

Faut-il dissuader les adolescents d'utiliser les cigarettes électroniques ?

RÉSUMÉ : Les cigarettes électroniques ne sont pas des cigarettes. Il s'agit de systèmes de délivrance de nicotine, sous forme de vapeur. Pour un fumeur de tabac, le passage à la cigarette électronique permet, s'il est exclusif et définitif, une réduction importante des risques liés au tabagisme. Il n'en est pas de même pour l'enfant. La nicotine, qui passe parfaitement la barrière placentaire, a une toxicité pulmonaire importante pour le fœtus. Ce d'autant que les modifications de l'ADN, induites par la nicotine, sont probablement transmises pendant deux à trois générations. Le vapotage passif existe. La nicotine vaporisée est probablement autant inhalée qu'avec le tabac, et cette nicotine se dépose sur les surfaces et les vêtements. Il est donc nécessaire que les lois sur le tabagisme passif s'appliquent au vapotage passif en incluant tous les lieux recevant des enfants (et les femmes enceintes) : écoles, salles de sport, aires de jeu... Chez l'adolescent, il est impossible de savoir si les cigarettes électroniques sont une passerelle pour le tabagisme et les drogues illicites, mais c'est clairement une possibilité.

Notre société doit se préoccuper de l'effet des cigarettes électroniques sur le cerveau, en particulier des jeunes, et de la possibilité d'encourager de nouvelles générations de personnes dépendantes à la nicotine.



→ L. RÉFABERT
Pneumo-pédiatre tabacologue,
PARIS.

La forte progression des ventes de cigarettes électroniques pose de nombreuses questions qui concernent toute la population, mais nécessitent des réponses d'autant plus urgentes qu'elles concernent les adolescents. Quelle est l'influence de la cigarette électronique sur le tabagisme : l'encourage-t-elle ou contribue-t-elle à le diminuer ? Doit-elle être réglementée comme un simple produit de consommation, comme un produit dérivé du tabac, comme un médicament ?

Certains pays opteront sans doute pour la même approche que celle de l'Union européenne, qui considère la cigarette électronique comme un produit du tabac, tandis que d'autres prendront l'option de la considérer comme un médicament de sevrage tabagique. Pour répondre à ces questions, il faut tout d'abord rappeler ce qu'est la ciga-

rette électronique et préciser les produits qu'elle contient, pour comprendre pourquoi l'entrée de l'industrie du tabac sur le marché de l'e-cigarette a suscité l'inquiétude de nombreux acteurs de santé. La cigarette électronique permet à ces puissantes industries de se positionner sur le marché du médicament et de contourner les restrictions qui lui sont imposées pour la lutte antitabac. Mais d'autres experts médicaux ont appelé l'OMS à s'abstenir de contrôler ou interdire la cigarette électronique.

Qu'est-ce qu'une cigarette électronique ?

Les cigarettes électroniques ne sont pas des cigarettes. Ce sont les consommateurs eux-mêmes qui ont créé ce terme. Il s'agit de systèmes de délivrance de nicotine, mais qui ne contiennent pas de tabac.

Schématiquement, une cigarette électronique comporte trois parties : une batterie (type batterie de téléphone portable), un atomiseur et une cartouche d'e-liquide. Sous l'effet de l'inspiration, une valve déclenche le processus. La pile allume la diode et chauffe instantanément le filament de l'atomiseur. La température du filament monte à 50-250 °C et transforme en gaz l'e-liquide absorbé sur les fils de textile. La diode s'allume quelques secondes sous l'impulsion reçue de la pile. Le gaz formé par l'atomiseur se refroidit et forme de très fines gouttelettes, qui constituent le brouillard simulant la fumée de cigarette. Ce brouillard est inhalé par le consommateur.

La nicotine est donc délivrée sous forme de vapeur mais sans fumée, c'est-à-dire sans combustion. Ainsi, ce produit se rapproche davantage des substituts nicotiques (patch, inhalateur, pastille, gomme, spray) que des cigarettes. La nicotine est une drogue addictive qui peut être toxique à très faible dose. Mais, d'une part, certaines cigarettes électroniques ne contiennent pas de nicotine et, d'autre part, la toxicité de la fumée de tabac est due à d'autres composants qui sont très nombreux et beaucoup plus toxiques que la seule vapeur de nicotine.

Que contient l'e-liquide des cigarettes électroniques ?

Le liquide des cigarettes électroniques est constitué de 75 % d'un mélange de propylène glycol et de glycérol, 4 % d'eau, 2 % de nicotine, 2 % d'arômes et parfois d'alcool.

1. Le propylène glycol

Au lancement des cigarettes électroniques, une des principales sources d'inquiétude concernait le propylène glycol. C'est pourtant un produit connu

de longue date et utilisé comme antigel dans l'agro-alimentaire. Mais associer antigel et propylène glycol – sans explication – est trompeur. En effet, le public a dans l'esprit que l'antigel est très dangereux, car le seul qu'il manipule est celui utilisé comme liquide de refroidissement des moteurs de voiture à base d'éthylène glycol hautement toxique, et il y a une énorme différence entre éthylène et propylène. Le propylène glycol est aussi beaucoup utilisé dans les produits de beauté et comme excipient de médicament. Il est également utilisé pour fabriquer, depuis des décennies, les fumigènes des discothèques et du cinéma (le propylène glycol se vaporise à 55-60°), sans qu'aucune intoxication n'ait été rapportée.

Le seul rapport connu à ce jour sur le propylène glycol est celui de l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité), qui date de 1994 et conclut en substance à la non toxicité du produit, aussi bien en ingestion de forte dose, inhalation et contact cutané [1]. Toutefois, on peut se poser la question de la toxicité de son inhalation à long terme chez les personnes souffrant d'asthme (on pense en particulier aux petits nourrissons asthmatiques), ou de bronchite chronique. La dégradation thermique du glycérol peut entraîner la formation d'oxyde de propylène et d'acroléine, considérés respectivement comme cancérigène et comme irritant bronchique.

Il a été également détecté dans la fumée émise par la cigarette électronique du formaldéhyde et de l'acétaldéhyde ainsi que de faibles quantités de toluène, xylène, benzène, butadiène [2]. Si ces éléments sont toxiques, le niveau de leur émission par une cigarette électronique est très inférieur à celui d'une fumée de tabac, et souvent comparable à celui des substituts nicotiques médicaux. Le risque d'une exposition prolongée à de faibles doses de ces toxiques n'est pas connu.

Certains modèles de cigarettes électroniques (ceux ayant les batteries les plus importantes, permettant une température de chauffe du liquide plus importante) génèrent des quantités de formaldéhyde plus importantes et assez proches des taux retrouvés dans la fumée de tabac [3]. Le formaldéhyde est cancérigène et un irritant bronchique, mais l'effet de l'exposition prolongée aux niveaux émis par la cigarette électronique n'est pas connu.

2. Les arômes

De très nombreux arômes sont utilisés. Ces arômes sont, pour certains, résistants à la température; cependant, pour bon nombre d'entre eux, ce paramètre est inconnu. Il n'existe pas de tableau simplement consultable, donnant les résistances aux températures des arômes alimentaires. Ces arômes ont été validés pour l'industrie agro-alimentaire, mais peu d'entre eux ont été testés pour une inhalation. Certains de ces arômes naturels sont réputés comme toxiques dans certaines circonstances d'utilisation, ou à certaines doses. Et, pour certains arômes utilisés, des études montrent leur toxicité pour les cellules respiratoires [4].

3. Les alcaloïdes du tabac et les nitrosamines

Des traces de nitrosamines (cancérogènes du tabac) sont trouvées dans certaines cigarettes électroniques, mais dans une même proportion que dans les substituts nicotiques, c'est-à-dire à l'état de traces [5]. Il y a 300 à 1 400 fois moins de nitrosamines dans une cigarette électronique que dans une cigarette de tabac. Il faut souligner toutefois que cela concerne le contenu de la cartouche et de la cigarette mais pas le contenu de la fumée ou de la vapeur inhalée. Du fait de la température de combustion beaucoup plus importante d'une cigarette que celle de vaporisation du propylène glycol pour les ciga-

REVUES GÉNÉRALES

Addictologie

rettes électroniques, on peut s'attendre à une quantité plus importante de nitrosamine dans la fumée de tabac. De plus, 56 carcinogènes ont été identifiés à forte concentration dans la fumée de tabac, alors qu'aucun autre ne l'a été dans la vapeur de cigarette électronique. C'est sans parler des 4 000 toxiques et carcinogènes recensés dans la fumée de tabac.

4. Métaux

Certains modèles de cigarettes électroniques (mais pas tous) génèrent des taux détectables de métaux tels que nickel, cadmium, argent, fer, étain et des cristaux microscopiques d'étain, qui émanent des soudures des joints [6]. La nature et la quantité des métaux émis dépendent des modèles. Le taux de métaux émis est en général faible, mais la toxicité de l'inhalation prolongée de faible quantité de métaux est inconnue.

5. Particules

L'aérosol émis par les cigarettes électroniques est constitué de particules fines et ultrafines, en phase gazeuse. Il a été montré que la concentration de nombreuses particules dans l'aérosol de cigarettes électroniques était comparable à celle mesurée dans la fumée de tabac. Le nombre de particules semble influencé par la présence de nicotine dans les cigarettes électroniques. Plus la quantité de nicotine est importante, plus le nombre de particules est considérable [7]. La taille des particules émises par les cigarettes électroniques étudiées est similaire à celle de la fumée de tabac. Les particules émises par les cigarettes électroniques peuvent pénétrer dans le poumon profond et passer dans la circulation sanguine. Pour le moment, on ne sait pas si la toxicité des particules émises par les cigarettes électroniques est différente de celle des particules de l'air ambiant et celles générées par les cigarettes de tabac.

6. La nicotine

La plupart des cigarettes électroniques contiennent de la nicotine. La plupart des liquides électroniques contiennent 24, 18, 12 ou 6 mg/mL. Le plus souvent, le volume de la cartouche est de 10 mL, soit 240 mg de nicotine pour un dosage de 24 mg/mL. En comparaison, une cigarette contient 10 à 15 mg de nicotine, mais environ 1 mg est inhalé par cigarette fumée. La majorité des recharges d'e-liquides ont un volume de 10 à 30 mL, mais peuvent aller jusqu'à 100 mL avec des concentrations en nicotine de 0 à 20 mg/mL. La dose létale est de 40 à 60 mg chez l'enfant et 0,8 à 1 mg par kilo chez l'adulte non-fumeur. En pédiatrie, le principal danger consiste en l'ingestion accidentelle du liquide. La concentration en nicotine des recharges est suffisante pour que l'ingestion de quelques millilitres puisse causer le décès d'un enfant [2, 8-10].

L'usage des cigarettes électroniques par les fumeurs

Les cigarettes électroniques sont donc beaucoup moins dangereuses que le tabac, au même titre que les substituts nicotiniques. Elles sont le plus souvent utilisées par les fumeurs pour diminuer leur consommation de tabac, ou pour un sevrage complet.

Selon le Baromètre santé de l'INPES, en 2014 environ 12 millions de personnes (soit 26 % de la population de 15-75 ans) avaient essayé les cigarettes électroniques et 1,5 millions de personnes (de 15 à 75 ans) vapotaient quotidiennement [11]. Environ 400 000 fumeurs avaient réussi, **au moins temporairement**, à arrêter de fumer grâce à la cigarette électronique. Toujours selon ce baromètre, les nombre de consommateurs de cigarettes électroniques qui n'ont jamais fumé de tabac est très faible : 98 % des

utilisateurs de cigarettes électroniques sont des fumeurs ou des ex-fumeurs, 2 % des consommateurs de cigarettes électroniques n'ont jamais fumé de tabac et, parmi les expérimentateurs de cigarettes électroniques, 6 % n'avaient jamais fumé.

Le vapotage passif est-il dangereux ?

L'étude *in vitro*, sur des lignées cellulaires, de la toxicité d'aérosols de quelques cigarettes électroniques (mais pas toutes), montre une toxicité légère, très inférieure à celle mesurée avec la fumée de tabac [4, 12]. Mais une étude très récente montre que la vapeur de cigarette électronique entraîne des modifications de l'ADN et des morts cellulaires, indépendamment de la présence de nicotine [13].

Les études *in vivo* montrent que l'aérosol des cigarettes électroniques n'est pas toujours dénué de toxiques. Schripp *et al.* [14] ont étudié les émissions passives en demandant à un volontaire d'utiliser une cigarette électronique dans une pièce fermée et étanche. L'analyse de l'air de la pièce a montré la présence de formaldéhyde, acroléine, isoprène, acétaldéhyde et d'acide acétique, mais à des niveaux 5 à 40 fois inférieurs à ceux de la fumée de tabac. Schober *et al.* [15] ont demandé à 3 volontaires d'utiliser une cigarette électronique (contenant propylène glycol, glycérine et 22 mg de nicotine) à volonté pendant 2 heures dans une pièce ventilée de 45 m³. L'utilisation de cigarettes électroniques augmentait significativement les particules fines PM_{2,5}, le propylène glycol, la nicotine, la glycérine mais pas le formaldéhyde, le benzène, l'acroléine, ou l'acétone. Il a été également constaté une augmentation de 30 à 90 % de composés aromatiques polycycliques et une augmentation de 2 à 4 de la concentration en aluminium de l'air ambiant, mais

POINTS FORTS

- ↳ Les cigarettes électroniques ne sont pas des cigarettes. Il s'agit de systèmes de délivrance de nicotine, sous forme de vapeur.
- ↳ La nicotine, qui traverse parfaitement la barrière placentaire, a une toxicité pulmonaire importante pour le fœtus.
- ↳ La nicotine a un effet transgénérationnel : les modifications de l'ADN induites par la nicotine sont probablement transmises pendant deux à trois générations.
- ↳ Le vapotage passif existe. La nicotine vaporisée est probablement autant inhalée qu'avec le tabac, et cette nicotine se dépose sur les surfaces et les vêtements.
- ↳ Chez l'adolescent, il est impossible d'affirmer que les cigarettes électroniques sont une passerelle pour le tabagisme et les drogues illicites, mais c'est clairement une possibilité.

sans comparaison avec la fumée de cigarette. Czogala *et al.* [16] ont comparé le niveau de nicotine de l'air ambiant d'une pièce ventilée où avaient été utilisées soit des cigarettes électroniques, soit des cigarettes de tabac. Le niveau de nicotine de l'air ambiant lors de l'utilisation de cigarettes électroniques était environ de 10 % de celui de cigarettes de tabac : 3,3 contre 31,6 mg/mL. Pour les particules fines (PM_{2,5}), ce niveau était de 18 %. Le taux de nicotine et de particules fines dans l'air ambiant n'est donc pas négligeable après vapotage.

Est-ce que cette nicotine et ces particules dans l'air ambiant a une importance pour le non-fumeur ? On pense au nourrisson dans les bras de ses parents ou dans l'habitacle d'une voiture où quelqu'un vapote. Flouris *et al.* [17] ont soumis 15 non-fumeurs placés dans une pièce ventilée de 60 m³, soit à une heure de tabagisme passif (à un niveau comparable à celui d'un bar fumeur), soit à une heure d'aérosol de cigarettes électroniques généré par une machine à fumer. Les résultats montrent des taux de nicotémie comparables dans les deux cas : 2,6 contre 2,4 ng/mL. Le pas-

sage dans le sang de la nicotine semble donc tout à fait comparable qu'un non-fumeur soit soumis à de la fumée de cigarette ou à de la vapeur de cigarettes électroniques.

Le tabagisme passif n'est pas seulement lié aux fumées et aux vapeurs. Il peut également concerner le dépôt des toxiques du tabac sur les surfaces et sur les vêtements. Il est décrit depuis plusieurs années pour le tabac [18]. Concernant les vapeurs de cigarettes électroniques, les études sont plus récentes. Goniewicz *et al.* ont montré qu'après vapotage expérimental, la quantité de nicotine déposée sur le sol et sur les vitres était multipliée respectivement d'un facteur 47 et 6 [18]. On pense bien évidemment au risque d'exposition à la nicotine d'un nourrisson qui marche à quatre pattes sur le sol d'un logement où ses parents vapotent.

■ Nicotine et fœtus

Les adolescentes et les jeunes femmes doivent être averties que la nicotine passe remarquablement bien à travers

le placenta [19]. Les effets malformatifs de la nicotine sur le fœtus concernent principalement le système respiratoire. Dhalwani *et al.* ont étudié le lien entre les malformations néonatales de près de 200 000 naissances et la consommation de nicotine [20]. Parmi toutes les malformations, seules les malformations respiratoires étaient significativement plus élevées chez les femmes soumises à la nicotine, avec un risque multiplié par 3. La nicotine a de nombreux effets sur le poumon fœtal : diminution du volume et de la taille pulmonaire, augmentation des cellules alvéolaires de type II, augmentation de la taille et du nombre des corps neuroendocrines, augmentation du collagène de type I et III, diminution de l'élastine dans le parenchyme pulmonaire, diminution du nombre d'alvéoles, augmentation du volume alvéolaire, augmentation du diamètre des voies aériennes [21].

La nicotine a un effet transgénérationnel : la nicotine a des effets non seulement sur la première génération mais aussi sur la deuxième et sur la troisième génération, même si la deuxième et la troisième génération n'ont pas été soumises à la nicotine. Taki *et al.* ont étudié les modifications induites par la nicotine sur les micro-ARN de vers [22]. Pour la génération soumise à la nicotine, 31,2 % des micro-ARN étaient totalement altérés. Ce chiffre passait à 17,3 % pour la première génération, 13,4 % pour la deuxième et 6,9 % pour la troisième, alors que ni la deuxième ni la troisième génération avaient été soumises à la nicotine. Rehan *et al.* ont étudié l'asthme sur plusieurs générations de rats [23]. La génération 0 était soumise à la nicotine, mais les générations suivantes ne l'étaient pas. Les auteurs ont montré qu'un asthme était constaté pour toutes les générations suivantes pendant trois générations. Chez l'enfant, Li *et al.* ont étudié l'asthme infantile en fonction de l'exposition au tabac de la mère et de la grand-mère [24].

REVUES GÉNÉRALES

Addictologie

Par rapport à l'enfant né d'une mère et d'une grand-mère non exposées, l'*odds ratio* (OR) d'asthme de l'enfant était de 1,3 lorsque la mère avait été exposée mais pas la grand-mère, de 2,6 quand à la fois la mère et la grand-mère avaient été exposées et de 1,8 quand seule la grand-mère avait été exposée.

La cigarette électronique est-elle une porte d'entrée dans le tabagisme ?

Une des principales sources d'inquiétude serait que la cigarette électronique puisse être attractive pour les enfants (et qu'ils soient la cible du marketing). Le risque serait que les enfants deviennent dépendants de la nicotine avant même de commencer à consommer du tabac. Les partisans de la cigarette électronique avancent l'argument que les jeunes ne sont pas pour l'instant attirés par les substituts nicotiques sous forme de patch ou de gomme. Les études semblent leur donner tort. Un petit sondage dans deux villes d'Écosse montre que près d'un quart des 13-14 ans et près de 50 % des 15-18 ans ont déjà essayé la cigarette électronique. Pour 22 % d'entre eux, l'utilisation de cigarette électronique n'avait pas été précédée par la consommation de tabac [25]. Il est clair que le développement de parfums tels que milk-shake, bubblegum, piña colada, etc. sont attractifs pour les jeunes. Par ailleurs, malgré l'interdiction de vente aux mineurs, certains vendeurs passent outre. Le *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) d'Atlanta a publié en 2015 une étude portant sur plus de 18 000 questionnaires de jeunes de 11 à 18 ans, répartis sur tout le territoire des États-Unis. Les auteurs estiment qu'entre 2011 et 2013, le nombre de jeunes consommateurs de cigarettes électroniques – mais n'ayant jamais consommé de tabac – avait été multiplié par 3, passant de 79 000 à plus de 260 000 jeunes [26]. Toujours selon cette étude, l'intention de consommer

du tabac était de 70 % supérieure parmi les consommateurs comparée aux non consommateurs de cigarettes électroniques (43,9 % contre 21,5 % ; OR 1,70).

Leventhal *et al.* ont montré, dans une autre étude qui portait sur des enfants de 14 ans scolarisés dans dix écoles de Los Angeles, que la consommation de tabac est très nettement supérieure (30,7 % contre 8,1 %) chez les consommateurs de cigarettes électroniques (n = 222) par rapport aux non consommateurs (n = 2 308) [27]. L'utilisation de cigarettes électroniques à l'entrée dans l'étude était associée à un risque de 273 % de consommer du tabac, par rapport aux non-utilisateurs de cigarettes électroniques. La cigarette électronique ne semble donc pas dissuader, mais bien favoriser le tabagisme.

Wills *et al.* suggèrent, dans une autre étude, que la cigarette électronique pourrait recruter des jeunes qui n'auraient peut-être pas été jusqu'à consommer du tabac [28]. L'étude a porté sur 1 941 enfants de 14 ans à Hawaii. Parmi ces adolescents, 68 % étaient non-consommateurs, 17 % étaient consommateurs de cigarettes électroniques seules, 3 % de tabac seul et 12 % consommaient les deux. Les auteurs ont analysé les risques psychosociaux et les facteurs protecteurs de consommation de produit (conflits familiaux, résultats scolaires, tabagisme des pairs, autocontrôle émotionnel et comportemental, recherche de sensation, etc.). Ils ont trouvé que les consommateurs de cigarettes électroniques seules occupaient une position intermédiaire entre les non-consommateurs et les consommateurs de tabac.

En France, les seules données disponibles sont celles du Baromètre santé 2014 [11]. On apprend, d'une part, qu'entre 2010 et 2014 le tabagisme n'a pas baissé en France malgré l'utilisation de la cigarette électronique par 74 % des fumeurs. La cigarette électro-

nique attire en priorité les jeunes : 45 % des 15-24 ans l'ont essayé contre 5 % des 65-75 ans. L'usage actuel dépend également de l'âge avec 7 % chez les 15-24 ans et 8 % chez les 25-34 ans, mais 4 % et 2 % chez les 55-64 et 65-75 ans. Malheureusement, les données de consommations chez les moins de 18 ans ne sont pas disponibles dans cette enquête du Baromètre santé. Les enquêtes d'usage des drogues chez les jeunes nous renseignent sur le tabac (cigarette, chicha, etc.), mais pas sur l'usage de cigarette électronique [29].

L'enquête ESCAPAD porte sur les consommations à l'âge de 17 ans au moment de la journée d'appel de la Défense Nationale. Concernant le tabac, les fumeurs réguliers sont en augmentation constante depuis 2008 (28,9 % en 2008, 31,5 % en 2010, 32,4 % en 2014) et les consommateurs sont en très grande majorité des fumeurs très réguliers, probablement déjà dépendants.

L'enquête ESPAD (*European School Survey Project on Alcohol and Other Drugs*) porte sur les consommations durant les "années lycées". La cigarette est jugée facile d'accès par plus de 2/3 des lycéens (69 %), tandis que 12 % seulement affirment que cela leur serait difficile ou impossible de s'en procurer. Dans 94 % des cas, les élèves (qu'ils soient mineurs ou majeurs) se fournissent dans les bureaux de tabac. Dans ces conditions, comment les autorités feraient-elles respecter la vente de cigarettes électroniques aux jeunes avec une preuve de majorité quand elles en sont incapables pour le tabac ?

L'e-cigarette peut-elle favoriser l'addiction aux drogues illicites ?

Les études épidémiologiques montrent que la nicotine crée un effet passe-relle vers l'usage du cannabis et de

la cocaïne [30]. Les Dr Eric Kandel (neuropsychiatre et lauréat du prix Nobel 2000 pour ses travaux sur la mémoire) et Denise Kandel (son épouse et psychiatre à Columbia) ont publié un article de synthèse des recherches qu'ils mènent depuis 1975 [31]. Denise Kandel avait montré que les jeunes s'adonnent aux drogues par paliers, selon des séquences bien définies, en commençant par une drogue légale avant de passer à des drogues illégales. Plus précisément, la consommation de tabac ou d'alcool précède la consommation de cannabis qui, à son tour, précède la consommation de cocaïne et d'autres drogues illicites. Leurs travaux ultérieurs ont validé l'hypothèse de l'effet passerelle sur un modèle de souris.

L'effet de la nicotine ne survient que si les souris sont exposées dans la même journée à la cocaïne et la nicotine, et après une exposition répétée à la nicotine (7 jours vs 1 jour). L'exposition des souris à la nicotine augmente l'acétylation des histones via l'inhibition des histones désacétylases. Ces modifications de la structure de l'ADN activent un gène lié à la récompense et l'addiction, le gène *FosB*, en augmentant son expression. Lorsque les souris, préalablement exposées à la nicotine, reçoivent une dose concomitante de cocaïne, elles montrent une augmentation supplémentaire de l'expression de *FosB* par rapport aux souris ayant reçu uniquement de la cocaïne. Reste à savoir si ce modèle est transposable à l'homme. Pour l'instant, il est impossible de savoir si les cigarettes électroniques sont une passerelle pour le tabagisme et les drogues illicites, mais c'est clairement une possibilité.

Conclusion

Comparées aux cigarettes classiques et au tabac sans fumée, les cigarettes électroniques contiennent beaucoup moins de toxiques, mais elles délivrent

de la nicotine. La nicotine a des effets néfastes sur le fœtus, l'enfant et l'adolescent. Il est possible que la nicotine puisse être un facteur de risque d'asthme sur plusieurs générations. Pour l'enfant et l'adolescent, il est possible que les cigarettes électroniques soient une passerelle pour le tabagisme et les drogues illicites. La nicotine ne doit pas être banalisée. L'usage des cigarettes électroniques devrait être rapidement désocialisé, comme le tabac. Notre société doit se préoccuper de l'effet des cigarettes électroniques sur le cerveau, en particulier des jeunes, et de la possibilité d'encourager de nouvelles générations de personnes dépendantes à la nicotine.

Bibliographie

1. INRS – Propylène-glycol [Internet]. [cité 11 août 2014]. Disponible sur : <http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/doc/fichetox.html?refNRS=FT%20226>
2. GONIEWICZ ML, KUMA T, GAWRON M *et al*. Nicotine levels in electronic cigarettes. *Nicotine Tob Res Off J Soc Res Nicotine Tob*, 2013;15:158-166.
3. KOSMIDER L, SOB CZAK A, FIK M *et al*. Carbonyl compounds in electronic cigarette vapors: effects of nicotine solvent and battery output voltage. *Nicotine Tob Res Off J Soc Res Nicotine Tob*, 2014;16:1319-1326.
4. BEHAR RZ, DAVIS B, WANG Y *et al*. Identification of toxicants in cinnamon-flavored electronic cigarette refill fluids. *Toxicol Vitro Int J Publ Assoc BIBRA*, 2014;28:198-208.
5. SEGEL M. The Rest of the Story: Tobacco News Analysis and Commentary: Comparison of Carcinogen Levels Shows that Electronic Cigarettes are Much Safer Than Conventional Ones [Internet]. [cité 11 août 2014]. Disponible sur : <http://tobaccoanalysis.blogspot.fr/2009/07/comparison.html>
6. WILLIAMS M, VILLARREAL A, BOZHILOV K *et al*. Metal and silicate particles including nanoparticles are present in electronic cigarette cartomizer fluid and aerosol. *PLoS ONE*, 2013;8:e57987.
7. FUOCO FC, BUONANNO G, STABILE L *et al*. Influential parameters on particle concentration and size distribution in the mainstream of e-cigarettes. *Environ Pollut Barking Essex* 1987, 2014;184:523-529.
8. VAKKALANKA JP, HARDISON LS, HOLSTEGE CP. Epidemiological trends in electronic cigarette exposures reported to U.S. Poison Centers. *Clin Toxicol Phila Pa*, 2014;52:542-548.
9. CHATHAM-STEPHENS K, LAW R, TAYLOR E *et al*. Notes from the field: calls to poison centers for exposures to electronic cigarettes—United States, September 2010–February 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2014;63:292-293.
10. CAMERON JM, HOWELL DN, WHITE JR *et al*. Variable and potentially fatal amounts of nicotine in e-cigarette nicotine solutions. *Tob Control*, 2014;23:77-78.
11. Premiers résultats tabac et e-cigarette – Caractéristiques et évolutions récentes – Résultats du Baromètre santé Impes 2014 – dp150224-def.pdf [Internet]. [cité 26 nov. 2015]. Disponible sur : <http://www.inpes.sante.fr/70000/dp/15/dp150224-def.pdf>
12. FARSA LINOS KE, ROMAGNA G, ALLIFRANCHINI E *et al*. Comparison of the cytotoxic potential of cigarette smoke and electronic cigarette vapour extract on cultured myocardial cells. *Int J Environ Res Public Health*, 2013;10:5146-5162.
13. YU V, RAHIMY M, KORRAPATI A *et al*. Electronic cigarettes induce DNA strand breaks and cell death independently of nicotine in cell lines. *Oral Oncol*, 4 nov. 2015;
14. SCHRIPP T, MARKEWITZ D, UHDE E *et al*. Does e-cigarette consumption cause passive vaping? *Indoor Air*, 2013;23:25-31.
15. SCHOB ER W, SZENDREI K, MATZEN W *et al*. Use of electronic cigarettes (e-cigarettes) impairs indoor air quality and increases FeNO levels of e-cigarette consumers. *Int J Hyg Environ Health*, 2014;217:628-637.
16. CZOGALA J, GONIEWICZ ML, FIDELUS B *et al*. Secondhand exposure to vapors from electronic cigarettes. *Nicotine Tob Res Off J Soc Res Nicotine Tob*, 2014;16:655-662.
17. FLOURIS AD, CHORTI MS, POULIANITI KP *et al*. Acute impact of active and passive electronic cigarette smoking on serum cotinine and lung function. *Inhal Toxicol*, 2013;25:91-101.
18. GONIEWICZ ML, LEE L. Electronic cigarettes are a source of thirdhand exposure to nicotine. *Nicotine Tob Res Off J Soc Res Nicotine Tob*, 2015;17:256-258.
19. BERLIN I, HEILBRONNER C, GEORGIEU S *et al*. Newborns' cord blood plasma cotinine concentrations are similar to that of their delivering smoking mothers. *Drug Alcohol Depend*, 2010;107:250-252.
20. DHALWANI NN, SZATKOWSKI L, COLEMAN T *et al*. Nicotine replacement therapy in pregnancy and major congenital anomalies in offspring. *Pediatrics*, 2015;135:859-867.
21. PIERCE RA, NGUYEN NM. Prenatal nicotine exposure and abnormal lung function. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2002;26:10-13.
22. TAKI FA, PAN X, LEE MH *et al*. Nicotine exposure and transgenerational impact: a prospective study on small regulatory microRNAs. *Sci Rep*, 2014;4:7513.
23. REHAN VK, LIU J, SAKURAI R *et al*. Perinatal nicotine-induced transgenerational asthma. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2013;305:L501-L507.

REVUES GÉNÉRALES

Addictologie

24. LI YF, LANGHOLZ B, SALAM MT *et al.* Maternal and grandmaternal smoking patterns are associated with early childhood asthma. *Chest*, 2005;127:1232-1241.
25. Electronic cigarette experimentation among teenagers "tobaccounpacked" [Internet]. [cité 18 juill 2014]. Disponible sur : <http://tobaccounpacked.wordpress.com/2014/07/17/electronic-cigarette-experimentation-among-teenagers/#>
26. BUNNELL RE, AGAKU IT, ARRAZOLA RA *et al.* Intentions to Smoke Cigarettes Among Never-Smoking U.S. Middle and High School Electronic Cigarette Users, National Youth Tobacco Survey, 2011-2013. *Nicotine Tob Res Off J Soc Res Nicotine Tob*, 20 août 2014;
27. LEVENTHAL AM, STRONG DR, KIRKPATRICK MG *et al.* Association of Electronic Cigarette Use With Initiation of Combustible Tobacco Product Smoking in Early Adolescence. *JAMA*, 2015;314:700-707.
28. WILLS TA, KNIGHT R, WILLIAMS RJ *et al.* Risk factors for exclusive e-cigarette use and dual e-cigarette use and tobacco use in adolescents. *Pediatrics*, 2015;135:e43- e51.
29. Les différentes enquêtes dans le champ des drogues et des addictions – OFDT [Internet]. [cité 28 nov 2015]. Disponible sur : <http://www.ofdt.fr/enquetes/#epgj>
30. LOPEZ-QUINTERO C, PÉREZ DE LOS COBOS J, HASIN DS *et al.* Probability and predictors of transition from first use to dependence on nicotine, alcohol, cannabis, and cocaine: results of the National Epidemiologic Survey on Alcohol and Related Conditions (NESARC). *Drug Alcohol Depend*, 2011;115:120-130.
31. KANDEL ER, KANDEL DB. Shattuck Lecture. A molecular basis for nicotine as a gateway drug. *N Engl J Med*, 2014;371:932-943.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.