

---

---

**Paramètres de fumage ISO et Santé  
Canada Intense —**

**Partie 2:  
Examen des facteurs contribuant à  
la variabilité des mesures de routine  
de MPT, d'eau et de MPAEN dans la  
fumée de cigarette**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*ISO and Health Canada intense smoking parameters —*

*Part 2: Examination of factors contributing to variability in the routine  
measurement of TPM, water and NFDPM smoke yields of cigarettes*



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/TR 19478-2:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54c97abf-f97d-4dd9-b3e9-5c8bf0a3cfd/iso-tr-19478-2-2015>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Abréviations</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Influence de l'intensité de fumage sur le rendement et la composition de la fumée de cigarette</b> .....	<b>3</b>
5.1 Généralités.....	3
5.2 Examen des informations pertinentes pour la conclusion i) de l'ISO/TR 19478-1.....	3
5.3 Mesures bouffée par bouffée de la température de la fumée.....	4
5.4 Rendements en fumée, bouffée par bouffée.....	6
5.5 Intensité de fumage et rendements en fumée de la cigarette.....	13
5.6 Facteurs pertinents pour comprendre comment les cigarettes se consomment et leur utilisation pour prédire les rendements en fumée.....	23
5.6.1 Examen d'études supplémentaires.....	23
5.6.2 Examen des données d'étude du GT 10.....	37
<b>6</b> <b>Comparaison de la conception et des performances des machines à fumer rotatives et linéaires</b> .....	<b>40</b>
6.1 Examen des informations pertinentes pour la conclusion j) de l'ISO/TR 19478-1.....	40
6.2 Zone 1: Zone cigarette.....	42
6.2.1 Débit d'air/mouvement de la cigarette.....	42
6.2.2 Aspiration.....	46
6.2.3 Fin du fumage.....	47
6.3 Zone 2: La zone de collecte de la fumée.....	52
6.3.1 Généralités.....	52
6.3.2 Connexion du porte-cigarette au CFH.....	52
6.3.3 Collecte de MPT et mesure d'eau et de MPAEN.....	55
6.4 Zone 3: Le générateur de bouffées.....	60
<b>7</b> <b>Résumé général</b> .....	<b>64</b>
<b>8</b> <b>Conclusions</b> .....	<b>65</b>
<b>9</b> <b>Conclusions tirées de l'ISO/TR 19478-1</b> .....	<b>66</b>
<b>Annexe A (informative) Résumés des présentations au GT 10 et au Groupe Ad Hoc</b> .....	<b>67</b>
<b>Annexe B (informative) Liste des réunions du GT 10 de l'ISO/TC 126 et du Groupe Ad Hoc</b> .....	<b>76</b>
<b>Annexe C (informative) Matériels et procédures pour le fumage de cigarettes</b> .....	<b>77</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>79</b>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54c97abf-197d-4dd9-b3e9-5c8bf0a3cfd/iso-tr-19478-2-2015).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 126, *Tabac et produits du tabac*.

L'ISO/TR 19478 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Paramètres de fumage ISO et Santé Canada Intense*:

- *Partie 1: Résultats d'une étude internationale de fumage sur machine*
- *Partie 2: Examen des facteurs contribuant à la variabilité des mesures de routine de MPT, d'eau et de MPAEN dans la fumée de cigarette*

## Introduction

Le Groupe de travail 10 (GT 10) de l'ISO/TC 126 a été établi par l'ISO/TC 126 en 2007 en réponse à une nouvelle proposition d'étude du British Standards Institute visant à élaborer un nouveau régime pour les machines à fumer des cigarettes, plus intense que le régime de l'ISO 3308:2000 alors en vigueur, et un questionnaire a ensuite été envoyé aux membres du TC 126. Vingt des 26 membres du TC 126 ont voté en faveur de l'option suivante:

*«créer un Groupe de travail 10 qui doit être chargé de commencer les travaux préparatoires sur un «régime de fumage intense». L'OMS est invitée à participer par le biais de ses experts techniques. Aucun projet de norme ne sera présenté par ce groupe tant que la future méthode proposée par l'OMS n'aura pas été prise en considération.»*

La troisième session de la Conférence des Parties (COP) à la Convention-Cadre de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la lutte antitabac (FCTC «Framework Convention on Tobacco Control») tenue à Durban, en Afrique du Sud, du 17 au 22 novembre 2008, a prié le Secrétariat de la Convention d'inviter l'Initiative pour un monde sans tabac (TFI «Tobacco Free Initiative») de l'OMS à entreprendre la tâche suivante:

*«valider, dans les cinq ans, les méthodes d'analyse chimique applicables aux essais et au mesurage de la composition et des émissions des cigarettes identifiées comme priorités dans le rapport d'avancement du Groupe de travail 1 en utilisant les deux régimes de fumage indiqués dans l'alinéa 18 du rapport en question, et informer régulièrement la Conférence des Parties, par le biais du Secrétariat de la Convention, des progrès accomplis.»*

Les deux régimes de fumage ont été spécifiés dans l'alinéa 18 du rapport du Groupe de travail de la COP (FCTC/COP/3/6) comme suit: **(standards.iteh.ai)**

Régime de fumage	Volume de la bouffée (ml)	Fréquence des bouffées	Orifices de ventilation
ISO 3308:2000, Machine à fumer analytique de routine pour cigarettes — Définitions et conditions normalisées	35	Une fois toutes les 60 secondes	Aucune modification
Même chose que ISO 3308:2000, mais modifié comme indiqué.	55	Une fois toutes les 30 secondes	Tous les orifices de ventilation doivent être obturés par un ruban adhésif Mylar.

Les deux régimes sont ceux qui sont spécifiés dans l'ISO 3308 et par Santé Canada dans la Méthode T-115. Un certain nombre d'études relatives au fumage humain ont été présentées lors des premières réunions du GT 10 et sont incluses dans l'[Annexe A](#) pour l'exhaustivité des comptes-rendus. Cependant, le GT 10 n'a jamais considéré dans le détail la corrélation avec des régimes de fumage de machines, car ce dossier avait déjà été donné au GT 9 de l'ISO/TC 126 et le GT 9 avait produit un rapport complet, l'ISO/TR 17219.

L'Initiative de l'OMS pour un monde sans tabac a demandé au réseau OMS de laboratoires du tabac (TobLabNet «Tobacco Laboratory Network») d'accomplir le travail pratique de validation des deux régimes de fumage. En 2008, TobLabNet a organisé et réalisé un essai collaboratif pour mesurer les rendements en goudrons, nicotine et monoxyde de carbone des cigarettes lorsque le régime utilisé est celui de Santé Canada Intense (SCI). L'essai collaboratif impliquait 14 laboratoires fumant cinq produits (trois cigarettes de référence/éprouvettes de contrôle et deux produits du commerce). Les détails de cette étude collaborative ont été fournis au GT 10 de l'ISO/TC 126.

Le GT 10 avait exprimé sa volonté dès son commencement de participer avec les groupes de l'OMS à l'élaboration d'un régime de fumage intense, mais n'avait pas été invité à le faire. Par conséquent, il a décidé, à sa cinquième réunion en décembre 2009, d'entreprendre une étude collaborative pour mesurer les rendements en goudrons, nicotine et monoxyde de carbone des cigarettes en utilisant à la fois le régime de fumage de l'ISO 3308 et celui de Santé Canada Intense. Un groupe d'orientation a été établi

et le travail en laboratoire a été accompli en 2010 en impliquant 35 laboratoires fumant 10 produits (huit du commerce et deux cigarettes de référence/éprouvettes de contrôle). Un rapport final sur l'étude a été approuvé par le GT 10 et converti ultérieurement en Rapport technique, ISO/TR 19478-1. L'ISO/TR 19478-1 fournit une analyse de base des données d'étude, tirant des conclusions relatives aux sources possibles de l'augmentation de la variabilité associée au régime SCI. Ces conclusions ont fourni la base pour les études supplémentaires rapportées ici et ont incité à apporter une compréhension plus complète de la manière dont le rendement en fumée varie avec l'augmentation de l'intensité de fumage.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/TR 19478-2:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54c97abf-f97d-4dd9-b3e9-5c8bf0a3cfd/iso-tr-19478-2-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/54c97abf-f97d-4dd9-b3e9-5c8bf0a3cfd/iso-tr-19478-2-2015>

# Paramètres de fumage ISO et Santé Canada Intense —

## Partie 2:

# Examen des facteurs contribuant à la variabilité des mesures de routine de MPT, d'eau et de MPAEN dans la fumée de cigarette

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TR 19478 étend l'analyse rapportée dans l'ISO/TR 19478-1 et rapporte des études supplémentaires axées sur les conclusions i) et j) de ce Rapport technique. Elle identifie et évalue les facteurs ayant un impact sur les mesures de MPT, de MPAEN, de nicotine, d'eau, et de monoxyde de carbone dans la fumée lorsque l'intensité de régime d'aspiration augmente en passant de la valeur spécifiée dans l'ISO 3308 à celle correspondant au régime spécifié dans la Méthode T-115 de Santé Canada.

## 2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 2.1 cône de combustion de cigarette

extrémité de combustion carbonisée d'une colonne de tabac

### 2.2 régime ISO

régime d'aspiration consistant à tirer une bouffée de 35 ml de volume et de 2 s de durée toutes les 60 secondes tel que défini dans l'ISO 3308

### 2.3 régime Santé Canada Intense régime SCI

régime d'aspiration, décrit en premier lieu par Santé Canada, consistant à tirer une bouffée de 55 ml de volume et de 2 s de durée toutes les 30 secondes avec blocage de 100 % de la zone de ventilation sur le filtre de la cigarette

### 2.4 machine (à fumer) linéaire

machine à fumer satisfaisant aux exigences de l'ISO 3308, chaque porte-cigarette étant directement accouplé à un porte-filtre Cambridge (CFH) (piège à fumée)

Note 1 à l'article: Le CFH est accouplé par un orifice d'aspiration à son propre mécanisme d'aspiration et maintenu en position fixe pendant le fumage de la cigarette. La configuration la plus courante a 20 orifices d'aspiration en ligne.

### 2.5 machine (à fumer) rotative

machine à fumer satisfaisant aux exigences de l'ISO 3308 chaque porte-cigarette étant accouplé séquentiellement par l'intermédiaire d'un orifice d'aspiration à un seul porte-filtre Cambridge (CFH) (piège à fumée) et mécanisme d'aspiration

Note 1 à l'article: La configuration la plus courante a 20 orifices d'aspiration sur un carrousel partageant un seul CFH et mécanisme d'aspiration.

## 2.6

### régime Massachussetts

#### régime MA

régime de bouffées, utilisé au Massachussetts, USA, consistant à tirer une bouffée de 45 ml de volume et de 2 s de durée toutes les 30 secondes avec blocage de 50 % la zone de ventilation sur le filtre de la cigarette

## 2.7

### régime d'option B

régime d'aspiration, proposé par le Groupe de travail 9 de l'ISO/TC 126, consistant à tirer une bouffée de 60 ml de volume et de 2 s de durée toutes les 30 secondes avec blocage de 50 % de la zone de ventilation sur le filtre de la cigarette

## 3 Abréviations

CFH	Cambridge Filter Holder (porte-filtre Cambridge)
CFP	Cambridge Filter Pad (disque filtrant du filtre Cambridge)
COP	Conférence des Parties à la Convention-Cadre de l'Organisation Mondiale de la Santé pour la lutte antitabac
MPAEN ou goudrons	Matière particulaire anhydre et exempte de nicotine
GNCO	goudrons, nicotine et monoxyde de carbone lorsque les goudrons sont spécifiquement de la matière particulaire anhydre et exempte de nicotine (MPAEN)
MPT	Matière particulaire totale
HR	Humidité relative
SVD	Saturated Vapour Density (Masse volumique de la vapeur saturée)
TobLabNet	Tobacco Laboratory Network (Réseau de laboratoires du tabac) de l'Organisation Mondiale de la Santé
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
$\Delta T$	Réduction du temps pour fumer une cigarette à cause des bouffées, calculée ainsi: (Durée de la combustion libre de la cigarette – Durée de la combustion pendant le fumage)

## 4 Principe

À la suite de l'analyse des données issues de l'étude GNCO (ISO/TR 19478-1), le GT 10 a décidé d'examiner l'impact de l'accroissement de l'intensité d'aspiration sur les rendements en MPT, MPAEN, nicotine, eau et monoxyde de carbone dans les cigarettes en mettant particulièrement l'accent sur les différences résultant de l'utilisation de machines à fumer linéaires ou rotatives. Le Groupe Ad Hoc (Ad Hoc Group (AHG)) du GT 10 a été mis en place pour porter l'attention sur le processus d'examen. Les membres de l'AHG comprenaient nécessairement des représentants des fabricants de machines à fumer ainsi que les membres du GT 10 qui souhaitaient être activement impliqués dans des études ultérieures. L'examen a été accompli avec une référence particulière aux conclusions issues de l'étude GNCO du GT 10 qui compare les données de rendement en fumée pour le régime ISO (spécifié dans l'ISO 3308 et l'ISO 4387) avec celles pour le régime SCI (spécifié dans la Méthode T-115 de Santé Canada). L'AHG a d'abord identifié plusieurs différences de caractéristiques de conception entre les machines rotatives et linéaires ayant le potentiel d'altérer la collecte du condensat de fumée et augmenter ainsi la variation des mesures des rendements en fumée. Les membres individuels de l'AHG ont ensuite utilisé leur expertise pour créer des protocoles permettant d'évaluer ces facteurs dans leurs laboratoires respectifs.

Les conclusions i) et j) de l'ISO/TR 19478-1 ont fourni l'axe du travail de l'AHG, même si d'autres questions ont été également prises en considération. Les [Articles 5 et 6](#) donnent un résumé de la compréhension au sein du GT 10 et de l'AHG des questions identifiées dans les conclusions i) et j).

Les études fournissant le contexte de la présente Partie de l'ISO/TR 19478 sont énumérées à l'[Annexe A](#) avec un résumé du contenu de chacune d'elles et la réunion à laquelle elles ont été présentées. L'[Annexe B](#) fournit une liste de toutes les réunions du GT 10 et du Groupe Ad Hoc du GT 10 jusqu'à la fin de 2013.

## 5 Influence de l'intensité de fumage sur le rendement et la composition de la fumée de cigarette

### 5.1 Généralités

Les résultats de l'étude collaborative décrite dans l'ISO/TR 19478-1 ont montré que la reproductibilité des mesures de rendement en MPAEN à partir de 10 produits recueillis sous le régime de fumage SCI et mesurés dans de nombreux laboratoires était plus mauvaise que dans le cas de l'utilisation du régime ISO. Cette constatation a été confirmée par d'autres études collaboratives effectuées par le TobLabNet de l'OMS et par le CORESTA<sup>[1]</sup> comme cela est résumé à l'Article [A.11](#). La gamme des produits auxquels cette conclusion peut être appliquée a été élargie pour inclure les produits de 16 mm à 18 mm de circonférence (super slims (extra fins)) dans une petite étude ultérieure (Article [A.20](#)). Le jeu de données de l'étude GNCO du GT 10 de l'ISO a également été utilisé pour débattre des problèmes relatifs à l'analyse statistique des valeurs aberrantes combinant des données issues de machines linéaires et rotatives qui donnent des valeurs mesurées différentes pour le rendement en eau.<sup>[2][3]</sup>

À part l'augmentation du volume et de la fréquence des bouffées spécifiée pour le régime SCI, il est également nécessaire de bloquer 100 % de la ventilation sur le filtre de cigarette. La Méthode T-115 de Santé Canada spécifie d'envelopper le filtre avec une bande «invisible» (bande de cellophane adhésive) pour obturer les orifices de ventilation du filtre de cigarette, mais des porte-cigarettes spéciaux ont également été mis au point pour obtenir le même résultat. L'enveloppement des filtres avec du ruban adhésif a été examiné (Article [A.19](#)) pour l'éliminer comme étant une cause potentielle d'augmentation de la variabilité des mesures. Par ailleurs, une autre étude (Article [A.15](#)) a montré que l'utilisation de ruban et de porte-filtres spécialement conçus pour le blocage de la ventilation donnait les mêmes rendements.

Afin que le rendement accru résultant de la très forte augmentation de l'intensité de fumage du régime SCI ne surcharge pas le CFP lors de l'utilisation d'une machine linéaire avec le CFP de 44 mm (l'ISO 4387 spécifie une charge maximale de 150 mg), trois cigarettes au lieu de cinq ont été fumées par série de fumages. Une autre étude (Article [A.23](#)) a confirmé la limite de 150 mg pour le régime ISO, mais a constaté qu'elle pouvait être doublée en utilisant le régime SCI.

### 5.2 Examen des informations pertinentes pour la conclusion i) de l'ISO/TR 19478-1

La conclusion i) énonçait

*«Comme le laissaient présager les études précédentes, les rendements en eau étaient sans commune mesure plus élevés que pour les autres paramètres de la fumée mesurés selon le régime SCI. Cet effet de l'eau est un facteur qui contribue à l'augmentation des valeurs de R, mais l'amplitude de cette contribution est incertaine.»*

La conclusion i) établit le besoin de mieux comprendre comment le rendement en fumée variait avec l'intensité de fumage, et ce, en termes à la fois d'amplitude et de composition. En particulier, le besoin de rechercher la cause de l'augmentation considérable de la teneur en eau de la fumée.

Les rendements en MPT et en eau ([Tableau 1](#)) pour les 10 produits soumis aux essais dans l'étude du GT 10 permettent de voir qu'il y a une cohérence de la proportion de nicotine et d'eau dans les MPT pour tous les 10 produits et les deux régimes de fumage. La caractéristique la plus importante des données est l'augmentation du rendement moyen en eau qui passe de 10 % environ de la MPT pour le régime ISO à presque 30 % pour le régime SCI. Il est de loin le composant le plus abondant de la MPT, la nicotine représentant seulement 5 % de la MPT pour le régime SCI. Cette constatation signale un problème potentiel de mesure en utilisant les procédures normales de l'ISO pour le mesurage de la MPT

et de l'eau, car le système de collecte, à savoir le CFP contenu dans le CFH, est spécifiquement conçu pour recueillir la matière particulaire. Si une proportion majeure de l'eau de la fumée se trouve dans la phase vapeur, le rendement de la collecte de l'unité CFP/CFH sera compromis, comme le sera la mesure ultérieure du rendement en eau de la fumée.

**Tableau 1 — Rendements en MPT, eau et nicotine dans les régimes de fumage ISO et SCI**

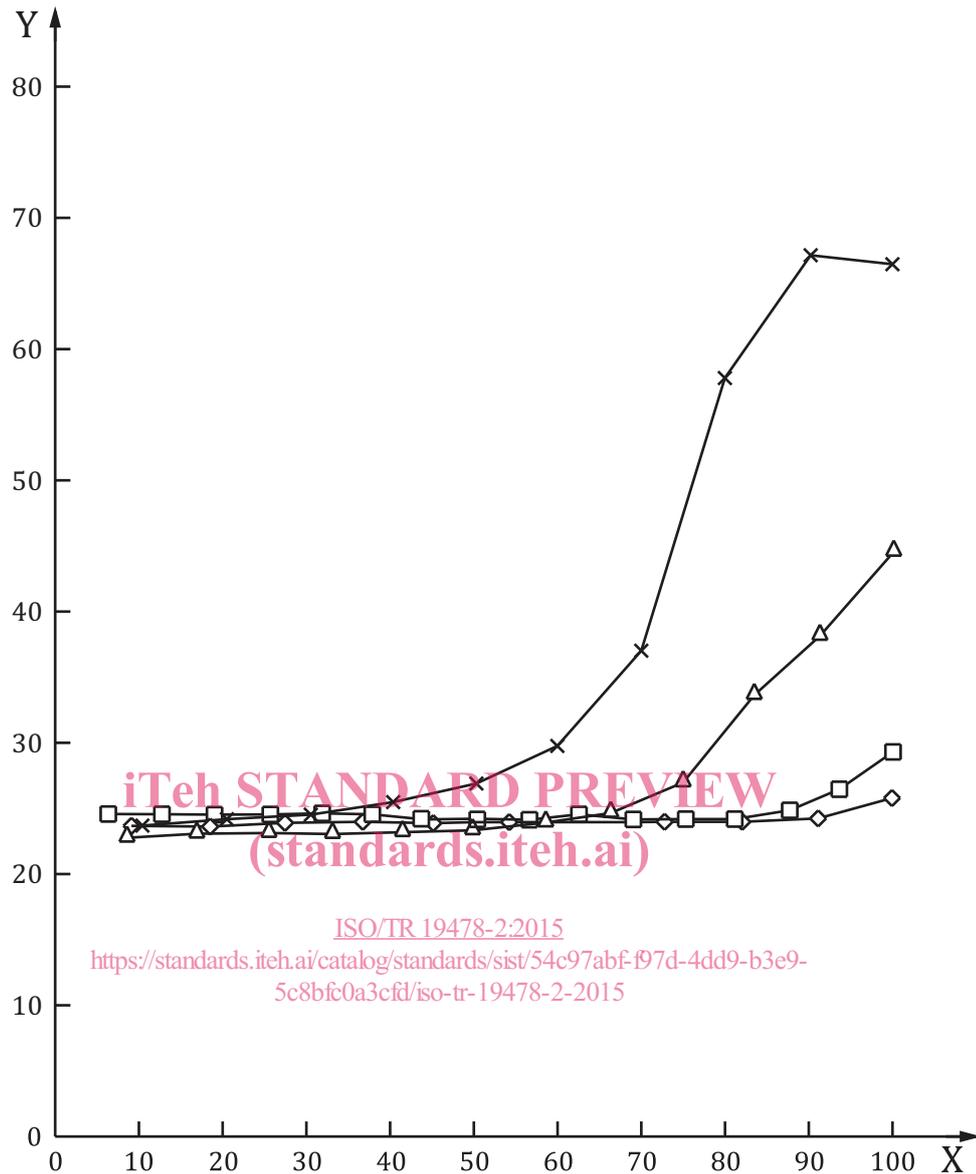
Code de produit	Régime ISO					Régime SCI				
	MPT	Eau		Nicotine		MPT	Eau		Nicotine	
	mg/cig	mg/cig	% de MPT	mg/cig	% de MPT	mg/cig	mg/cig	% de MPT	mg/cig	% de MPT
A	1,28	0,10	7,5	0,11	8,4	25,41	7,35	28,9	1,27	5,0
B	5,21	0,40	7,6	0,39	7,5	31,26	9,39	30,0	1,34	4,3
C	10,81	1,26	11,6	0,68	6,3	39,84	11,87	29,8	1,79	4,5
D	10,03	0,93	9,2	0,82	8,1	39,07	11,19	28,6	2,11	5,4
E	11,54	1,10	9,5	0,66	5,7	29,71	6,06	20,4	1,41	4,7
F	10,65	1,12	10,5	0,75	7,1	43,69	13,42	30,7	2,07	4,7
G	12,05	1,51	12,5	0,83	6,9	43,43	14,16	32,6	2,09	4,8
H	11,08	1,06	9,6	0,67	6,0	40,09	11,47	28,6	1,68	4,2
I	2,08	0,19	9,1	0,15	7,4	27,05	9,03	33,4	0,99	3,7
J	17,30	1,69	9,7	1,37	7,9	41,18	10,11	24,5	2,68	6,5
<b>Moyenne</b>	<b>9,20</b>	<b>0,93</b>	<b>9,7</b>	<b>0,64</b>	<b>7,1</b>	<b>36,07</b>	<b>10,40</b>	<b>28,8</b>	<b>1,74</b>	<b>4,8</b>

La compréhension des paragraphes ultérieurs sera facilitée par une compréhension de la nature de la fumée de cigarette et du processus de formation dans la colonne de tabac en combustion. Après allumage, la colonne de tabac forme le cône de combustion, section carbonisée à son extrémité, qui favorise alors la combustion continue du tabac restant par le biais de la chaleur libérée par l'oxydation du carbone. Des études<sup>[4]</sup> ont établi des profils thermiques dans la région du cône de combustion de la cigarette qui montrent que la température à la ligne de carbonisation sur le papier à cigarette est de 450 °C environ, la température du tabac chutant rapidement à 300 °C sur 3 mm à 4 mm. Le tabac dans cette région est débarrassé des composants volatils qui s'évaporent et migrent le long de la colonne de tabac pour s'éloigner du cône chaud. Ils refroidissent alors avec une certaine condensation pour former un aérosol de fumée en équilibre avec le nuage de vapeur restant. En même temps, certains composants de la fumée se condensent sur le tabac et diffusent aussi à travers le papier à cigarette pour se perdre dans l'environnement alentour.

Pendant l'aspiration, des composés volatils sont transférés et déposés le long de la colonne de tabac. Cette matière déposée est partiellement perdue par diffusion à travers le papier à cigarette entre les bouffées, la matière restante s'accumulant avec les bouffées successives jusqu'à ce que la ligne de carbonisation l'atteigne. Si cela se produit au cours d'une bouffée, la matière participe au rendement en fumée de cette bouffée, ce qui augmente le rendement de la bouffée. Ce processus de transfert a été démontré en suivant les variations de densité de la colonne de tabac pendant le fumage.<sup>[5]</sup>

### 5.3 Mesures bouffée par bouffée de la température de la fumée

La première de plusieurs études pertinentes (Article [A.4](#)) présentées au GT 10 a fourni des données de température pour les bouffées individuelles pendant le fumage d'une cigarette. Les données se rapportaient aux températures de crête en deux positions dans le filtre de cigarette et à quatre régimes de bouffées, à savoir ISO, SCI, MA et Option B, issus du rapport du GT 9 de l'ISO/TC 126.<sup>[6]</sup> Les températures mesurées à 5 mm de l'extrémité proximale (ou extrémité «bouche») du filtre d'une cigarette à 1 mg de goudrons (ISO) sont montrées à la [Figure 1](#).



#### Légende

X	proportion de cigarettes consommées (%)	—◇—	régime ISO
Y	température maximale dans le filtre (°C)	—□—	régime MA
		—△—	régime GT 9 (B)
		—×—	régime SCI

**Figure 1 — Températures à 5 mm de l'extrémité bouche du filtre de cigarette (Article A.4)**

La [Figure 1](#) montre que la température de la fumée lorsqu'elle sort du filtre de cigarette est proche de la température ambiante de 22 °C pour les premières bouffées. Cela indique que l'échange thermique avec le tabac et le matériau du filtre, ainsi que le mélange avec l'air aspiré dans la cigarette à travers le papier à cigarette et le filtre, sont suffisants pour refroidir la fumée à la température de l'environnement d'essai.

À mesure que d'autres bouffées sont tirées et que la colonne de tabac se consume, la température s'élève au-dessus de 22 °C. Plus le régime de fumage est intense, plus cela se produit tôt pendant l'opération de fumage et plus l'augmentation de la température au-dessus du niveau ambiant est élevée.

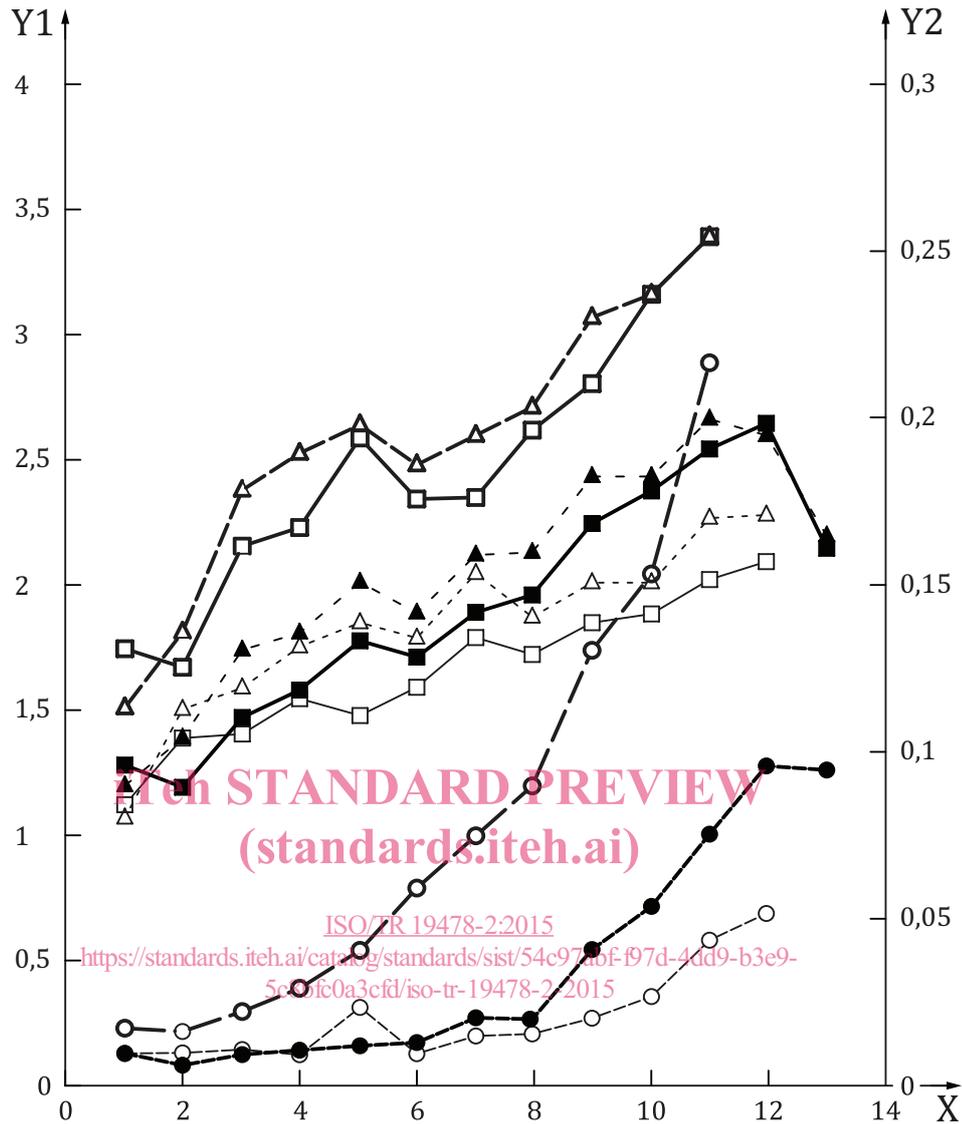
Ces mesures de la température sont fortement significatives lorsqu'il s'agit de prendre en considération la formation de l'aérosol de fumée. La fumée est initialement formée comme un mélange complexe de vapeurs et de gaz chauds juste derrière le cône de combustion de la cigarette. Elle devient alors un

aérosol à mesure qu'elle est tirée à travers la colonne de tabac et refroidit. La division des composés entre les phases vapeur et particulaire continuera à changer jusqu'à ce qu'elle atteigne une température fixe. Le système de collecte et de mesure étant maintenu à 22 °C, il est souhaitable que la fumée sorte de la cigarette à cette température pour éviter d'autres changements pendant la collecte. Cela ne se produira pas avec l'utilisation de régimes de fumage très intenses, car les mesures de température à la [Figure 1](#) indiquent que la fumée des bouffées postérieures est nettement au-dessus de 22 °C.

#### 5.4 Rendements en fumée, bouffée par bouffée

Il a été montré que la température de la fumée sortant d'une cigarette peut être supérieure à la température ambiante pour les bouffées postérieures, notamment lorsque l'intensité du régime de fumage augmente. La formation de la fumée à partir d'un nuage de vapeur derrière le cône de combustion de la cigarette étant principalement commandée par la variation de température, il semble probable que la composition de la fumée variera aussi au cours du fumage d'une cigarette. Il convient que l'examen du rendement en fumée bouffée par bouffée fasse apparaître clairement la variation de la composition de la fumée liée à sa température de sortie de la cigarette. Des données appropriées relatives au rendement d'une seule bouffée<sup>[Z]</sup> ont été mises à la disposition du Groupe Ad Hoc. Les mesures de rendement en fumée concernaient la cigarette de référence 1R4F et étaient réalisées avec un régime de fumage consistant à prendre toutes les 30 secondes des bouffées de 60 ml de volume et de 2 s de durée. Le niveau de ventilation au niveau du filtre de la cigarette variait par obturation de 0 %, 50 % ou 100 % des orifices de ventilation.

Les rendements en MPAEN, nicotine et eau pour les bouffées individuelles sont donnés à la [Figure 2](#). Les données à la [Figure 2](#) montrent que les rendements des trois composants de la fumée augmentent aussi bien à mesure que la cigarette se consume pendant le fumage qu'à mesure qu'une plus grande proportion des orifices de ventilation du filtre est obturée. L'augmentation générale du rendement en fumée lorsque la colonne de tabac se consume est attendue en raison de la réduction de la filtration et de la ventilation dans la colonne de tabac devenue plus courte. Le taux d'augmentation du rendement en MPAEN et en nicotine est comparable pour les bouffées successives et pour chacun des trois niveaux de blocage de la ventilation. Les rendements en eau montrent un profil nettement différent dans lequel le taux d'augmentation est beaucoup plus élevé lorsque la cigarette se consume et le taux augmente fortement lorsqu'un plus grand pourcentage des orifices de ventilation est obturé.

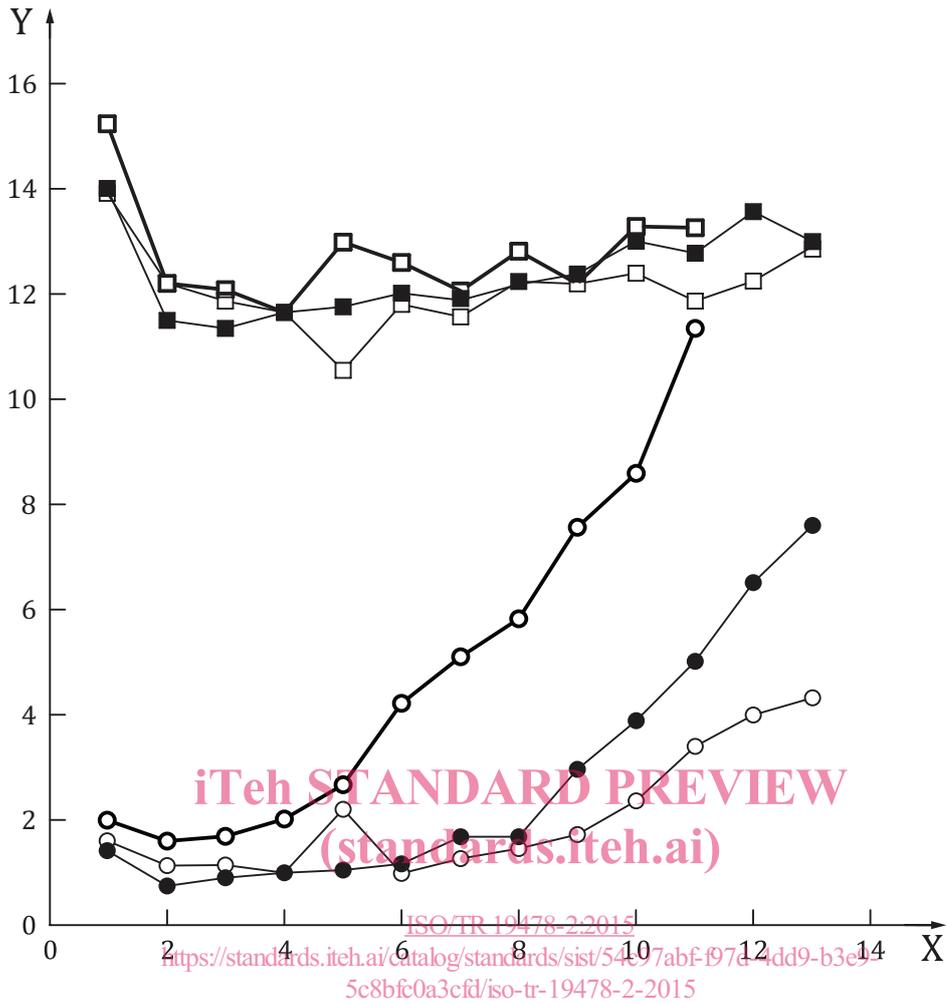


### Légende

X	nombre de bouffées	—□—	MPAEN avec 0 % de blocage de la ventilation (BV)
Y1	rendement en MPAEN et en eau (mg/bouffée)	-○-	eau avec 0 % BV
Y2	rendement en nicotine (mg/bouffée)	--△--	nicotine avec 0 % BV
		—■—	MPAEN avec 50 % BV
		--●--	eau avec 50 % BV
		--▲--	nicotine avec 50 % BV
		—□—	MPAEN avec 100 % BV
		-○-	eau avec 100 % BV
		--△--	nicotine avec 100 % BV

**Figure 2 — Rendements bouffée par bouffée à partir de la cigarette de référence 1R4F<sup>[Z]</sup>**

Ces profils de variation sont plus nettement visibles en prenant le rapport des rendements en MPAEN et en eau sur les rendements en nicotine (voir [Figure 3](#)).



**Légende**

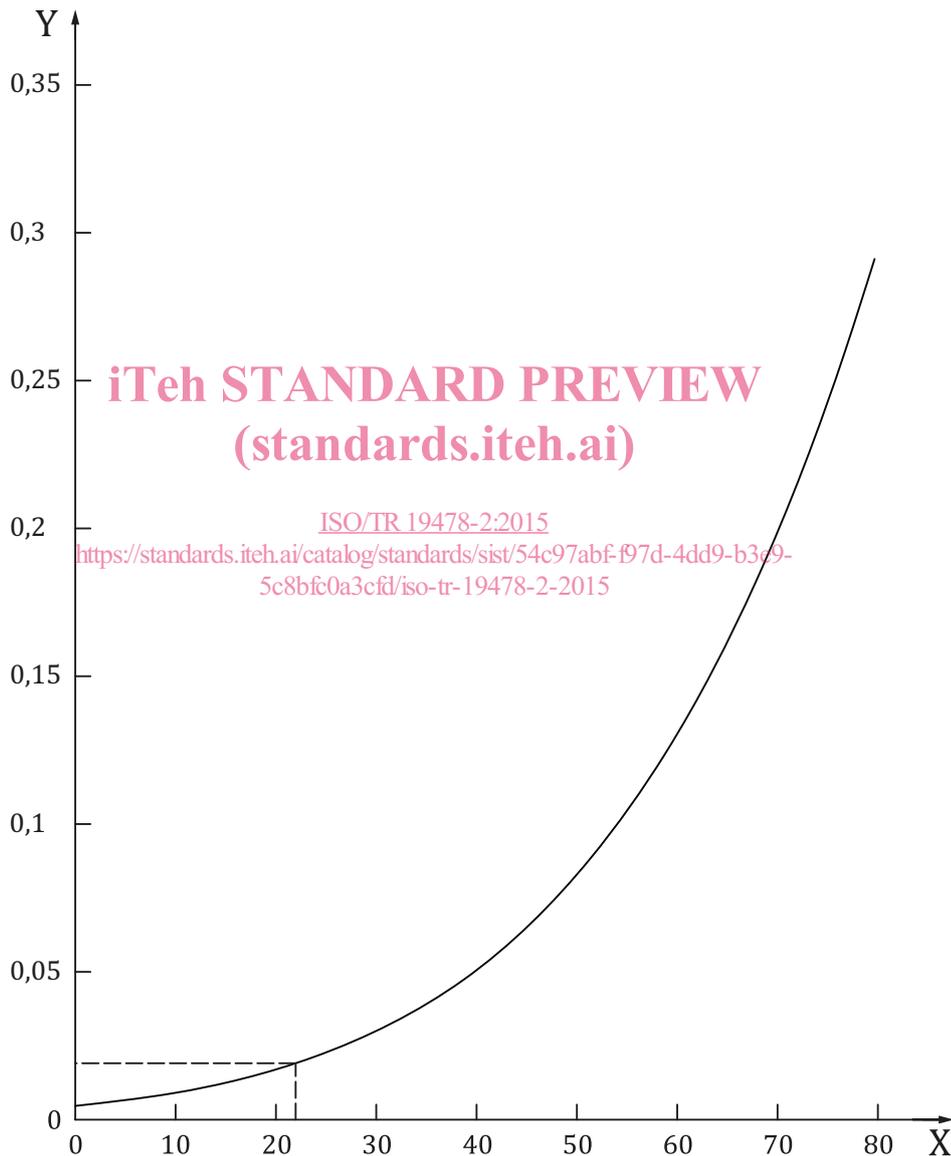
- X nombre de bouffées
- Y rendement rapporté à la nicotine
- eau avec 0 % BV
- MPAEN-0 % VB
- eau avec 50 % BV
- MPAEN avec 50 % BV
- eau avec 100 % BV
- MPAEN-100 % VB

**Figure 3 — Rendements bouffée par bouffée en MPAEN et en eau rapportés aux rendements en nicotine[7]**

Les rapports MPAEN sur nicotine à la Figure 3 montrent que le rendement relatif de ces composants de la fumée varie peu pendant le fumage d’une cigarette ou par diminution de la ventilation de filtre. Par contre, les rapports eau sur nicotine montrent que les rendements en eau sont relativement inchangés pour les bouffées initiales, mais ils augmentent rapidement ensuite. Le rendement en eau augmente également du fait que la ventilation du filtre est réduite par le blocage de la ventilation.

Les rendements en eau bouffée par bouffée ne peuvent pas être directement corrélés aux mesures de la température en 5.3, car les cigarettes soumises à essai n’étaient pas de la même conception, mais il est possible de proposer un mécanisme pour relier l’augmentation de la teneur en eau de la fumée à l’augmentation de la température de la fumée. Le tabac absorbe naturellement l’eau de l’environnement jusqu’à un niveau de 10 % en poids environ lorsqu’il est stocké à une température de 22 °C et à une humidité relative de 60 %. Lorsqu’une cigarette est allumée, la chaleur issue du cône de combustion fait descendre un nuage de composants volatils du tabac le long de la colonne de tabac où ils refroidissent et se condensent pour former l’aérosol de fumée. La vapeur d’eau sera le plus grand composant de

la fumée en phase vapeur en raison de la libération de l'eau absorbée par le tabac et de la quantité supplémentaire produite sous la forme d'un produit de combustion. Un travail antérieur non publié (Article A.9) mesurait 200 mg à 300 mg d'eau par cigarette dans la fumée du courant secondaire issue de cigarettes-filtres longues de 84 mm. Avec la présence d'aussi grandes quantités d'eau lorsque la fumée est produite, il semble inévitable que la concentration restera élevée, au niveau ou proche du niveau de la masse volumique de la vapeur saturée (SVD) de l'eau, car elle refroidit continuellement pendant qu'elle parcourt la colonne de tabac. Augmenter l'intensité de l'aspiration aura l'effet d'augmenter le transfert de chaleur du cône de combustion de la cigarette vers la colonne de tabac ainsi que de réduire le temps de séjour de la fumée. En conséquence, la fumée refroidira à un moindre degré et sortira de la cigarette à une température plus élevée. Comme montré à la Figure 4, la SVD augmente à un rythme beaucoup plus élevé que la température et permet ainsi à la fumée de transporter de beaucoup plus grandes quantités d'eau en phase vapeur.



#### Légende

X température °C

Y masse volumique de la vapeur saturée mg/ml

NOTE SVD à 22 °C = 0,0194 mg/ml.

**Figure 4 — Variation de la masse volumique de la vapeur saturée en fonction de la température**