

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 67 (1958-1961)
Heft: 304

Artikel: Variations de la composition chimique de la fumée du tabac par l'addition de produits purs à du tabac complètement extrait
Autor: Mouron, J.C. / Bonnet, J. / Neukomm, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-275112>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Variations de la composition chimique de la fumée du tabac par l'addition de produits purs à du tabac complètement extrait

PAR

J. C. MOURON, J. BONNET et S. NEUKOMM *

INTRODUCTION.

L'extraction du tabac par un solvant organique entraîne des diminutions variables, suivant le solvant utilisé, des trois classes de substances cancérogènes et co-cancérogènes (1, 2). A la suite de ces essais, nous avons jugé intéressant de rechercher s'il existait parmi les produits extractibles quelques précurseurs responsables de la pyrosynthèse des substances brunes polymérisées et des hydrocarbures aromatiques.

Concernant les additions de substances au tabac avant sa combustion, des recherches ont été effectuées par LYONS (3) pour le benzopyrène, et par RAYBURN (4) et HOCKETT (5) avec les hydrocarbures aliphatiques, en surcharge dans du tabac non extrait. LYONS ne retrouve dans la fumée que le 20 % de la surcharge de benzopyrène; RAYBURN utilisant des paraffines marquées au radiocarbone montre que le 70 % passe sans changement dans la fraction neutre et que les hydrocarbures polycycliques ne sont pas radiomarqués.

Dans un travail précédent (2), nous avons examiné l'effet de l'extraction par différents solvants. Ces expériences nous ont amenés à admettre que toutes les substances solubles contenues dans le tabac ne participent pas de la même façon à la pyrosynthèse des hydrocarbures aromatiques et des substances brunes polymérisées. Afin de vérifier cette idée, nous avons entrepris de nouveaux essais qui font l'objet de cette publication. A du tabac complètement épuisé par des solvants organiques, afin de ne garder que la fibre de tabac comme support, nous avons ajouté les diverses substances suivantes :

1^o anthracène, pyrène et 3,4-benzopyrène afin de voir si la destruction des hydrocarbures aromatiques dépend du nombre de cycles;

* Centre anticancéreux romand (Lausanne).

- 2^o acides aliphatiques;
- 3^o furfural;
- 4^o chlorophylle (afin de déposer sur le tabac du pyrrol sous une forme très peu volatile).

EXPÉRIMENTATION ET RÉSULTATS.

A) *Extraction et imprégnation des cigarettes:*

Des cigarettes Maryland humidifiées à 12 % sont extraites par CH_2Cl_2 et $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, comme décrit précédemment (2).

L'imprégnation des cigarettes, par lots de 400, se fait de la façon suivante : on prépare une solution d'alcool éthylique ou de chlorure de méthylène contenant une quantité connue de la substance destinée à l'imprégnation. On mesure le volume de la solution, puis on immerge les cigarettes pendant 1 heure. Elles sont ensuite égouttées et séchées, puis réhumidifiées avant le fumage. En mesurant le volume de la solution après l'égouttage des cigarettes, on peut connaître avec suffisamment de précision la quantité de substance qui reste sur le tabac.

B) *Analyse des cigarettes totalement extraites :*

La fumée des cigarettes provenant du tabac totalement épuisé est analysée, et les résultats comparés à ceux de la fumée de cigarettes du même lot de fabrication mais non extraites (tableau I).

On constate que l'extraction par CH_2Cl_2 + alcool est meilleure que par CH_2Cl_2 seul.

TABLEAU I.

Analyses de cigarettes Maryland.

		Non extr.	Extraites par CH_2Cl_2 puis $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Extr. par CH_2Cl_2
Anthracène	(γ % cig)	14.00	12.90 (I) — 8 (II) — 11	
Pyrène	»	8.70	5.90 — 32 — 16	
3,4-benzopyrène	»	0.37	0.18 — 49 — 33	
Hydr. aliph.	(mg % cig)	68.50	9.90 — 86 — 79	
Goudrons	(g % cig)	1.76	1.29 — 27 — 27	

(I) Diminutions en %.

(II) " " observées dans le travail précédent (2).

C) *Analyse de la fumée des cigarettes imprégnées :*

1) *Addition d'hydrocarbures polycycliques.*

Un mélange d'anthracène, de pyrène et de 3,4-benzopyrène a été ajouté aux cigarettes, en tenant compte du poids d'hydrocarbures des cigarettes non extraites (tableau I) et d'une destruction au cours de la combustion de 80 %, telle qu'elle a été constatée

par LYONS (3) pour le benzopyrène, ceci pour retrouver les hydrocarbures en quantités mesurables. Nous avons ajouté pour 100 cigarettes 75 γ d'anthracène, 46 γ de pyrène et 2 γ de 3,4-benzopyrène.

TABLEAU II.

Analyse de la fumée des cigarettes imprégnées d'hydrocarbures aromatiques.

	Cigarettes totalement extraites	Imprégnées	Récupération
Anthracène (γ % cig)	12.90	16.70	* + 29 5 %
Pyrène »	5.90	11.60	+ 97 13 %
3,4-benzopyrène »	0.18	0.44	+ 144 13 %
Hydr. aliph. (mg % cig)	9.90	9.80	— 1 —
Goudrons (g % cig)	1.29	1.25	— 3 —

* Diminutions et augmentations en %, par rapport aux cigarettes totalement extraites.

Les résultats du tableau II nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les hydrocarbures aromatiques ajoutés au tabac avant la combustion sont détruits en majeure partie durant la combustion (tableau II). Le 5 % seulement de l'anthracène est retrouvé; la récupération de 13 % pour le pyrène et le 3,4-benzopyrène correspond à la valeur de 20 % citée par LYONS (3); ainsi le nombre de cycles aromatiques ne joue pas de rôle dans cette pyrodestruction, et l'addition de faibles quantités d'hydrocarbures aromatiques est sans influence sur la formation des polymères (la quantité des goudrons totaux demeurant inchangée).

2) *Addition d'acides aliphatiques.*

Nous avons imprégné les cigarettes par un mélange d'acides butyrique, caprylique, stéarique et oléique.

Il est impossible de tirer une conclusion concernant l'effet de ces acides aliphatiques dans le processus de la pyrosynthèse des hydrocarbures aromatiques (6).

En effet, la quantité d'acides gras ajoutés aux cigarettes (3,25 γ %) provoque un très fort émulsionnement (lors de la séparation des fractions neutre et acide), et nous avons pu établir que ces émulsions adsorbent des quantités considérables et variables d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques.

Cependant, dans ces essais, nous avons observé une augmentation de 21 % des goudrons et lors de la chromatographie une forte

augmentation des substances brunes polymérisées migrant après le 3,4-benzopyrène.

3) *Addition de chlorophylle.*

Nous désirions connaître l'effet d'une addition de pyrrol. Cette substance étant trop facilement volatile, nous avons préféré la mettre sous la forme d'un mélange de chlorophylles naturelles.

Pour l'imprégnation des cigarettes, la chlorophylle a été mise en solution dans le CH_2Cl_2 .

TABLEAU III.

Analyse de la fumée des cigarettes imprégnées de chlorophylle.

		Cigarettes totalement extraites	Imprégnées (I)	Imprégnées (II)
Anthracène	(γ % cig)	12.90	22.20	+ 71
Pyrène	»	5.90	19.40	+ 230
3,4-benzopyrène	»	0.18	0.64 *	+ 256
Hydr. aliph.	(mg % cig)	9.90	10.80	+ 10
Goudrons	(g % cig)	1.29	1.67	+ 30

(I) Addition de chlorophylle : 8,5 g % cigarettes.

(II) Diminutions ou augmentations en %,

* Dosé après oxydation au FeCl_3 en seconde chromatographie.

Lors de la séparation chromatographique de la fraction neutre, on constate que l'addition de la chlorophylle provoque une augmentation de l'absorption de fond. De plus, la zone colorée qui suit le 3,4-benzopyrène est beaucoup plus importante que dans les essais précédents; on y observe deux nouvelles teintes rouge et verte correspondant à une substance avec un maximum d'absorption à $405 \text{ m}\mu$ (vraisemblablement dérivé de la chlorophylle).

De ce fait, le 3,4-benzopyrène n'a pu être dosé qu'après une oxydation au FeCl_3 et une seconde chromatographie (7).

L'analyse de la fumée montre une très forte augmentation des hydrocarbures aromatiques en relation avec leur poids moléculaire. Les goudrons sont aussi augmentés d'une façon très nette.

L'addition de la chlorophylle a donc un effet important sur les mécanismes de pyrosynthèse.

4) *Addition de furfurol.*

Cet aldéhyde a été choisi pour deux raisons : il est contenu naturellement dans la fumée du tabac, et son point d'ébullition n'est pas trop élevé.

TABLEAU IV.

Analyse de la fumée des cigarettes imprégnées de furfurool.

	Cigarettes totalement extraites	Imprégnées (I)	Imprégnées (II)
Anthracène (γ % cig)	12.90	15.30	+19
Pyrène »	5.90	7.70	+30
3,4-benzopyrène »	0.18	0.30	+60
Hydr. aliph. (mg % cig)	9.90	7.70	-22
Goudrons (g % cig)	1.29	1.21	- 6

(I) Addition de furfurool : 12.5 g % cig.

(II) Diminutions ou augmentations en %.

Les résultats pour les hydrocarbures aromatiques montrent que le furfurool a une action sur la pyrosynthèse des hydrocarbures polycycliques. L'augmentation de cette classe de composés est en relation avec le nombre de cycles aromatiques. De plus, l'imprégnation au furfurool provoque, durant la combustion, la formation d'une substance éluée avant l'anthracène, montrant un sommet à 339 mμ; il est possible de déceler un second sommet à 324 mμ. Le furfurool est sans action sur la formation des goudrons, alors que nous nous attendions à une augmentation des substances brunes polymérisées.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS.

On sait que la présence de substances cancérogènes contenues dans la fumée du tabac est due essentiellement au processus de combustion. La formation de ces cancérogènes peut être attribuée en partie à des *substances solubles* dans les solvants organiques (2) se trouvant en quantité relativement très faible et en partie à des *substances insolubles*, telles que la cellulose, la lignine, p. ex., représentant la plus grande partie, en poids, de la fibre de tabac.

Parmi les composés solubles dans les solvants organiques, certains seulement participent au processus de la pyrosynthèse des substances cancérogènes.

Une première constatation est que les hydrocarbures aromatiques qui se trouveraient dans le tabac avant sa combustion sont détruits en majeure partie. L'origine de ces composés dans la fumée du tabac doit donc s'expliquer d'une façon différente : les résultats obtenus montrent qu'un aldéhyde, le furfurool, participe à la pyrosynthèse des hydrocarbures aromatiques. Mais l'augmentation de ces composés est beaucoup plus marquée lorsque le tabac a été imprégné de chlorophylle. Nous pensons que ce n'est pas la chaîne phytol, mais les noyaux pentagonaux à hétéroatome d'azote

qui agissent dans ce cas. En effet, les hydrocarbures aliphatiques ne participent pas à la pyrosynthèse des hydrocarbures aromatiques (2); il est donc logique de supposer que la longue chaîne carbonée du phytol a le même comportement.

L'addition de chlorophylle ou d'acides aliphatiques produit une augmentation du poids des goudrons. Cette augmentation ne paraît pas dépendre d'un mécanisme de polymérisation, car l'addition de furfurol est sans effet. On peut l'expliquer simplement par le fait qu'une partie des substances ajoutées au tabac passe dans le condensat de la fumée.

RÉSUMÉ.

Les cancérogènes contenus dans la fumée du tabac sont formés essentiellement lors du processus de combustion à partir de substances solubles et insolubles dans les solvants organiques. Afin d'étudier l'importance des substances solubles, des cigarettes complètement extraites par CH_2Cl_2 et $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ont été imprégnées avec : 3 hydrocarbures aromatiques, 4 acides aliphatiques, du furfurol et de la chlorophylle.

Les imprégnations de furfurol et surtout de chlorophylle augmentent la quantité d'hydrocarbures aromatiques dans la fumée.

Les hydrocarbures aromatiques ajoutés au tabac sont en grande partie détruits lors de la combustion.

Les goudrons augmentent de poids avec les imprégnations d'acides aliphatiques et de chlorophylle.

SUMMARY.

Carcinogenic substances in tobacco smoke are mainly formed during the process of combustion from soluble and insoluble substances in organic solvents. In order to study the importance of soluble substances, cigarettes totally extracted by CH_2Cl_2 and $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, were impregnated with : 3 aromatic hydrocarbons, 4 aliphatic acids, furfurol and chlorophyll.

Impregnations with furfurol and particularly chlorophyll increase the amount of aromatic hydrocarbons in the smoke.

Aromatic hydrocarbons added to tobacco are destroyed in major part during the combustion.

The weight of tars increases with impregnations by aliphatic acids and chlorophyll.

ZUSAMMENFASSUNG.

Karzinogene Substanzen im Tabakrauch sind hauptsächlich im Verbrennungsprozess gebildet, und dies von löslichen und unlöslichen Substanzen in den organischen Lösungsmitteln. Um die richtige Bedeutung der löslichen Substanzen zu studieren wurden Zigaretten, die völlig mit CH_2Cl_2 und $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ extrahiert wurden, mit den folgenden Substanzen imprägniert : 3 aromatischen Kohlenwasserstoffen, 4 aliphatischen Säuren, Furfurol und Chlorophyll.

Imprägnationen mit Furfurol und besonders mit Chlorophyll erhöhen die Menge von aromatischen Kohlenwasserstoffen im Rauch.

Aromatische Kohlenwasserstoffe, die dem Tabak hinzugefügt wurden, sind grossenteils während der Verbrennung vernichtet.

Das Gewicht der Teere nimmt mit Imprägnationen bei aliphatischen Säuren und Chlorophyll zu.

BIBLIOGRAPHIE.

1. BONNET J. et NEUKOMM S. — *Oncologia* 12, 80 (1959).
2. MOURON J. C., BONNET J. et NEUKOMM S. — *Oncologia* 13, 271 (1960).
3. LYONS M. J. — *Rep. Brit. Emp. Cancer Campaign* 33, 278 (1955). 128, 1344 (1958).
4. RAYBURN C. H., WASTMANN W. B. JR., PEDERSEN P. M. — *Science* 128, 1344 (1958).
5. HOCKETT R. C. — Communication personnelle.
6. HUBERT-HABART M. — Thèse «Le benzo-3,4-pyrène pyroformé dans les produits de combustion de la cigarette. Détection, dosage, recherches des facteurs d'inhibition». Faculté des Sciences de l'Université de Paris, mars 1960.
7. BONNET J. et NEUKOMM S. — *Helv. Chim. Acta* 39, 1724 (1956).

Manuscrit reçu le 5 janvier 1961.