

Rôle et efficacité des filtres à cigarettes

Par J. Bonnet¹

I. Introduction

Durant ces quinze dernières années, la vente des cigarettes à bout filtrant s'est accrue d'une façon considérable; actuellement en Suisse, pour prendre un exemple, plus de la moitié des cigarettes sont munies d'un filtre. Les fumeurs sont régulièrement informés par la grande presse des divers dangers que représente la consommation du tabac; en même temps, ils lisent ou se contentent de subir les nombreuses réclames concernant les cigarettes filtres. Ce sont certainement deux raisons importantes expliquant cette consommation accrue.

Il existe de médiocres, de moyens et de bons filtres. Le fumeur ne peut pratiquement pas connaître la valeur du filtre adapté à la cigarette qu'il consomme. De plus, il y a une limite à l'efficacité des filtres, mais précisons que cette limite est déterminée en premier lieu par le dégustateur qui désire conserver une saveur agréable à la fumée et, ensuite, par le public qui acceptera ou n'acceptera pas le goût final du mélange de tabac et de sa fumée filtrée. Le fabricant de filtres peut facilement faire un matériel à haute rétention, par contre le problème est très complexe pour le fabricant de cigarettes.

La fumée de cigarette contient des substances qui sont reconnues comme étant des poisons et des cancérogènes. Le rôle des filtres est d'en diminuer l'absorption par le fumeur.

Tout d'abord, nous allons passer en revue les preuves de la présence de ces composés nocifs, puis nous examinerons leur état physique. Nous pourrions alors discuter de l'efficacité des filtres.

II. Substances toxiques et cancérogènes

a) Il est connu depuis longtemps que la nicotine est un composé toxique qui se trouve dans la fumée de cigarette. Il en existe d'autres: les composés apparentés à la nicotine, le monoxyde de carbone, l'hydrogène sulfuré, l'acide cyanhydrique, etc., d'autre part des toxiques de structures inconnues qui sont des produits de semi-combustion, de couleur brune, liquides, semi-liquides et solides, plus ou moins polymérisés.

b) Les substances cancérogènes ont fait l'objet d'études relativement récentes. *Lindsey* et al. [1] en 1954, *Wright et Wynder* [2] en 1955 ont démontré la présence de 3,4-benzopyrène; puis en 1956 *Bonnet et Neukomm* [3], et en 1958 *van Duuren* [4] et *Lyons* [5] ont mis en évidence à côté du 3,4-benzopyrène d'autres hydrocarbures polycycliques cancérogènes.

¹ Adresse de l'auteur: Dr. méd. J. Bonnet, Centre anticancéreux romand, Hôpital cantonal, Lausanne

La quantité de 3,4-benzopyrène dans la fumée de 100 cigarettes est environ de 1 à 2 μg .

c) De plus, la fumée de cigarette contient des substances possédant un effet co-cancérigène. *Gellhorn* [6] en 1958 a montré par des tests sur souris que le condensat total de la fumée possédait un pouvoir co-cancérigène plus important que l'huile de croton; *Bonnet et Neukomm* [7]; [8] en 1958 et en 1959, *Neukomm et al.* [9] en 1961 ont testé les produits bruns polymérisés cités sous a) de diverses façons; ces composés possèdent un pouvoir co-cancérigène à distance sur les tumeurs provoquées et sur les tumeurs spontanées des souris de la souche utilisée.

Les données statistiques des études de *Stock et Campbell* [10] obtenues sur des fumeurs de même âge vivant soit à la campagne, soit à Liverpool, indiquent que la quantité absolue de 3,4-benzopyrène respirée n'est pas déterminante dans le nombre des cancers des voies respiratoires.

III. Formation et état physique des substances toxiques et cancérogènes

D'une façon générale, la fumée est due à une combustion incomplète de matières organiques. Les substances volatiles passent dans le courant de la fumée sans altération; les substances moins volatiles subissent des dégradations pyrolytiques plus ou moins marquées. Les cancérogènes et les co-cancérigènes se forment par pyrosynthèse (*Bonnet et Neukomm* [11]) à partir de ces produits de décomposition.

La fumée est composée de deux phases bien distinctes: une phase gazeuse dans laquelle les substances sont à l'état de fragmentation moléculaire, et une phase particulaire semi-liquide.

La phase gazeuse contient les substances très volatiles (H_2S , CO, HCN, diverses bases, etc. . . .). Dans la phase particulaire, on trouve les composés moins volatils, entre autres: les cancérogènes, les co-cancérigènes et la majeure partie de la nicotine.

Concernant cette dernière phase, on sait que les particules ont pratiquement toutes un diamètre compris entre 0,20 et 0,25 μ (*Keith et Derrick* [12]). La composition chimique des particules varie d'une bouffée à l'autre, mais elle reste identique pour toutes les particules formées lors d'une même bouffée [8].

IV. Moyens de protection

Divers moyens peuvent être envisagés pour diminuer l'absorption ou la pyrosynthèse des substances toxiques et cancérogènes. Certaines de ces possibilités ne sont que théoriques, d'autres ne sont pas sorties du cadre «essais de laboratoire». Nous allons les passer en revue brièvement.

a) *Choix et sélections des tabacs.* Il existe des tabacs pauvres et riches en nicotine. Les divers types de cigarette du commerce produisent, à nombre égal, des quantités de condensat de fumée variables. Le choix du mélange des tabacs constituant une cigarette est par conséquent important du point de vue de la protection. On peut même concevoir que, par sélection des plants de tabac, on arrive à en obtenir qui donneront une fumée moins riche en toxiques et en cancérigènes.

b) *Addition de catalyseurs au tabac.* Les cancérigènes se forment par pyrosynthèse. On peut imaginer d'agir sur les mécanismes de polymérisation par l'emploi de substances qui modifieraient ou empêcheraient ces phénomènes [11].

Les travaux d'*Alvord* et *Cardon* [13] ont montré qu'un traitement par le sulfamate d'ammonium conduit à une diminution du 3,4-benzopyrène dans la fumée. Toutefois, le goût de la fumée devient désagréable.

c) *Extraction préalable du tabac.* Il est connu depuis longtemps qu'on peut extraire la nicotine et d'autres toxiques du tabac.

Selon les conditions et le solvant choisi il est aussi possible de diminuer les quantités d'hydrocarbures aromatiques. *Campbell* et *Lindsey* [14], par une extraction poussée au moyen de cyclohexane, ont observé une diminution de 55% pour le 3,4-benzopyrène. *Bonnet* et *Neukomm* [15], par une extraction de courte durée par le tétrachlorure de carbone, ont observé des diminutions de 3,4-benzopyrène du même ordre de grandeur, mais variables selon les types de tabacs.

Le goût de la fumée paraît être perturbé en fonction du temps d'extraction.

d) *Modifications des facteurs physiques.* En changeant la température du cône de combustion (*Wynder, Wright* et *Lam* [16]) ou en augmentant l'oxygénation à l'intérieur du cône de combustion (*Bonnet* et *Neukomm* [11]), il serait possible de produire une fumée dont l'activité biologique serait plus faible.

e) *Les filtres.* Pratiquement, c'est le seul moyen de protection utilisé actuellement. Nous allons discuter plus à fond ce cas afin de préciser sa validité.

V. Efficacité de rétention des filtres

Le filtre à cigarette remplace un certain volume de tabac qui, à lui seul, aurait déjà fonctionné comme un filtre retenant les goudrons selon le tassement ou la compacité des brins de tabac. Le filtre a une action analogue, mais le but recherché est de retenir davantage que le volume de tabac remplacé. Pour une matière première et un mode de fabrication donnés, on fait varier la rétention des goudrons en faisant varier la compacité ou la porosité du filtre. Une porosité élevée permettra un passage facile (donc une faible rétention) des gaz et des particules formés durant la combustion. Théoriquement, un filtre retenant

presque toutes les particules est concevable, mais aucun fumeur n'en voudra. La porosité, ainsi que la modification du goût de la fumée sont des facteurs limitatifs de ce moyen de protection.

Les filtres qu'on trouve dans le commerce ont des rétentions très variables; le cas extrême du filtre à rétention négative a été observé, c'est-à-dire qu'un volume identique de tabac retenait davantage de goudrons. En général, on trouve des valeurs de rétention comprises entre 10 et 30%.

Le diamètre particulaire des goudrons étant réparti avec une très grande fréquence entre 0,20 et 0,25 μ [12], il est certain qu'un filtre, retenant par exemple 20% de goudrons, aura pour effet de diminuer de 20% le dépôt dans le système respiratoire d'une façon uniforme; en effet, le nombre de particules de diamètre identique a diminué de 20% et le mécanisme de dépôt des particules reste pratiquement le même dans ces conditions.

Un filtre, qui retient davantage de goudrons que le volume de tabac remplacé, a une action de protection au niveau du poumon.

VI. Mécanisme et sélectivité de la rétention

La fumée est composée d'une phase gazeuse et d'une phase particulaire.

La phase gazeuse est formée d'un mélange de substances à l'état de fragmentation moléculaire. Ces molécules pourront être adsorbées par le filtre selon l'affinité existant entre la matière constituant le filtre et chacune de ces diverses molécules. On ne possède pas d'observations sûres concernant une rétention sélective de la phase gazeuse; on peut admettre que ce phénomène existe lorsque le filtre n'est que partiellement recouvert par les particules.

Imaginer une rétention sélective pour la phase particulaire serait en contradiction avec les connaissances actuelles et les observations faites dans ce domaine. Les substances qui forment cette phase sont uniformément réparties dans toutes les particules formées lors d'une même aspiration. Les cancérigènes se trouvant dans cette phase seront retenus avec le même pourcentage que l'ensemble des goudrons. En effet, certaines particules vont être retenues et fixées définitivement sur le filtre, les autres le traverseront sans le toucher; on ne peut pas concevoir que des particules soient momentanément retenues, qu'elles abandonnent sur le filtre certaines substances, et qu'elles passent à nouveau dans le courant de la fumée, après avoir été détoxiquées.

VII. Comparaisons entre divers types de filtres

Nous avons vu que les rétentions de filtres de même nature sont en relation avec leur porosité. Lorsque le matériel ou le mode de fabrication change, on observe que des filtres de porosité identique possèdent des pouvoirs de réten-

Tableau 1 Efficacité de filtres différents¹.

porosité ²	rétention en	Pourcentage de rétention		
		filtres Dico	fibres synthétiques	filtres en viscosse
51	goudrons nicotine	12	–	–
		9	–	–
92	goudrons nicotine	21,5	–	11
		21	–	11
111	goudrons nicotine	22	10,5	12
		22	9,5	13
121	goudrons nicotine	24,5	2	–
		25	8	–
147	goudrons nicotine	30,5	12	12
		31,5	13	12
200	goudrons nicotine	36,5	21,5	20
		36,5	20	21
250	goudrons nicotine	41	29,5	–
		43	28,5	–
372	goudrons nicotine	–	30,5	–
		–	36	–
730	goudrons nicotine	–	57,5	–
		–	60	–

¹ Résultats aimablement fournis par le laboratoire de recherche de *Baumgartner Papiers S. A.*, à Renens (Lausanne).
² Le chiffre de porosité indique la dépression d'une colonne d'eau (en mm) équilibrant un passage d'air de 17,5 cm³/sec. Plus le chiffre est élevé, plus le tirage est difficile.

tion différents. Dans le tableau I, on compare l'efficacité de filtres Dico (cellulose naturelle crêpée), de filtres en fibres synthétiques et de filtres en viscosse. Le Dico est plus électrophile que les fibres synthétiques; à porosité égale, sa rétention est supérieure. Ce fait est important, car le fumeur acceptera plus volontiers une cigarette-filtre si le tirage est convenable. De ce point de vue, on devrait rechercher des filtres à porosité relativement élevée et à forte rétention.

VIII. Conclusion et discussion

Le filtre peut être un moyen efficace pour diminuer les dangers que représente la fumée du tabac. Il est souhaitable qu'on puisse un jour associer un

filtre efficace avec d'autres moyens de protection, car il est probable qu'aucun moyen ne sera une protection complète et absolue. Par contre, leur combinaison pourra peu à peu tendre vers une solution idéale.

Sur le problème général de la protection par les filtres, deux restrictions doivent être faites.

1. On ne sait pas si un fumeur de cigarette filtre consomme une quantité plus élevée de cigarettes. Ce phénomène de compensation est peu probable pour les personnes qui commencent par fumer des cigarettes munies d'un filtre.

Si le fumeur compensait l'effet du filtre par une consommation accrue, le filtre ne représenterait pas un moyen réel de protection. Les effets nocifs se marqueraient d'une façon identique, puisque le filtre n'a pas de pouvoir sélectif. Du point de vue du fumeur, seules les quantités absolues de goudrons et de nicotine doivent être considérées.

2. Il peut y avoir une erreur d'interprétation sur le pourcentage (la quantité relative) de substances retenues par un filtre. Une cigarette composée de tabacs donnant peu de goudrons et de nicotine et munie d'un filtre peu efficace sera souvent moins nocive qu'une cigarette composée de tabacs produisant une fumée riche en goudrons et en nicotine et munie d'un filtre relativement efficace. De ce point de vue, il faut à nouveau considérer les poids absolus de goudrons et de nicotine absorbés par le fumeur avant de considérer la rétention relative d'un filtre.

Il y a lieu d'insister pour que des contrôles rigoureux et réguliers soient faits, selon des normes et des méthodes analytiques standardisées.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Der Filter kann ein wirksames Mittel darstellen um die Gefahren des Tabaks zu vermindern. Es ist zu wünschen, daß es eines Tages gelingen wird, einen wirksamen Filter mit andern Schutzmitteln zu kombinieren, da es wahrscheinlich ist, daß keine der Alleinmaßnahmen einen vollkommenen und absoluten Schutz gewährt. Durch Kombination verschiedener Maßnahmen könnte man dagegen nach und nach zu einer idealen Lösung gelangen.

Zum Problem des Zigarettensfilters müssen zwei Einschränkungen gemacht werden:

1. Man weiß nicht, ob Filterraucher mehr Zigaretten konsumieren. Dieses Phänomen der Kompensation ist zwar nicht wahrscheinlich für Raucher, die von Beginn weg Filterzigaretten geraucht haben. Wenn jedoch der Raucher die Wirkung der Filter durch vermehrtes Rauchen kompensiert, kann nicht mehr von einer realen Schutzmaßnahme gesprochen werden. Die schäd-

lichen Wirkungen kämen gleicherweise zum Ausdruck, da der Filter kein selektives Vermögen besitzt. Vom Raucher her gesehen ist nur die Absolutmenge von eingeatmetem Nikotin und Teer von Bedeutung.

2. Es können Irrtümer in der Auslegung des % Zurückhaltevermögens von Filtern bestehen. Eine Zigarette mit schlechtem Filter, aber aus Tabak mit niedrigem Teer- und Nikotingehalt ist oft unschädlicher als eine Zigarette mit gutem Filter, aber hohem Teer- und Nikotingehalt des Tabaks. Aus diesem Grunde muß man vermehrt die Absolutmenge von eingeatmetem Teer und Nikotin beachten, bevor man das Zurückhaltevermögen von Filtern beurteilt.

Man muß darauf bestehen, daß strenge und regelmäßige Kontrollen durchgeführt werden, und zwar nach einheitlichen Normen und standardisierten analytischen Methoden.

Bibliographie

- [1] *Commins B. I., Cooper R. L. and Lindsey A. J.*: Brit. J. Cancer, VIII, 296 (1954)
- [2] *Wright G. and Wynder E.*: Cancer Res., 2, 55 (1955)
- [3] *Bonnet J. et Neukomm S.*: Helv. Chim. Acta, 39, 1724 (1956)
- [4] *Van Duuren B. L.*: J. Nat. Cancer Inst. 21, 1 et 623 (1958)
- [5] *Lyons M. J.*: Nature, 182, 178 (1958)
- [6] *Gellhorn A.*: Cancer Res., 18, 510 (1958)
- [7] *Bonnet J. et Neukomm S.*: Oncologia, 12, 80 (1958)
- [8] *Bonnet J. et Neukomm S.*: Acta U.I.C.C., XV, 561 (1959)
- [9] *Neukomm S., Bonnet J. et de Trey M.*: Bull. Soc. vaudoise Sc. nat. (en cours de publication)
- [10] *Stocks P. et Campbell J. M.*: Brit. M. J., 2, 923 (1955)
- [11] *Bonnet J. et Neukomm S.*: Oncologia, X, 124 (1957)
- [12] *Keiñ C. H. et Derrick J. C.*: J. Colloidal Sc., 15, 340 (1960)
- [13] *Alword E. T. et Cardon S. Z.*: Brit. J. Cancer, 10, 498 (1956)
- [14] *Campbell J. M. et Lindsey A. J.*: Brit. J. Cancer, 10, 648 (1956)
- [15] *Bonnet J. et Neukomm S.*: Oncologia, 12, 80 (1959)
- [16] *Wynder E. L., Wright Gr. et Lam J.*: Cancer, 11, 1140 (1958)