INPES, 2016)

Aussi, il est important de maintenir une surveillance sur les publicités pour les cigarettes électroniques car celles-ci peuvent provoquer des pulsions et générer de nouveaux utilisateurs parmi le jeune public. En effet, après visionnage d'une publicité de cigarette électronique à de jeunes fumeurs comparée à une publicité pour de l'eau, ceux ayant visionné la publicité d'e-cigarette augmentent significativement leur désir de fumer une cigarette traditionnelle et celui de vapoter une cigarette électronique. (King et coll., 2016)

La cigarette électronique, dont l'utilisation rappelle celle de la cigarette traditionnelle, pourrait contribuer à une renormalisation de l'usage du tabac. C'est pour cela que son usage est interdit dans certains lieux publics. C'est dans ce même objectif que la publicité directe ou indirecte en faveur des dispositifs de vapotage est réglementée.

3.1.4. La cigarette électronique comparée aux autres méthodes de sevrage

Bien que l'utilisation de la cigarette électronique ne semble pas une thérapie de sevrage admise par beaucoup, les autres thérapies envisagées ne mettent pas en évidence une efficacité supérieure.

Ces échecs peuvent être en partie expliqués par la différence de leur pouvoir addictif. En effet, le caractère addictif d'une substance dépend de la vitesse de son passage dans le sang. La cigarette électronique permet une absorption de nicotine plus rapide que les substituts nicotiques de par le passage des gouttelettes d'e-liquide et la dépose plus importante d'une partie d'entre elles dans les alvéoles pulmonaires (entre quelques minutes pour les gommes, spray buccal et inhalateur, à

plusieurs heures pour les patchs). Ceci permet de calmer le manque ressenti plus rapidement. Il est donc probable que la cigarette électronique soit plus addictive que les substituts nicotiniques. Cependant, elle reste bien moins addictive que le tabac puisqu'il faut au moins trois fois plus de temps pour diminuer le désir de fumer après une bouffée de cigarette électronique qu'après une bouffée de cigarette de tabac. (Etter, 2013 ; Gualano et coll., 2015)

La cigarette électronique serait ainsi au moins aussi efficace que les patchs à la nicotine pour le sevrage tabagique, et serait même associée, d'après certains auteurs, à moins d'effets indésirables. (Orr et Asal, 2014)

Autre avantage, les vapoteurs déclarent que l'e-cigarette est plus satisfaisante que les substituts nicotiniques dans certaines situations classiques de rechute telles que des soirées entre amis au côté de fumeurs par exemple.

Aussi, nombreux sont les fumeurs souhaitant arrêter de fumer en continuant dans un premier temps leur apport en nicotine par peur de grossir (la nicotine augmente le métabolisme et la dépense énergétique d'environ 10%). Lors du sevrage, l'ex-fumeur retrouve le goût, l'appétit et peut compenser la perte du plaisir de fumer par la consommation d'aliments sucrés et gras. L'utilisation de la cigarette électronique maintient cette dose de nicotine et les conséquences sur le métabolisme, tout comme les substituts nicotiniques, cependant, elle présente l'avantage d'occuper les mains et la bouche en maintenant le geste du fumeur limitant ainsi la prise de poids. (Etter, 2013)

Les preuves disponibles entourant la sécurité des cigarettes électroniques suggèrent qu'elles sont moins toxiques que les cigarettes traditionnelles et plutôt comparables aux traitements de substitution à la nicotine de par leur toxicité, cependant, le recul clinique n'est pas suffisant. (Lydall et coll., 2014)

3.1.5. Conclusions des scientifiques et grandes institutions

D'après les études réalisées, la cigarette électronique se présente plutôt comme un outil de substitution plus qu'un outil de sevrage réel du fait de la conservation de cette dépendance. Les dépendances ne sont pas soignées mais assumées et il

semblerait que vapoter soit devenue une nouvelle façon de fumer. (Nasr et coll., 2017)

Le Haut Conseil de Santé Publique considère que la cigarette électronique peut être envisagée comme une aide pour arrêter ou réduire la consommation de tabac des fumeurs mais reste prudent car elle pourrait constituer **une porte d'entrée dans le tabagisme** et induire un risque de renormalisation de la consommation de tabac compte tenu de l'image positive véhiculée par son marketing et sa visibilité dans les espaces publics. (HCSP, 2016)

Bien que la Haute Autorité de Santé ne recommande pas l'usage de la cigarette électronique comme un outil permettant l'arrêt du tabac, elle ne préconise pas de décourager son utilisation chez un patient dans une démarche de sevrage. Il faudra, au contraire, encourager ce patient à diminuer progressivement le taux nicotinique dans un but d'abstinence. Mais, comme le rappelle l'*American Heart Association*, une date d'arrêt de son utilisation doit être à prévoir. (Tomar et coll., 2015)

L'OMS rappelle, à son tour, que les preuves scientifiques démontrant l'efficacité de la cigarette électronique dans le sevrage tabagique sont insuffisantes et offrent un niveau de certitude trop faible. La seule méthode reconnue comme efficace repose sur l'accompagnement médical personnalisé plus ou moins complété par des substituts nicotiques classiques pour débiter avant un sevrage complet. Le sevrage tabagique et l'arrêt de la nicotine est important, d'autant plus qu'il a été prouvé que renoncer à la nicotine rendrait plus heureux. Les personnes libérées de cette dépendance seraient moins anxieuses, moins stressées et plus optimistes. (Nasr et coll., 2017)

Le rapport de janvier 2018 des Académies nationales des sciences, de l'ingénierie et de la médecine (NASEM) intitulé «Conséquences des E-Cigarettes sur la santé publique» a principalement conclu que les cigarettes électroniques sont moins dangereuses que les cigarettes combustibles pour la santé générale.

Les découvertes et les conclusions sont encore compliquées par l'immense variété de dispositifs de cigarettes électroniques, la composition des e-liquides, les arômes et la teneur en nicotine.

Le manque de normalisation et d'homogénéité (variabilité de qualité entre, et au sein des marques d'e-cigarettes par insuffisance de contrôle) ne permet pas de généraliser les études effectuées à toutes les cigarettes électroniques et e-liquides disponibles. **Des efforts de labellisations et de marquages** informant mieux les consommateurs pour leur sécurité sont encore à fournir. Pour cette raison, les personnes souhaitant arrêter de fumer devraient être fortement dirigées vers des traitements fondés sur des preuves tels que la pharmacothérapie approuvée par les médecins spécialisés et le soutien comportemental. (Lydall et coll., 2014)

Des études à plus long terme et bien menées sont nécessaires pour comprendre les effets de l'utilisation de ces e-cigarettes sur le sevrage tabagique. Une réflexion sur la création d'une cigarette électronique « médicalisée » serait également en cours. (HCSP, 2016)

3.2. Impact de la cigarette électronique dans notre prise en charge thérapeutique au sein du cabinet dentaire

Le chirurgien-dentiste occupe une place importante dans la lutte contre le tabagisme aussi bien dans le dépistage, la prévention et les conseils donnés à ses patients. (ONCD, 2016a)

En effet, étant au contact quotidien du public, il est un interlocuteur de confiance pour les fumeurs et peut être un acteur majeur dans cette lutte contre le tabac en incitant et en expliquant à ses patients les différentes méthodes de sevrage possible. Le chirurgien-dentiste peut aider son patient en lui prescrivant des substituts nicotiques remboursés par l'assurance maladie (jusqu'à 150 euros par an sous certaines conditions), et lui proposer une tentative d'arrêt collective durant l'opération « moi(s) sans tabac » organisée par Santé Publique France se déroulant au mois de novembre avec pour slogan « en novembre on arrête ensemble ». (ONCD, 2016b)

Le Conseil national de l'Ordre des chirurgiens-dentistes affirme cette volonté d'engagement dans la lutte contre le tabagisme notamment en signant la pétition « l'Appel des 100000 » afin de sensibiliser les politiques dans cette lutte contre le tabac. (ONCD, 2016c)

Depuis quelques années, les patients peuvent être amenés à demander conseil à leur chirurgien-dentiste concernant la place de la cigarette électronique dans le sevrage tabagique.

Le rôle du praticien sera tout d'abord d'expliquer à son patient qu'il n'existe pas assez de preuves disponibles à ce jour permettant de recommander sans risque les cigarettes électroniques comme aide primaire dans le sevrage tabagique, au vu de l'incertitude quant à la sécurité à long terme. (Tomar et coll., 2015)

Aussi, comme aucune cigarette électronique n'a été homologuée comme médicament, le chirurgien-dentiste devra orienter son patient vers l'utilisation de produits de substitution nicotinique, de niveau de sûreté et d'efficacité scientifiquement connu, afin d'arrêter ou de réduire la consommation de tabac. Le patient pourra également être invité à consulter son médecin-généraliste ou orienté vers les services de lutte contre le tabagisme. L'hypnose et l'acuponcture pourront également lui être conseillées.

Les conseils aux patients qui ne peuvent pas ou ne veulent pas utiliser ces produits autorisés sont que, bien que la sécurité des cigarettes électroniques ne puisse être assurée compte tenu du peu de recul clinique disponible, ces e-cigarettes sont susceptibles d'être une option moins risquée que de continuer à fumer. Il est important d'informer les patients qu'il est possible que les conseils donnés sur les cigarettes électroniques changent à mesure que les résultats des recherches sur leur sécurité et leur efficacité sont publiés. (Worsley et coll., 2014)

Pour les femmes enceintes, attirées par l'option que représente la cigarette électronique, l'OMS et l'AFSSAPS rappelle que les incertitudes et de la présence de toxiques et de nicotine pouvant avoir des répercussions néfastes sur l'enfant ne permet pas d'envisager un usage sans risque pour le fœtus. L'usage de la cigarette électronique sera donc à déconseiller aux femmes enceintes tant que les études scientifiques ne permettent pas de montrer leur innocuité. (Vasseur et Gomez, 2016)

Pour finir, le chirurgien-dentiste rappellera à son patient l'utilité de maintenir une bonne hygiène bucco-dentaire et une bonne hygiène de vie, en réalisant des soins préventifs et un suivi régulier au sein du cabinet. (Cohen, 2017 ; Nasr et coll., 2017)

Le chirurgien-dentiste doit également prendre l'habitude de demander au patient lors du questionnaire médical s'il est usager de tabac sous quelque forme que ce soit (cigarette électronique, narguilé, pipe, etc...) et non pas uniquement l'usage de cigarette de tabac conventionnelle. En effet, ces autres formes de tabac représentent également un risque pour la santé générale ainsi que pour la cavité buccale, et les oublier falsifierait l'évaluation des facteurs de risques. (Rigotti, 2018)

D'autres conseils sont à donner à la patientèle déjà utilisatrice de cigarette électronique.

La cigarette électronique, étant un facteur de risque modifiable, devrait être à déconseiller lors des phases pré et post-opératoires de la même façon que le tabac étant donnée qu'elle augmenterait les risques de complications post-opératoires et de cicatrisation. Cependant, des études supplémentaires sont encore nécessaires. (Nasr et coll., 2017)

Aussi, il est important de rappeler aux patients vapoteurs que toute modification par ajout au sein des e-liquides est fortement déconseillée. En effet, les huiles aromatiques, essentielles ou encore les stupéfiants ajoutés dans l'e-liquide peuvent causer une pathologie très grave, appelée pneumonie lipidique causée par l'huile vaporisée. (Etter, 2013)

De plus, afin d'éviter l'exposition de l'entourage aux aérosols de cigarettes électroniques, il est préférable de conseiller aux utilisateurs de ne pas vapoter à l'intérieur ou à proximité des enfants. (Rigotti, 2018)

Avantages et inconvénients de la cigarette électronique



Vapotage passif moins nocif que le tabagisme passif et odeur moins désagréable pour l'entourage

Choix de son dosage en nicotine et libération plus faible dans le sang

Absence de produits de combustion du tabac et concentration inférieure en substances toxiques

Risques diminués par rapport au tabac

Absence de colorations dentaires

Risque de renormalisation de l'usage du tabac créant une porte d'entrée dans le tabagisme

Effets à moyen et long terme inconnus

Augmentation des risques par rapport à la population non fumeuse et non vapoteuse

Manque de standardisation et de contrôle qualité

Libération de substances cancérigènes



Figure 31 : Avantages et inconvénients de la cigarette électronique

CONCLUSION

En 2018, les études nous permettent de dire que la cigarette électronique serait une **alternative moins dangereuse que le tabac**. En effet, bien que les e-cigarettes génèrent des produits chimiques potentiellement toxiques, ces derniers sont moins nocifs et émis à des niveaux inférieurs à ceux présents dans la fumée de cigarette combustible. Les personnes substituant complètement la cigarette conventionnelle de tabac par la cigarette électronique réduisent ainsi leur exposition aux produits chimiques nocifs et présenteraient moins de problèmes de santé à court terme. Toutefois, la meilleure alternative pour la santé générale de nos patients reste l'abstinence de toutes formes de cigarette. Aussi, l'absence de standardisation des produits et des protocoles de tests entraîne une incertitude persistante sur les effets réels de ces cigarettes électroniques au quotidien, d'autant plus que les effets à moyen et long terme concernant la toxicité et la sécurité de l'e-cigarette ne sont pas encore connus.

Au niveau de la santé orale, la cigarette électronique semble également être moins nocive que le tabac, mais présenterait des risques non négligeables lors des processus de cicatrisation des traitements chirurgicaux, parodontaux et implantaires et serait un facteur de risque de maladie parodontale, de complications péri-implantaires et pourrait potentiellement être un facteur de risque de cancer de la cavité orale bien que les études soient divergentes.

Aussi, l'efficacité de l'e-cigarette en tant que moyen efficace d'aide au sevrage tabagique n'a pas encore pu être prouvée par les autorités qui craignent une renormalisation des produits du tabac, et serait même considérée comme une potentielle porte d'entrée vers le tabagisme, notamment chez les jeunes.

Par conséquent, les cigarettes électroniques ne sont pas à recommander, cependant, le chirurgien-dentiste ne devra pas décourager son utilisation mais il se doit d'avertir ses patients sur l'incertitude quant à la sécurité à long terme de ces cigarettes électroniques et les orientera vers des aides au sevrage tabagique approuvées avec une sécurité et une efficacité établies en première intention.

De nombreuses questions restent encore en suspens, la recherche permettra de mieux définir les risques d'utilisation de ces dispositifs au sein de la population, en établissant notamment un contrôle qualité des normes, une standardisation des tests et surtout en publiant des résultats permettant d'envisager sérieusement les risques encourus à moyen et long terme.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Berlin I. Le tabagisme et la cigarette électronique en France. Presse Méd. 2016 ; 45(12, Part 1) : 1141-6
2. Dejardin G. Cigarette électronique et cavité buccale [thèse]. Reims : Université de Reims. Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie ; 2016. 79 f.
3. Etter J-F. La vérité sur la cigarette électronique. Paris : Fayard ; 2013. 167 p.
4. Nasr M, Orti V, Mertens B. Actualité de la cigarette électronique et de son impact dans l'exercice quotidien du chirurgien-dentiste. Inf Dent. 2017 ; (29) : 42-48.
5. ONCD (Ordre National des Chirurgiens-dentistes). Le praticien au cœur de la lutte contre le tabac. La lettre de l'ONCD. 2016a ; (145) : 24-25.
6. ONCD (Ordre National des Chirurgiens-dentistes). Lancement du mois sans tabac. La lettre de l'ONCD. 2016b ; (151) : 18, 43.
7. ONCD (Ordre National des Chirurgiens-dentistes). L'Ordre rejoint l'appel des 100000. La lettre de l'ONCD. 2016c ; (152) : 25.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES

8. Al-Delaimy WK, Myers MG, Leas EC, Strong DR, Hofstetter CR. E-Cigarette Use in the Past and Quitting Behavior in the Future: A Population-Based Study. *Am J Public Health*. 2015; 105(6): 1213- 9.
9. Allen JG, Flanigan SS, LeBlanc M, Vallarino J, MacNaughton P, Stewart JH, et coll. Flavoring Chemicals in E-Cigarettes: Diacetyl, 2,3-Pentanedione, and Acetoin in a Sample of 51 Products, Including Fruit-, Candy-, and Cocktail-Flavored E-Cigarettes. *Environ Health Perspect*. 2016; 124(6): 733- 9.
10. Ameli. Remboursement des substituts nicotiques : plus simple, plus accessible, plus pratique [Internet]. 2018 [consulté le 20 septembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ameli.fr/chirurgien-dentiste/actualites/remboursement-des-substituts-nicotiques-plus-simple-plus-accessible-plus-pratique>
11. Arnaout A, Khashaba H, Dobbs T, Dewi F, Pope-Jones S, Sack A, et coll. Case report: The Southwest UK Burns Network (SWUK) experience of electronic cigarette explosions and review of literature. *Burns*. 2017; 43(4): e1 - 6.
12. Baweja R, Curci KM, Yingst J, Veldheer S, Hrabovsky S, Wilson SJ, et coll. Views of experienced electronic cigarette users. *Addict Res Theory*. 2016; 24(1): 80- 8.
13. Brooks JK, Kleinman JW, Brooks JB, Reynolds MA. Electronic cigarette explosion associated with extensive intraoral injuries. *Dent Traumatol*. 2017; 33(2): 149-152.
14. Callahan-Lyon P. Electronic cigarettes: human health effects. *Tob Control*. 2014; 23(suppl 2): ii36- 40.
15. Cant A, Collard B, Cunliffe D. Electronic cigarettes: necrotic ulcer. *Br Dent J*. 2017; 222(4): 226- 226.
16. Caponnetto P, Campagna D, Cibella F, Morjaria JB, Caruso M, Russo C, et coll. Efficiency and Safety of an eElectronic cigarette (ECLAT) as tobacco cigarettes substitute: a prospective 12-month randomized control design study. *PLoS One*. 2013; 8(6): e66317.
17. Cho JH. The association between electronic-cigarette use and self-reported oral symptoms including cracked or broken teeth and tongue and/or inside-cheek pain among adolescents: A cross-sectional study. *PLoS ONE*. 2017; 12(7): e0180506.
18. Cohen F. Santé buccodentaire des usagers de substances psychoactives. *Presse Méd*. 2016 ; 45(12, Part 1) : 1178- 86.

19. Cope G. Electronic cigarettes: a safe alternative? *Dent Nurs*. 2013; 9(8): 442.
20. Damle SG. Tobacco (Electronic cigarette): an evil in many faces. *Contemp Clin Dent*. 2015; 6(2): 145- 7.
21. Dautzenberg B, OFT (Office français de prévention du tabagisme). Rapport et avis d'experts sur l'e-cigarette [Internet]. 2013 [consulté le 28 octobre 2017]. Disponible sur : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/134000328/>
22. Dawkins LE, Kimber CF, Doig M, Feyerabend C, Corcoran O. Self-titration by experienced e-cigarette users: blood nicotine delivery and subjective effects. *Psychopharmacology (Berl)*. 2016; 233(15- 16): 2933- 41.
23. Droit-Finances. Cigarette électronique et lieux public : les règles [Internet]. 2019 [consulté le 4 janvier 2019]. Disponible sur : <http://droit-finances.commentcamarche.net/faq/24609-cigarette-electronique-et-lieu-public-les-regles>
24. DeVito EE, Krishnan-Sarin S. E-cigarettes: Impact of E-Liquid Components and Device Characteristics on Nicotine Exposure. *Curr Neuropharmacol*. 2017; 16(4): 438-59.
25. DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes). Cigarettes électroniques : réglementation et conseils [Internet]. 2018 [consulté le 24 octobre 2018]. Disponible sur : <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/cigarettes-electroniques>
26. Etter J-F. Electronic cigarettes and cannabis: An exploratory study. *Eur Addict Res*. 2015; 21(3): 124- 30.
27. Etter J-F. Characteristics of users and usage of different types of electronic cigarettes: findings from an online survey. *Addiction*. 2016; 111(4): 724.
28. Etter J-F, Bugey A. E-cigarette liquids: Constancy of content across batches and accuracy of labeling. *Addict Behav*. 2017; 73(Supplement C): 137- 43.
29. Farsalinos KE, Polosa R. Safety evaluation and risk assessment of electronic cigarettes as tobacco cigarette substitutes: a systematic review. *Ther Adv Drug Saf*. 2014; 5(2): 67- 86.
30. Farsalinos KE, Romagna G, Alliffranchini E, Ripamonti E, Bocchietto E, Todeschi S, et coll. Comparison of the cytotoxic potential of cigarette smoke and electronic cigarette vapour extract on cultured myocardial cells. *Int J Environ Res Public Health*. 2013; 10(10): 5146- 62.

31. Farsalinos KE, Romagna G, Tsiapras D, Kyrzopoulos S, Voudris V. Characteristics, perceived side effects and benefits of electronic cigarette use: a worldwide survey of more than 19,000 consumers. *Int J Environ Res Public Health*. 2014a; 11(4): 4356-73.
32. Farsalinos KE, Romagna G, Tsiapras D, Kyrzopoulos S, Voudris V. Characteristics, Perceived Side Effects and Benefits of Electronic Cigarette Use: A Worldwide Survey of More than 19,000 Consumers. *Int J Environ Res Public Health*. 2014b; 11(4): 4356-73.
33. Farsalinos KE, Spyrou A, Tsimopoulou K, Stefopoulos C, Romagna G, Voudris V. Nicotine absorption from electronic cigarette use: comparison between first and new-generation devices. *Sci Rep*. 2014c; 4(4133): 1-7.
34. Flouris AD, Poulianiti KP, Chorti MS, Jamurtas AZ, Kouretas D, Owolabi EO, et coll. Acute effects of electronic and tobacco cigarette smoking on complete blood count. *Food Chem Toxicol*. 2012; 50(10): 3600-3.
35. Franco T, Trapasso S, Puzzo L, Allegra E. Electronic Cigarette: Role in the Primary Prevention of Oral Cavity Cancer. *Clin Med Insights Ear Nose Throat*. 2016; (9): 7-12.
36. Ganapathy V, Manyanga J, Brame L, McGuire D, Sadhasivam B, Floyd E, et coll. Electronic cigarette aerosols suppress cellular antioxidant defenses and induce significant oxidative DNA damage. *PLoS ONE*. 2017; 12(5): e0177780.
37. Global tobacco control. E-cigarette policy scan [Internet]. [consulté le 27 janvier 2018] Disponible sur: <https://www.globaltobaccocontrol.org/e-cigarette/policy-domains>
38. Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M, Kosmider L, Sobczak A, Kurek J, et coll. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tob Control*. 2014; 23(2): 133-9.
39. Goniewicz ML, Kuma T, Gawron M, Knysak J, Kosmider L. Nicotine Levels in Electronic Cigarettes. *Nicotine Tob Res*. 2013; 15(1): 158-66.
40. Gualano MR, Passi S, Bert F, Torre GL, Scaioli G, Siliquini R. Electronic cigarettes: assessing the efficacy and the adverse effects through a systematic review of published studies. *J Public Health*. 2015; 37(3): 488-97.
41. Harrison R, Hicklin D. Electronic cigarette explosions involving the oral cavity. *J Am Dent Assoc* 1939. 2016; 147(11): 891-6.
42. HCSP (Haut Conseil de Santé Public). Bénéfices-risques de la cigarette électronique pour la population générale [Internet]. 2016 [consulté le 17 octobre 2017]. Disponible sur : <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=541>

43. Hua M, Alfi M, Talbot P. Health-Related Effects Reported by Electronic Cigarette Users in Online Forums. *J Med Internet Res* [Internet]. 2013 [consulté le 17 septembre 2016]; 15(4): e59. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3636314/>
44. Huang R, Li M, Gregory RL. Effect of nicotine on growth and metabolism of *Streptococcus mutans*. *Eur J Oral Sci*. 2012; 120(4): 319- 25.
45. Hwang JH, Lyes M, Sladewski K, Enany S, McEachern E, Mathew DP, et coll. Electronic cigarette inhalation alters innate immunity and airway cytokines while increasing the virulence of colonizing bacteria. *J Mol Med*. 2016; 94(6): 667- 79.
46. Inkielewicz-Stępnia I, Kusiak A, Wojtaszek-Słomińska A, Niska K, Szkarłat B. The impact of electronic cigarette liquids on human gingival cell viability - a preliminary in vitro study. *Wpływ Elektron Pap Na Żywotność Ludzkich Fi Broblastów Dziąseł - Wstępne Badania Vitro*. 2016; 44(1): 17.
47. INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé). Premiers résultats tabac et e-cigarette, caractéristiques et évolutions récentes, Résultats du baromètre santé Inpes 2014 [Internet]. 2015 [consulté le 25 novembre 2017]. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>
48. Javed F, Abduljabbar T, Vohra F, Malmstrom H, Rahman I, Romanos GE. Comparison of Periodontal Parameters and Self-Perceived Oral Symptoms Among Cigarette Smokers, Individuals Vaping Electronic Cigarettes, and Never-Smokers. *J Periodontol*. 2017a; 88(10): 1059- 65.
49. Javed F, Kellesarian S, Sundar I, Romanos G, Rahman I. Recent updates on electronic cigarette aerosol and inhaled nicotine effects on periodontal and pulmonary tissues. *Oral Dis*. 2017b; 23(8): 1052- 7.
50. Ji EH, Sun B, Zhao T, Shu S, Chang CH, Messadi D, et coll. Characterization of Electronic Cigarette Aerosol and Its Induction of Oxidative Stress Response in Oral Keratinocytes. *Plos One*. 2016; 11(5): e0154447- e0154447.
51. Kenfield SA, Stampfer MJ, Rosner BA, Colditz GA. Smoking and smoking cessation in relation to mortality in women. *JAMA*. 2008; 299(17): 2037- 4
52. Khlystov A, Samburova V. Flavoring Compounds Dominate Toxic Aldehyde Production during E-Cigarette Vaping. *Environ Sci Technol*. 2016; 50(23): 13080- 5.
53. King AC, Smith LJ, Fridberg DJ, Matthews AK, McNamara PJ, Cao D. Exposure to electronic nicotine delivery systems (ENDS) visual imagery increases smoking urge and desire. *Psychol Addict Behav J Soc Psychol Addict Behav*. 2016; 30(1): 106- 12.

54. Konstantinou E, Fotopoulou F, Drosos A, Dimakopoulou N, Zagoriti Z, Niarchos A, et coll. Tobacco-specific nitrosamines: A literature review. *Food Chem Toxicol.* 2018; 118: 198- 203.
55. Kosmider L, Sobczak A, Fik M, Knysak J, Zaciera M, Kurek J, et coll. Carbonyl compounds in electronic cigarette vapors: effects of nicotine solvent and battery output voltage. *Nicotine Tob Res.* 2014; 16(10): 1319- 26.
56. Kumetz EA, Hurst ND, Cudnik RJ, Rudinsky SL. Electronic cigarette explosion injuries. *Am J Emerg Med.* 2016; 34(11): 2252.e1-2252.e3.
57. Lee H-W, Park S-H, Weng M-W, Wang H-T, Huang WC, Lepor H, et coll. E-cigarette smoke damages DNA and reduces repair activity in mouse lung, heart, and bladder as well as in human lung and bladder cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018; 115(7): E1560- 9.
58. Lee J, Taneja V, Vassallo R. Cigarette Smoking and Inflammation: Cellular and Molecular Mechanisms. *J Dent Res.* 2012; 91(2): 142- 9.
59. Lerner CA, Sundar IK, Yao H, Gerloff J, Ossip DJ, McIntosh S, et coll. Vapors Produced by Electronic Cigarettes and E-Juices with Flavorings Induce Toxicity, Oxidative Stress, and Inflammatory Response in Lung Epithelial Cells and in Mouse Lung. *Plos One.* 2015; 10(2): e0116732.
60. Liu X, Lu W, Liao S, Deng Z, Zhang Z, Liu Y, et coll. Efficiency and adverse events of electronic cigarettes. *Medicine (Baltimore) [Internet].* 2018 [consulté le 2 octobre 2018]; 97(19): e0324. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5959444/>
61. Lucchiari C, Masiero M, Veronesi G, Maisonneuve P, Spina S, Jemos C, et coll. Benefits of E-Cigarettes Among Heavy Smokers Undergoing a Lung Cancer Screening Program: Randomized Controlled Trial Protocol. *JMIR Res Protoc.* 2016; 5(1): e21.
62. Lydall ES, Eadon B, Woerden HC van. Electronic cigarettes: Should health professionals oppose use by their patients? *Edorium™ J Public Health.* 2014; 1: 1- 6.
63. Manuela R, Mario M, Vincenzo R, Filippo R. Nicotine stimulation increases proliferation and matrix metalloproteinases-2 and -28 expression in human dental pulp cells. *Life Sci.* 2015; 135(Supplement C): 49- 54.
64. Manzoli L, Flacco ME, Fiore M, La Vecchia C, Marzuillo C, Gualano MR, et coll. Electronic Cigarettes Efficacy and Safety at 12 Months: Cohort Study. *PLoS ONE.* 2015; 10(6): 1.

65. Manzoli L, La Vecchia C, Flacco ME, Capasso L, Simonetti V, Boccia S, et coll. Multicentric cohort study on the long-term efficacy and safety of electronic cigarettes: study design and methodology. *BMC Public Health*. 2013; 13: 883.
66. Marini S, Buonanno G, Stabile L, Ficco G. Short-term effects of electronic and tobacco cigarettes on exhaled nitric oxide. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2014; 278(1): 9- 15.
67. McAuley TR, Hopke PK, Zhao J, Babaian S. Comparison of the effects of e-cigarette vapor and cigarette smoke on indoor air quality. *Inhal Toxicol*. 2012; 24(12): 850- 7.
68. Mehta V, Pemberton MN. Electronic Cigarettes: A Friend or Foe in Tobacco Control? *Prim Dent J*. 2014; 3(3): 70- 3.
69. Miech R, Patrick ME, O'Malley PM, Johnston LD. What are kids vaping? Results from a national survey of US adolescents. *Tob Control*. 2017; 26(4): 386- 91.
70. Napierała M, Kulza M, Wachowiak A, Jabłeczka K, Florek E. [Electronic cigarettes - effects on health. Previous reports]. *Przegl Lek*. 2014; 71(11): 644.
71. Ogunwale MA, Li M, Ramakrishnam Raju MV, Chen Y, Nantz MH, Conklin DJ, et coll. Aldehyde Detection in Electronic Cigarette Aerosols. *ACS Omega*. 2017; 2(3): 1207- 14.
72. Orr KK, Asal NJ. Efficacy of electronic cigarettes for smoking cessation. *Ann Pharmacother*. 2014; 48(11): 1502- 6.
73. Polosa R, Morjaria JB, Caponnetto P, Campagna D, Russo C, Alamo A, et coll. Effectiveness and tolerability of electronic cigarette in real-life: a 24-month prospective observational study. *Intern Emerg Med*. 2013a; 9(5): 537- 46.
74. Polosa R, Rodu B, Caponnetto P, Maglia M, Raciti C. A fresh look at tobacco harm reduction: the case for the electronic cigarette. *Harm Reduct J*. 2013b; 10:19.
75. Ramôa CP, Eissenberg T, Sahingur SE. Increasing popularity of waterpipe tobacco smoking and electronic cigarette use: Implications for oral healthcare. *J Periodontal Res*. 2017; 52(5): 813.
76. Rigotti NA. Balancing the Benefits and Harms of Electronic Cigarettes: A National Academies of Science, Engineering, and Medicine Report. *Ann Intern Med*. 2018; 168(9): 666-7.
77. Rogér JM, Abayon M, Elad S, Kolokythas A. Oral Trauma and Tooth Avulsion Following Explosion of E-Cigarette. *J Oral Maxillofac Surg*. 2016; 74(6): 1181- 5.

78. Roig E, Cigarette électronique au travail : la réglementation [Internet]. 2019 [consulté le 4 janvier 2019]. Disponible sur : <https://droit-finances.commentcamarche.com/faq/24610-cigarette-electronique-au-travail-la-reglementation#q=interdiction+cigarette+electronique&cur=2&url=%2F>
79. Rouabhia M, Alanazi H, Park HJ, Gonçalves RB. Cigarette Smoke and E-Cigarette Vapor Dysregulate Osteoblast Interaction with Titanium Dental Implant Surface. *J Oral Implantol*. 2018; [DOI 10.1563/aaid-joi-D-18-00009].
80. Rouabhia M, Park HJ, Semlali A, Zakrzewski A, Chmielewski W, Chakir J. E-Cigarette Vapor Induces an Apoptotic Response in Human Gingival Epithelial Cells Through the Caspase-3 Pathway. *J Cell Physiol*. 2017; 232(6): 1539- 47.
81. Sancilio S, Gallorini M, Cataldi A, di Giacomo V. Cytotoxicity and apoptosis induction by e-cigarette fluids in human gingival fibroblasts. *Clin Oral Investig*. 2016; 20(3): 477- 83.
82. Sancilio S, Gallorini M, Cataldi A, Sancilio L, Rana RA, di Giacomo V. Modifications in Human Oral Fibroblast Ultrastructure, Collagen Production, and Lysosomal Compartment in Response to Electronic Cigarette Fluids. *J Periodontol*. 2017; 88(7): 673- 80.
83. Sherry JS, Blackstad NM, Wheatley KS. E Cigarettes, Vaping and Chairside Education. *RDH*. 2017; 37(1): 45- 52.
84. Singh T, Arrazola RA, Corey CG, Husten CG, Neff LJ, Homa DM, et coll. Tobacco Use Among Middle and High School Students--United States, 2011-2015. *Morb Mortal Wkly Rep*. 2016; 65(14): 361- 7.
85. Sleiman M, Logue JM, Montesinos VN, Russell ML, Litter MI, Gundel LA, et coll. Emissions from Electronic Cigarettes: Key Parameters Affecting the Release of Harmful Chemicals. *Environ Sci Technol*. 2016; 50(17): 9644- 51.
86. St.Helen G, Havel C, Dempsey DA, Jacob P, Benowitz NL. Nicotine delivery, retention and pharmacokinetics from various electronic cigarettes. *Addiction*. 2016; 111(3): 535- 44.
87. Sundar IK, Javed F, Romanos GE, Rahman I. E-cigarettes and flavorings induce inflammatory and pro-senescence responses in oral epithelial cells and periodontal fibroblasts. *Oncotarget*. 2016; 7(47): 77196- 204.
88. Sussan TE, Gajghate S, Thimmulappa RK, Ma J, Kim J-H, Sudini K, et coll. Exposure to electronic cigarettes impairs pulmonary anti-bacterial and anti-viral defenses in a mouse model. *PloS One*. 2015; 10(2): e0116861.

90. Talih S, Balhas Z, Eissenberg T, Salman R, Karaoghlanian N, El Hellani A, et coll. Effects of user puff topography, device voltage, and liquid nicotine concentration on electronic cigarette nicotine yield: measurements and model predictions. *Nicotine Tob Res.* 2015; 17(2): 150- 7.
91. Tomar SL, Fox CH, Connolly GN. Electronic cigarettes. *J Am Dent Assoc.* 2015; 146(9): 651- 3.
92. Van Heel M, Van Gucht D, Vanbrabant K, Baeyens F. The Importance of Conditioned Stimuli in Cigarette and E-Cigarette Craving Reduction by E-Cigarettes. *Int J Environ Res Public Health.* 2017; 14(2): 193.
93. Varlet V, Farsalinos K, Augsburger M, Thomas A, Etter J-F. Toxicity Assessment of Refill Liquids for Electronic Cigarettes. *Int J Environ Res Public Health.* 2015; 12(5): 4796- 815.
94. Vasseur M, Gomez C. Cigarette électronique et grossesse : une étude quantitative menée auprès de 369 patientes. Quel est le comportement des femmes enceintes vis-à-vis de la cigarette électronique ? *Rev Sage-Femme.* 2016; 15(2): 59- 68.
95. Wadia R, Booth V, Yap HF, Moyes DL. A pilot study of the gingival response when smokers switch from smoking to vaping. *Br Dent J.* 2016; 221(11): 722- 6.
96. Willershausen I, Wolf T, Weyer V, Sader R, Ghanaati S, Willershausen B. Influence of E-smoking liquids on human periodontal ligament fibroblasts. *Head Face Med.* 2014; 10: 39.
97. Worsley DJ, Jones K, Marshman Z. Patients are asking about e-cigarettes. What do we tell them? *Br Dent J.* 2014; 217(2): 91 - 5.
98. Wu Q, Jiang D, Minor M, Chu HW. Electronic cigarette liquid increases inflammation and virus infection in primary human airway epithelial cells. *PLoS One.* 2014; 9(9): e108342.
99. Yan XS, D’Ruiz C. Effects of using electronic cigarettes on nicotine delivery and cardiovascular function in comparison with regular cigarettes. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2015; 71(1): 24- 34.
100. Yanagita M, Kashiwagi Y, Kobayashi R, Tomoeda M, Shimabukuro Y, Murakami S. Nicotine Inhibits Mineralization of Human Dental Pulp Cells. *J Endod.* 2008; 34(9): 1061 - 5.
101. Yu V, Rahimy M, Korrapati A, Xuan Y, Zou AE, Krishnan AR, et coll. Electronic cigarettes induce DNA strand breaks and cell death independently of nicotine in cell lines. *Oral Oncol.* 2016; 52: 58- 65.

102. Zdrojewicz Z, Pypno D, Bugaj B, Burzyńska A. Elektroniczne papierosy: wpływ na zdrowie, nikotynowa terapia zastępcza, regulacje prawne. (Polish). Electron Cigar Health Impact Nicotine Replace Ther Regul Engl. 2017; 13(1): 63.

RÉFÉRENCES DES FIGURES

Figure 1 :

Robinson. Electric vaporizer [internet]. 1930 [Consulté le 24 juin 2018]. [Image]. Disponible sur : <https://patentimages.storage.googleapis.com/cf/3d/d4/a46751164d1ee0/US1775947.pdf>

Figure 2 :

Dautzenberg B, OFT (Office français de prévention du tabagisme). Rapport et avis d'experts sur l'e-cigarette [Internet]. 2013 [consulté le 28 octobre 2017]. [Image] Le premier brevet de ce qui ressemble à l'e-cigarette actuelle a été pris par Herbert A. Gilbert le 17 août 1965, il n'a jamais été exploité. Disponible sur : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/134000328/>

Figure 3 :

Brice Pedroletti, Le Monde. Hon Lik, le père inconnu des vapoteurs [Internet]. 2013 [consulté le 15 mai 2018]. [Image] Il y a 10 ans, Hon Lik inventait le prototype de l'e-cigarette, Gilles Sabrie. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/sante/article/2013/10/18/le-pere-inconnu-des-vapoteurs_3497604_1651302.html

Figure 4 :

INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé). Premiers résultats tabac et e-cigarette, caractéristiques et évolutions récentes, Résultats du baromètre santé Inpes 2014 [en ligne]. 2014 [cité le 25 novembre 2017]. [Image] Proportion d'expérimentateurs selon l'âge. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>

Figure 5 :

INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé). Premiers résultats tabac et e-cigarette, caractéristiques et évolutions récentes, Résultats du baromètre santé Inpes 2014 [en ligne]. 2014 [cité le 25 novembre 2017]. [Image] Proportion d'utilisateurs selon l'âge. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>

Figure 6 :

INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé). Premiers résultats tabac et e-cigarette, caractéristiques et évolutions récentes, Résultats du baromètre santé Inpes 2014 [en ligne]. 2014 [cité le 25 novembre 2017]. [Image] Statut tabagique des vapoteurs en France. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>

Figure 7 :

INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé). Premiers résultats tabac et e-cigarette, caractéristiques et évolutions récentes, Résultats du baromètre santé Inpes 2014 [en ligne]. 2014 [cité le 25 novembre 2017]. [Image] Motifs du vapotage parmi les fumeurs et ex-fumeurs. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>

Figure 8 :

Dautzenberg B, OFT (Office français de prévention du tabagisme). Rapport et avis d'experts sur l'e-cigarette [Internet]. 2013 [consulté le 28 octobre 2017]. [Image] Anatomie d'une e-cigarette. Disponible sur : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/134000328/>

Figure 9 :

Dautzenberg B, OFT (Office français de prévention du tabagisme). Rapport et avis d'experts sur l'e-cigarette [Internet]. 2013 [consulté le 28 octobre 2017]. [Image] Principe de fonctionnement d'une e-cigarette. Disponible sur : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/134000328/>

Figure 10 :

Nasr M, Orti V, Mertens B. Actualité de la cigarette électronique et de son impact dans l'exercice quotidien du chirurgien-dentiste. [Image] Modèle le plus répandue de cigarette électronique. ID. 2017 ; vol 29 : p 44-48.

Figure 11 :

Farsalinos KE, Polosa R. Safety evaluation and risk assessment of electronic cigarettes as tobacco cigarette substitutes: a systematic review. Ther Adv Drug Saf. avr 2014;5(2):67-86.

Figure 12 :

Vapoclope. Choisir son e-liquide [Internet]. [Consulté le 9 octobre 2018]. [Image] Composition d'un e-liquide. Disponible sur : <https://www.vapoclope.fr/content/17-les-e-liquides-pour-cigarettes-electroniques>

Figure 13 :

Danyvape. Tout sur l'e-liquide [Internet]. [Consulté le 9 octobre 2018]. Disponible sur <https://danyvape.com/sur-le-e-liquide>

Figure 14 :

INRS. Nicotine, fiche toxicologique [Internet]. [Consulté le 3 juin 2018]. [Image] Formule chimique. Disponible sur : http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_312

Figure 15 :

Le goût de la vape. [Internet]. [Consulté le 8 octobre 2018]. Disponible sur : https://legoutdelavap.com/survival/708-z-virus-arome-concentre-survival-30ml-e-liquide-diy-le-gout-de-la-vap.html?s_day=1&s_month=01&s_year=1999&enter=entrer

Figure 16 :

Dautzenberg B, OFT (Office français de prévention du tabagisme). Rapport et avis d'experts sur l'e-cigarette [Internet]. 2013 [consulté le 28 octobre 2017]. Disponible sur : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/134000328/>

Figure 17 :

DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes). Cigarettes électroniques : réglementation et conseils [en ligne]. [Consulté le 24 octobre 2017]. Disponible sur :

<https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/cigarettes-electroniques>

Figure 18 :

DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes). Cigarettes électroniques : réglementation et conseils [en ligne]. [Consulté le 24 octobre 2017]. Disponible sur :

<https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/cigarettes-electroniques>

Figure 19 :

Direct Signalétique. Panneau de sécurité. [Internet]. [Consulté le 11 octobre 2018]. [Image] Panneau interdiction de vapoter et de fumer conforme à la loi n°2016-41 et au décret n°2006-1386. Disponible sur <https://www.direct-signaletique.com/A-49157-panneau-interdiction-de-vapoter-et-de-fumer-conforme-a-la-loi-n-2016-41-et-au-decret-n-2006-1386.aspx>

Figure 20 :

Arnaout A, Khashaba H, Dobbs T, Dewi F, Pope-Jones S, Sack A, et al. Case report: The Southwest UK Burns Network (SWUK) experience of electronic cigarette explosions and review of literature. *Burns*. 1 juin 2017; 43:e1-6.

Figure 21 :

Rogér JM, Abayon M, Elad S, Kolokythas A. Oral Trauma and Tooth Avulsion Following Explosion of E-Cigarette. *J Oral Maxillofac Surg*. 1 juin 2016;74(6):1181-5.

Figure 22 :

Rogér JM, Abayon M, Elad S, Kolokythas A. Oral Trauma and Tooth Avulsion Following Explosion of E-Cigarette. *J Oral Maxillofac Surg*. 1 juin 2016;74(6):1181-5.

Figure 23 :

Nasr M, Orti V, Mertens B. Actualité de la cigarette électronique et de son impact dans l'exercice quotidien du chirurgien-dentiste. [Image] Action de la nicotine sur les tissus parodontaux. ID. 2017 ; vol 29 : p 42-48.

Figure 24 :

Nasr M, Orti V, Mertens B. Actualité de la cigarette électronique et de son impact dans l'exercice quotidien du chirurgien-dentiste. [Image] Tableau 1 : Action de la nicotine sur les tissus parodontaux. ID. 2017 ; vol 29 : p 44-48.

Figure 25 :

Ligue contre le cancer. Tabac et cancer. [Internet]. [Consulté le 10 octobre 2018]. [Image] Autopsie d'un meurtrier. Disponible sur https://www.ligue-cancer.net/article/25940_tabac-et-cancer

Figure 26 :

Farsalinos KE, Spyrou A, Tsimopoulou K, Stefopoulos C, Romagna G, Voudris V. Nicotine absorption from electronic cigarette use: comparison between first and new-generation devices. Sci Rep. 26 févr 2014c;4:srep04133.

Figure 27 :

Humour de mecs. Voilà que les premières maladies causées par la cigarette électronique font leur apparition. [Internet]. [Consulté le 9 octobre 2018]. Disponible sur : <https://www.humourdemecs.com/voila-premieres-maladies-causees-cigarette-electronique-apparition>

Figure 28 :

Berlin I. Le tabagisme et la cigarette électronique en France. Presse Médicale. 1 déc 2016;45(12, Part 1):1141-6.

Figure 29 :

France Bleu. Tabac. [Internet]. [Consulté le 20 mai 2018]. [Image] Des patchs anti-tabac remboursés par la sécurité sociale à partir de ce dimanche. Disponible sur : <https://www.francebleu.fr/theme/tabac?p=5>

Figure 30 :

INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé). Premiers résultats tabac et e-cigarette, caractéristiques et évolutions récentes, Résultats du baromètre santé Inpes 2014 [en ligne]. 2014 [cité le 25 novembre 2017]. [Image]

Envie d'arrêter le tabac. Disponible sur :

<http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	8
TABLE DES FIGURES	9
TABLE DES TABLEAUX	11
INTRODUCTION	12
1. Présentation de la cigarette électronique	13
1.1. Historique	13
1.1.1. Définition.....	13
1.1.2. Naissance de la cigarette électronique.....	13
1.2. La cigarette électronique, pour qui ?	18
1.2.1. Usage en fonction des pays	19
1.2.2. L'utilisation de la cigarette électronique en France	19
1.2.3. L'utilisation de la cigarette électronique en fonction de la population	21
1.2.4. Statut tabagique des vapoteurs.....	25
1.2.5. Motif d'utilisation de la cigarette électronique	25
1.3. Structure et fonctionnement	27
1.3.1. Anatomie	27
1.3.2. Les différents modèles.....	29
1.4. Composition des e-liquides	32
1.4.1. Le propylène glycol	34
1.4.2. Le glycérol.....	34
1.4.3. La nicotine.....	35
1.4.4. Les arômes.....	36
1.4.5. Les autres composants.....	38
1.5. Législation	40
1.5.1. Française.....	40
1.5.2. Européenne	47
1.5.3. Mondiale.....	47

2. LES EFFETS DE LA CIGARETTE ÉLECTRONIQUE	51
2.1. Santé générale.....	51
2.1.1. Risques liés aux substances nocives de l'e-cigarette.....	52
2.1.2. Risques liés à l'usage de la cigarette électronique.....	55
2.1.3. Risque pulmonaire.....	58
2.1.4. Risque cardiaque.....	60
2.1.5. Risque cancérigène et immunitaire.....	61
2.1.6. Autres risques.....	63
2.2. Cavité buccale.....	66
2.2.1. Effets au niveau dentaire.....	66
2.2.2. Effets au niveau du parodonte.....	68
2.2.3. Effets au niveau cutané et muqueux.....	75
2.3. Comparaison avec le tabac classique.....	78
2.3.1. Santé générale.....	78
2.3.2. Cavité buccale.....	88
2.3.3. Tabac passif et vapotage passif.....	93
2.3.4. Autres différences entre le tabac et la cigarette électronique.....	96
3. RÔLE DES PROFESSIONNELS DE SANTÉ	98
3.1. Place de la cigarette électronique dans le sevrage tabagique.....	98
3.1.1. Les différentes méthodes de sevrage tabagique.....	99
3.1.2. Le recours à la cigarette électronique.....	100
3.1.3. La cigarette électronique, un désir de fumer augmenté ?.....	103
3.1.4. La cigarette électronique comparée aux autres méthodes de sevrage..	104
3.1.5. Conclusions des scientifiques et grandes institutions.....	105
3.2. Impact de la cigarette électronique dans notre prise en charge thérapeutique au sein du cabinet dentaire.....	107
CONCLUSION	111
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	113
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES	114
RÉFÉRENCES DES FIGURES	123

THOURET Lucie – L'impact de la cigarette électronique dans la cavité orale

Nancy 2019 : 146 pages. 31 figures. 5 tableaux

Th. : Chir.- Dent. : Nancy 2019

Mots-clefs :

- cigarette électronique
- cavité orale
- vapotage
- tabac
- nicotine

Résumé :

Depuis quelques années, la cigarette électronique a fait immersion dans le marché mondial du tabac séduisant de nombreuses personnes dont une majorité de fumeurs ou d'anciens fumeurs désirant réduire ou stopper leur consommation tabagique.

Les études se multiplient afin de connaître les effets du vapotage sur la santé, cependant, l'impact de la cigarette électronique dans la cavité orale est encore peu documenté et méconnu des chirurgiens-dentistes.

Dans un premier temps, nous présenterons la cigarette électronique, ses utilisateurs, son mode de fonctionnement, les e-liquides utilisés et la réglementation mise en place en France, en Europe et dans le monde.

Dans un second temps, nous décrirons les effets de la cigarette électronique sur la santé générale et plus particulièrement sur la cavité orale, et comparerons ces effets à ceux du tabac.

Enfin, nous résumerons les informations utiles pour les chirurgiens-dentistes concernant l'impact du vapotage et répondrons aux questions que soulève cette pratique.

Membres du jury :

Pr. J.M. MARTRETTE	Professeur des Universités	Président
<u>Dr. J. SCHOUVER</u>	<u>Maître de Conférences des Universités</u>	<u>Directeur</u>
<u>Dr D. JOSEPH</u>	<u>Maître de Conférences des Universités</u>	<u>Co-directeur</u>
Dr A. DALSTEIN	Docteur en Chirurgie Dentaire	Juge

Adresse de l'auteur :

Lucie THOURET
3B rue des Chenevières
25750 ARCEY

Jury : Président : J.M. MARTRETTE – Professeur des Universités
Juges : J. SCHOUVER – Maître de Conférences des Universités
D. JOSEPH – Maître de Conférences des Universités
A. DALSTEIN – Praticien Hospitalier

Thèse pour obtenir le diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire

Présentée par : Madame THOURET Lucie, Annette, Gisèle

né(e) à : Montbéliard (Doubs)

le 04 juin 1993

et ayant pour titre : « L'impact de la cigarette électronique dans la cavité orale ».

Le président du jury



J.M. MARTRETTE

Le doyen,
de la faculté d'odontologie



J.M. MARTRETTE

FACULTÉ
D'ODONTOLOGIE
DE LORRAINE

Autorise à soutenir et imprimer la thèse 10596 .

NANCY, le 15 JAN. 2018

Le président de l'université de Lorraine



P. MUTZENHARDT