

1 **Analyse de montres contrefaites possédant un bracelet parfumé: démarche de détection**  
2 **des composés volatils et vecteur d'information sur le phénomène**

3 Emmanuelle ERNE, Matthieu MICHELET, Quentin ROSSY, Pierre ESSEIVA, Olivier  
4 DELEMONT\*

5 *\* Institut de Police Scientifique, Ecole des Sciences Criminelles, Université de Lausanne*

6

7 **Résumé**

8 Comment l'analyse chimique des produits contrefaits peut-elle contribuer à mieux  
9 comprendre le phénomène de la contrefaçon? Pour appréhender cette question, une approche  
10 novatrice basée sur l'analyse par SPME GC-MS des composés volatils de trente-neuf  
11 bracelets parfumés présents sur des contrefaçons horlogères a été mise en œuvre. La détection  
12 de plusieurs dizaines de composés par montre a permis de définir des profils chimiques  
13 discriminants. Au total, trois groupes de montres possédant des profils comparables ont été  
14 détectés. Ces groupes ont été mis en perspective de liens physiques détectés sur la base du  
15 marquage des bracelets (marques et logos) par la fédération de l'industrie horlogère suisse  
16 (FH) et des informations spatiotemporelles des saisies. Les montres provenant d'une même  
17 saisie présentent systématiquement des liens physiques, mais pas forcément des profils  
18 chimiques similaires. Il en ressort que les profils chimiques peuvent fournir une information  
19 complémentaire à l'analyse des marquages, qu'ils varient peu dans le temps et que des  
20 montres liées chimiquement sont retrouvées dans le monde entier. Cette étude exploratoire  
21 révèle ainsi le potentiel d'exploitation de techniques d'analyse complémentaires pour mieux  
22 comprendre les modes de production, voire de diffusion de la contrefaçon. Finalement, la  
23 méthode analytique a permis de détecter des composés de plastiques en sus des constituants  
24 de parfums. Ce résultat laisse entrevoir la possibilité d'exploiter la méthode pour une large  
25 gamme de produits contrefaits.

26

27 Mots clés : Contrefaçon horlogère, SPME GC-MS, Profilage chimique, Renseignement  
28 forensique.

29

30 **Abstract**

31 How the chemical analysis of counterfeit products can contribute to better understand  
32 the phenomenon of counterfeiting? To grasp this issue, an innovative approach based on a  
33 SPME GC-MS analysis of volatile compounds of thirty-nine perfumed counterfeit  
34 watchstraps has been implemented. The detection of dozens of compounds allowed the

35 definition of discriminating chemical profiles. Three groups of watches with comparable  
36 profiles were detected. These groups have been compared to physical links detected on  
37 watchstraps tagging (trademarks and logos) by the Federation of the Swiss Watch Industry  
38 and compared to spatiotemporal information of seizures. Watches from the same seizure  
39 always have physical relationship, but not necessarily similar chemical profiles. It is  
40 concluded that the chemical profiles may provide additional information to the analysis of  
41 markings, that they vary little in time and that chemically bonded watches were found  
42 worldwide. This exploratory study thus reveals the potential exploitation of complementary  
43 analytical techniques to better understand production and distribution steps of the counterfeit  
44 market. Finally, the analytical method was able to detect compounds of plastics in addition to  
45 the constituents of perfumes. This result suggests the possibility of using the method for a  
46 wide range of counterfeit products.

47

48 Keywords: watch counterfeiting, SPME GC-MS, Chemical profiling, Forensique intelligence.

49

## 50 **1. Introduction**

51 Comment l'analyse chimique appliquée à des montres contrefaites, en particulier des  
52 composés volatils se dégageant de bracelets parfumés, pourrait-elle être le vecteur de  
53 connaissances contribuant à une meilleure compréhension du phénomène de la contrefaçon ?  
54 A priori, la démarche peut sembler incongrue. En fait, cette recherche s'intègre dans une  
55 perspective globale d'appréhension des activités liées au trafic de produits contrefaits par la  
56 contextualisation des informations véhiculées par les traces à chacune des étapes du  
57 phénomène. Elle concerne plus spécifiquement la contrefaçon de montres, activité  
58 indéniablement étendue et fructueuse, mais qui n'a fait l'objet que de peu d'études  
59 scientifiques. Les statistiques compilées à l'échelon européen démontrent pourtant  
60 l'importance de ce domaine d'activité illicite puisque ce sont plus de 470'000 montres qui ont  
61 été saisies aux frontières en 2012 (European commission, 2013). Or, comme il est  
62 généralement admis que le pourcentage des contrôles dans les flux d'entrée se situe dans un  
63 ordre de grandeur de 3 à 5%, on estime que la production annuelle de fausses montres  
64 avoisine 10 millions de pièces (Laffineur, 2005). Même si la mesure de l'ampleur de la  
65 contrefaçon révèle de nombreuses difficultés méthodologique (Hoorens *et al*, 2012), le  
66 phénomène a pris ces dernières années des proportions inquiétantes en raison notamment de  
67 l'ouverture de nouveaux marchés et des facilités offertes par Internet en matière de diffusion  
68 (Aubert et Stauffer, 2010).

69 La contrefaçon en tant que crime de marché peut se décomposer par une séquence  
70 d'activités : la *production* par divers processus de fabrication, la *distribution* par diverses  
71 voies de transit, la *diffusion* dans de multiples environnements de vente physiques ou virtuels  
72 et le *paiement* par une variété de moyens (en cash, par cartes bancaires, voire par le biais de  
73 monnaies virtuelles). Chacune des étapes génère des traces qui, par hypothèse, peuvent  
74 renseigner sur la structure des trafics et aider à mieux comprendre les relations entre les  
75 acteurs du phénomène. La science forensique, dont l'objet principal d'étude consiste  
76 précisément en la trace matérielle, peut contribuer à l'extraction de telles informations et des  
77 telles connaissances par ses réflexions et son approche systématique d'analyse du produit  
78 même d'une activité, en l'occurrence la contrefaçon (Ribaux et al. 2010, Delémont et al.  
79 2013). En partant notamment des montres saisies, œuvres des contrefacteurs, la science  
80 forensique porte donc son attention sur les traces que ces pièces comportent, en tant que  
81 reliques des différentes activités. La trace, détectée de manière systématique et analysée avec  
82 discernement, peut alors générer du renseignement sur la structure de production et/ou de  
83 trafic des montres contrefaites. Ce renseignement vise à compléter, renforcer ou nuancer les  
84 informations fournies par l'exploitation d'autres données relatives au domaine de la  
85 contrefaçon horlogère et compléter ainsi la connaissance sur l'organisation et la manière de  
86 fonctionner de ces réseaux.

87 L'exploitation de l'objet d'une production illicite pour construire une connaissance  
88 sur le marché de cette production ne constitue pas une démarche novatrice en science  
89 forensique. L'exemple le plus parlant se retrouve sans aucun doute dans l'utilisation du  
90 profilage chimique des stupéfiants. L'analyse des différents constituants de la composition  
91 d'un échantillon de stupéfiants saisis permet la construction d'un profil chimique qui, résultat  
92 des différentes étapes allant de la culture ou de la synthèse à la distribution, permet de  
93 découvrir des liens entre des saisies policières ou douanières. Dans le cas des drogues  
94 naturelles, les composés servant à la constitution de ce profil peuvent provenir directement de  
95 l'opium ou du cocaïer comme les alcaloïdes principaux de l'héroïne ou de la cocaïne ou alors  
96 se composer de produits de coupage ajoutés par la suite pour augmenter les effets du  
97 stupéfiants ou simplement maximiser les profits des dealers (Esseiva 2004). Les profils  
98 dérivés de l'analyse des constituant d'une saisie peuvent ainsi fournir différents niveaux  
99 d'information alimentant diverses dimensions de renseignement (Morelato *et al.*, 2013). A ces  
100 données issues du profilage chimique viennent s'ajouter les informations découlant de  
101 l'exploitation d'autres traces matérielles, par exemple les caractéristiques physiques, qui  
102 permettent alors de développer des hypothèses plus globales ou plus complètes sur

103 l'organisation des réseaux de production et de distribution des stupéfiants (Milliet et al. 2009).  
104 En matière de contrefaçon, une telle démarche est également mise en œuvre pour comprendre  
105 la structuration des trafics de médicaments (Degardin *et al.*, 2013), de documents d'identité  
106 (Baechler *et al.*, 2013) ou de billets de banque (Fürbach, 2013).

107 Par analogie, c'est de ce cadre général que se réclame la démarche présentée dans cet  
108 article. En transposant le domaine d'étude à celui de la contrefaçon horlogère, et en  
109 considérant un sous-ensemble de contrefaçon particulier, celui de montres comportant un  
110 bracelet parfumé, l'objectif est de détecter et d'exploiter le potentiel informatif d'une trace  
111 encore inexplorée : le parfum du bracelet. Pour ce faire, des contrefaçons d'un type de  
112 montres dont les pièces authentiques se composent d'un bracelet polymérique parfumé ont été  
113 sélectionnés, en posant l'hypothèse que la reproduction de cette particularité peut être  
114 révélatrice de l'activité de production de ce type spécifique de contrefaçons

115 La stratégie développée a ainsi constitué en une approche progressive fondée sur la  
116 détection de la trace « parfum » ou de certains de ces composants, de l'extraction de données  
117 fiables, de la compréhension du potentiel informatif véhiculé par ces données et de  
118 l'exploitation de l'apport de cette information pour la compréhension de la structure du  
119 marché lié à ce type de contrefaçon.

120

## 121 **2. Les trois défis de l'étude**

122 L'exploitation de la trace « parfum » comme vecteur de l'information sur la structure  
123 des réseaux de contrefaçon horlogère présuppose plusieurs défis successifs. Le premier réside  
124 dans le développement d'une méthode analytique appropriée et fiable, capable de capter les  
125 différents composés volatils constituant cette trace. Les résultats obtenus doivent alors faire  
126 l'objet d'une exploitation minutieuse visant à comprendre, essentiellement par le biais d'une  
127 analyse statistique, l'information véhiculée par les résultats bruts. Enfin, la contextualisation  
128 de cette information avec les autres informations disponibles permet de comprendre la  
129 contribution que la trace « parfum » est susceptible de fournir en terme de renseignement sur  
130 la production de cette forme de contrefaçon horlogère.

131

### 132 *2.1 Développement de la méthode analytique*

133 L'approche proposée implique la mise en œuvre d'une démarche analytique  
134 permettant de détecter la trace « parfum » et de la caractériser par l'établissement d'un profil  
135 de composés fiable et représentatif. Par nature, un parfum se compose de substances  
136 chimiques susceptibles de se disperser sous forme de vapeurs ; partant de ce constat, il a été

137 décidé d'orienter la démarche analytique sur la détection, l'identification et la semi-  
138 quantification des composés volatils présents dans les bracelets des montres contrefaites  
139 considérées. La démarche ainsi retenue s'est fondée sur les approches adoptées en science  
140 forensique pour l'exploitation de mélanges de composés volatils (Brown *et al.*, 2013 ; Curran  
141 *et al.*, 2010 ; Curran *et al.*, 2007 ; Furton *et al.*, 2000). Du fait de la nature des spécimens  
142 considérés – aucune étude n'ayant jusqu'à présent porté sur l'analyse des composés volatils  
143 de bracelets de montres – le développement de la procédure analytique a requis la sélection et  
144 la mise en œuvre d'une méthode d'*extraction* des produits volatils contenus dans les montres,  
145 de *séparation* de ces composés, puis de leur *détection* et *identification*. Cela s'est concrétisé  
146 par la combinaison d'une concentration des vapeurs par espace de tête (headspace) suivie  
147 d'une analyse en chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse  
148 (GC-MS).

149

## 150 *2.2 La structuration des données : création d'un profil et analyse statistique*

151 Sur la base des résultats obtenus par l'analyse des composés volatiles identifiés, un  
152 traitement des données, s'appuyant sur des indicateurs statistiques, est entrepris. Il vise  
153 plusieurs buts : tout d'abord à déterminer quels sont les composés qui peuvent être identifiés  
154 de manière reproductible et qui peuvent être associés à la trace « parfum ». Ensuite, parmi ces  
155 composés, les plus informatifs sont sélectionnés et constituent les variables définissant le  
156 profil chimique de chacune des montres pour l'analyse considérée. Ces profils sont comparés  
157 entre eux, groupés en fonction de leur degré de similarité par le biais de méthodes statistiques,  
158 et des liens sont ainsi attribués entre les différents profils appartenant à un groupe. Cette étape  
159 de traitement des résultats permet donc de passer des données brutes fournies par la chaîne  
160 analytique à un profil informatif composé d'une sélection de variables fiables et pertinentes ;  
161 puis, sur la base de ce profil, de tirer des rapprochements entre des montres contrefaites  
162 présentant des profils chimiques proches.

163

## 164 *2.3 L'intégration de l'information : contextualisation des groupes détectés*

165 La démarche analytique et le traitement des résultats ne constituent pas une fin en soi :  
166 ils sont au service de la production de renseignement participant à la connaissance de la  
167 structure de production des contrefaçons. Ils permettent d'obtenir des informations par la  
168 détection de similarités entre les profils chimiques des composés volatils détectés. La valeur  
169 de cette information doit être mise en perspective avec l'ensemble des données disponibles  
170 sur ces contrefaçons, afin de pouvoir saisir la portée et le sens du renseignement véhiculé par

171 les liens ainsi révélés. Dans le cadre de la recherche présentée ici, les relations détectées par le  
172 profilage chimique de composés volatils ont été confrontées aux liens physiques détectés par  
173 la comparaison de marquages moulés dans les bracelets (marque et modèle de la montre). Par  
174 la suite, ces résultats ont été mis en perspective des données spatiotemporelles relatives aux  
175 saisies des montres contrefaites.

176

### 177 **3. Démarche analytique**

#### 178 *3.1 Spécimens à disposition*

179 Les montres utilisées pour cette recherche ont été mises à disposition par la Fédération  
180 de l'industrie horlogère suisse (FH). Il s'agit de contrefaçons saisies à la frontière suisse ou  
181 achetées dans divers pays par des partenaires de la FH. La sélection à disposition se compose  
182 de 39 pièces, contrefaçons d'un modèle particulier d'une marque donnée. Ces pièces ont été  
183 sélectionnées par la FH sur un intervalle de plusieurs mois et elles ont été conservées dans  
184 deux boîtes en carton depuis le moment de la saisie jusqu'à la mise en œuvre de cette  
185 recherche (21 pièces dans la première boîte, 18 dans la seconde). Ces montres comportent  
186 toutes un bracelet en plastique et la majorité de ceux-ci diffusent une odeur parfumée qui est  
187 aisément perceptible au nez.

188

#### 189 *3.2 Stratégie de développement de la démarche analytique*

190 La démarche de développement d'une méthode analytique d'extraction, séparation et  
191 détection des composés volatils s'est déroulée sur la base d'un sous-échantillon de 10 des 39  
192 montres de contrefaçon ; ce n'est qu'une fois la procédure analytique établie que l'ensemble  
193 de la sélection des montres considérées dans cette étude a été soumis à analyse.

194 Comme la majorité des contrefaçons à disposition diffusaient un parfum de vanille,  
195 l'établissement de la méthode analytique s'est fondé sur les procédures existantes pour  
196 l'analyse de la vanilline, ce composé constituant en effet l'une des substances principales de  
197 l'odeur de la gousse de vanille (De Jager *et al.*, 2008 ; Pérez-Silva *et al.*, 2006).

198

#### 199 *3.3 Extraction des composés volatils*

200 Une première approche d'extraction des composés volatils par *headspace direct* a été  
201 expérimentée : chaque montre a été conditionnée dans un sac polymérique multicouches  
202 [Ampac Flexibles] fermé de manière hermétique par thermosoudage. Après chauffage à  
203 l'étuve (80° C) durant 30 minutes pour favoriser la production de vapeurs, une portion (1 ml)  
204 de la phase gazeuse contenue dans le sac a été prélevée au moyen d'une seringue en verre.

205 L'analyse de ce prélèvement n'a pas permis de détecter la présence de composés volatils. La  
206 démarche a donc été réorientée vers une méthode d'extraction plus sensible incluant une étape  
207 de concentration des vapeurs, la microextraction en phase solide (*Solid phase micro-*  
208 *extraction, SPME*). L'extraction passive par SPME consiste à exposer une fibre revêtue d'un  
209 matériau adsorbant aux vapeurs en équilibre avec un spécimen solide ou liquide. Les  
210 composés volatils qui, par diffusion naturelle entrent en contact avec la fibre se fixent à sa  
211 surface, créant ainsi un site de concentration. Concrètement, la procédure d'extraction par  
212 *headspace passif* au moyen de la SPME a été appliquée de la manière suivante : chaque  
213 montre, enfermée dans le sac multicouches hermétique, a été chauffée durant 30 minutes à  
214 75°C. L'extraction des composés volatils a alors été réalisée au moyen d'un dispositif  
215 d'extraction SPME manuel pourvu d'une fibre PDMS-DVB 65 µm [Supelco]. La fibre a été  
216 exposée à la phase gazeuse contenue dans le sac durant 10 minutes dans une étuve à 75°C.  
217 Cette approche a permis de détecter des composés volatils, mais elle n'était pas très sensible.  
218 Dès lors, pour surmonter cette difficulté, il a été décidé de procéder à la découpe d'un disque  
219 d'environ 0.8mm de diamètre dans chacun des bracelets de montre. Chaque disque a été placé  
220 dans un petit récipient en verre d'une contenance de 20ml fermé de manière hermétique. Une  
221 démarche d'extraction par SPME identique à celle qui a été précédemment décrite a été  
222 appliquée, mais au moyen d'un passeur d'échantillons Combi PAL MPS2 [Gerstel]. Cette  
223 variante, bien qu'impliquant un traitement destructif sur les spécimens – le découpage du  
224 bracelet – a permis d'accroître la sensibilité de la méthode d'extraction des composés volatils.

225

### 226 3.4 Analyse et détection des composés

227 La chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à spectrométrie de masse  
228 (GC-MS) s'est imposée comme la technique de séparation et de détection de choix du fait de  
229 la nature volatile des composés recherchés (trace « parfum »). Le *tableau 1* synthétise les  
230 différents paramètres techniques de la méthode retenue pour l'analyse GC-MS qui a suivi la  
231 procédure d'extraction par SPME. Cette méthode a permis la séparation et la détection des  
232 différents constituant volatils des bracelets de montre considérés. L'identification de ces  
233 composés s'est ensuite fondée sur une comparaison avec la banque de données de spectres de  
234 masse NIST08 et par l'injection de standards de référence. La *figure 1* présente un exemple  
235 des différents composés, dont la vanilline, détectés sur l'un des bracelets de montre.

236

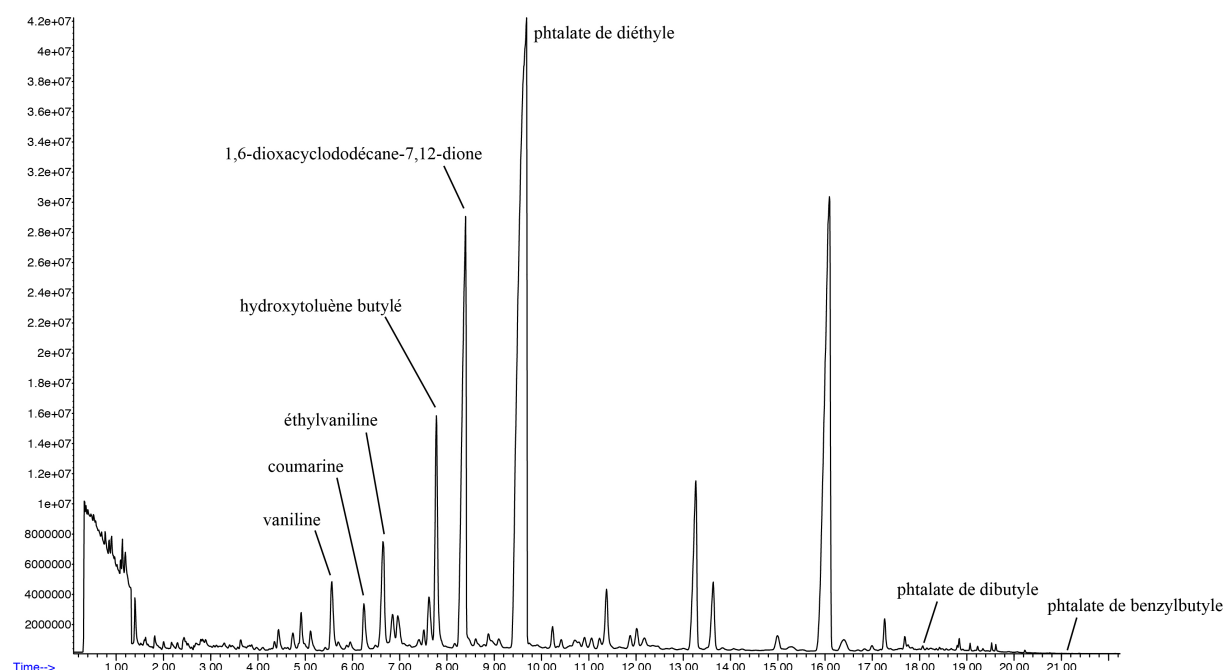
237

238

<b>Instrument de chromatographie en phase gazeuse (GC)</b>	<i>Agilent Technologies 7890A</i>
injection	<i>modesplitless</i>
température de l'injecteur	<i>250°C</i>
temps de désorption de la fibre SPME	<i>2 min</i>
colonne capillaire	<i>HP-5MS (30m, 0.25 mm, 0.25 µm)</i>
gaz vecteur	<i>hélium, à un débit constant de 1.2 ml/min</i>
programme de température du four	<i>100°C pendant 1 min ; 10°C/min jusqu'à 153°C, 1 min à 153°C ; 0.2°C/min jusqu'à 154°C ; 20°C/min jusqu'à 250°C, 3 min à 250°C</i>
<b>Instrument de spectrométrie de masse (MS)</b>	<i>Agilent Technologies 5975C inertXL MDS</i>
mode de ionisation	<i>impact électronique</i>
températures : ligne de transfert / source / analyseur	<i>250°C / 230°C / 150°C</i>
plage de détection	<i>10-400 m/z</i>
taux d'échantillonnage	<i>1.9 scans/s</i>

239 *Tableau 1 – paramètres de GC-MS de la méthode analytique*

240



241

242 *Figure 1 – Chromatogramme obtenu après l'analyse des composés volatils présents sur l'un des*  
 243 *bracelets. Le pic de vanilline est visible à environ 5.5min.*

244

### 245 *3.5 Répétabilité et fiabilité des résultats*

246 Afin de vérifier la répétabilité des résultats, les bracelets des montres faisant partie du  
 247 sous-échantillon sélectionné pour le développement de la démarche analytique ont été  
 248 analysés à plusieurs reprises. Sur chacun de ces bracelets, trois prélèvements par découpe ont  
 249 été effectués puis analysés. Les résultats obtenus montrent une bonne répétabilité qualitative  
 250 et quantitative : les composés présents sur chaque chromatogramme d'une même montre sont  
 251 toujours les mêmes et leur intensité est également comparable pour les trois analyses.



252 Afin d'évaluer l'influence de potentielles contaminations dues au stockage ou à la  
253 manipulation des montres, 4 des 10 montres du sous-échantillon ont été lavées au moyen de  
254 savon de Marseille sans parfum et d'eau distillée (Curran et al., 2010) avant d'être à nouveau  
255 analysées. Aucun composé n'a disparu après lavage. Cependant, de nouveaux composés  
256 provenant du savon ont été détectés. Sur la base de ces résultats, il a été décidé de ne pas  
257 inclure d'étape de lavage des montres dans la démarche analytique finale.

258

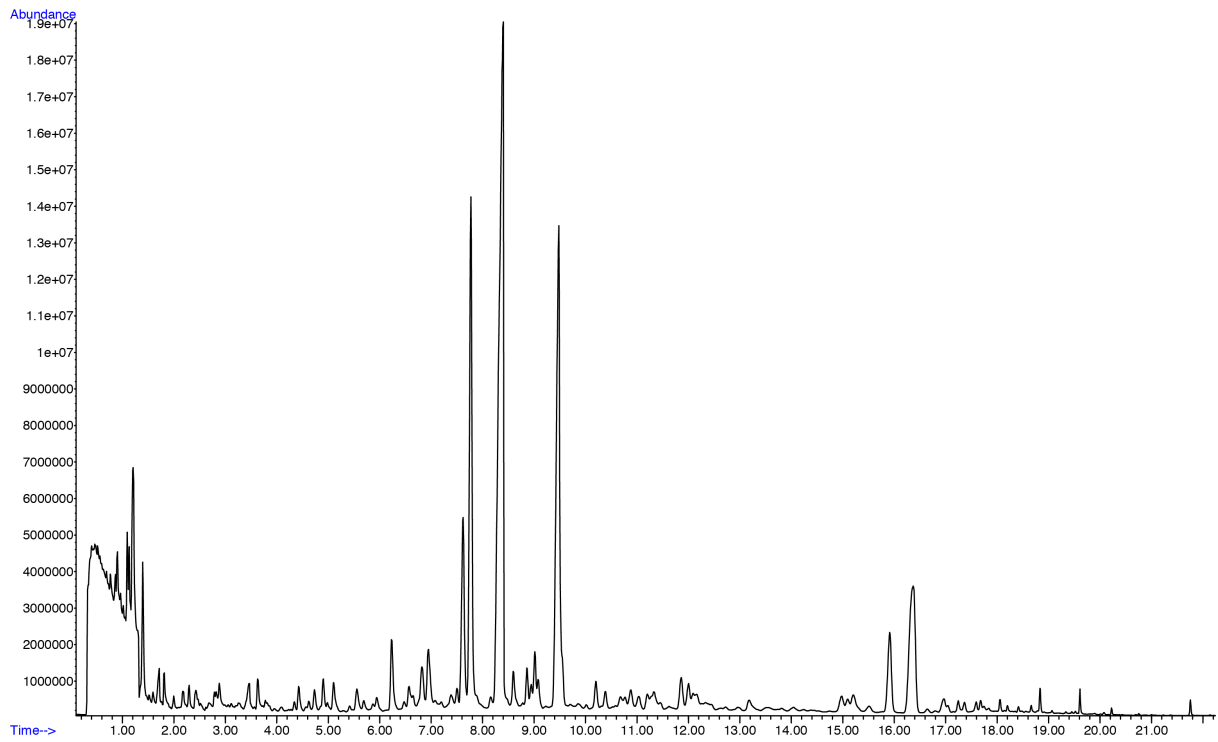
#### 259 **4. Traitement et analyse statistique des données**

##### 260 *4.1 Sélection des variables et construction du profil chimique*

261 La méthode a permis de détecter plus de septante composés pour chacun des bracelets  
262 de montre considérés. Il a dès lors fallu définir lesquels parmi ces composés devaient être  
263 utilisés comme variables pour la construction d'un profil chimique permettant de mettre en  
264 exergue des relations entre les différentes contrefaçons étudiées. Pour ce faire, une démarche  
265 itérative de retranchement a été réalisée, conduisant à la construction d'un profil informatif  
266 composé d'une sélection de variables. Afin d'éviter que le profil chimique ne comporte des  
267 composés pouvant provenir de contaminations issues de la manipulation ou de  
268 l'acheminement des montres (par ex. de la crème pour les mains), un premier niveau de  
269 sélection a consisté à ne retenir que les composés utilisés dans le domaine de la parfumerie ou  
270 de la fabrication des plastiques. Cette classification s'est fondée sur l'usage le plus courant de  
271 chacun des composés identifiés en se basant sur plusieurs sources d'informations  
272 (webbook.nist.gov, consulté le 31.05.13 ; Budavari *et al.*, 1989).

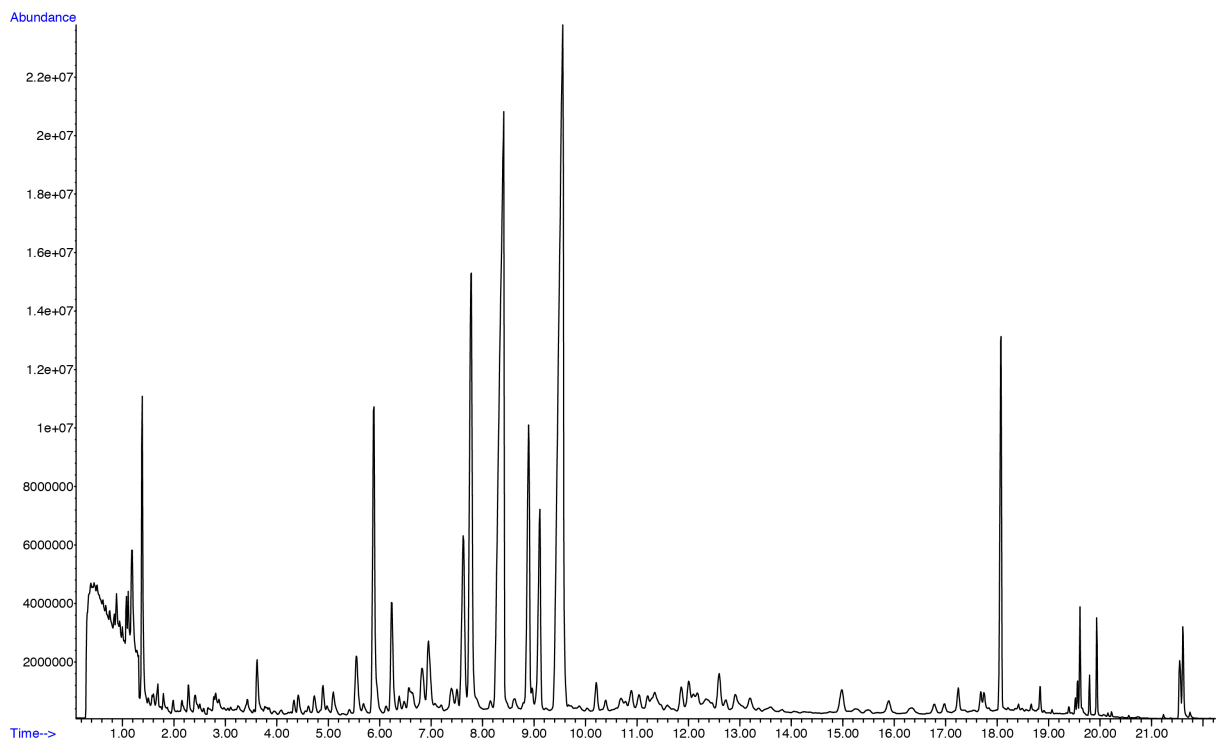
273 Le second niveau de sélection a consisté à écarter, parmi les substances retenues du  
274 fait de leur utilisation en parfumerie ou dans la confection des plastiques, les composés qui  
275 n'étaient pas détectés dans une majorité des bracelets analysés. Ce choix a été guidé par  
276 l'objectif initial de la recherche qui consistait à évaluer la possibilité de mettre en évidence  
277 des relations sur la base des parfums présents sur les bracelets de montre et de la composition  
278 de ces bracelets. Il était donc nécessaire de considérer les composés qui apparaissaient de  
279 manière répétée dans l'ensemble des analyses réalisées. Les figures 2a-2c illustrent la  
280 variabilité des chromatogrammes d'une montre à l'autre ainsi que les composés qui leurs sont  
281 communs.

282



283

Figure 2a - Chromatogramme de la montre numéro 4.



284

Figure 2b - Chromatogramme de la montre numéro 5.

285

286

287

288

289

290

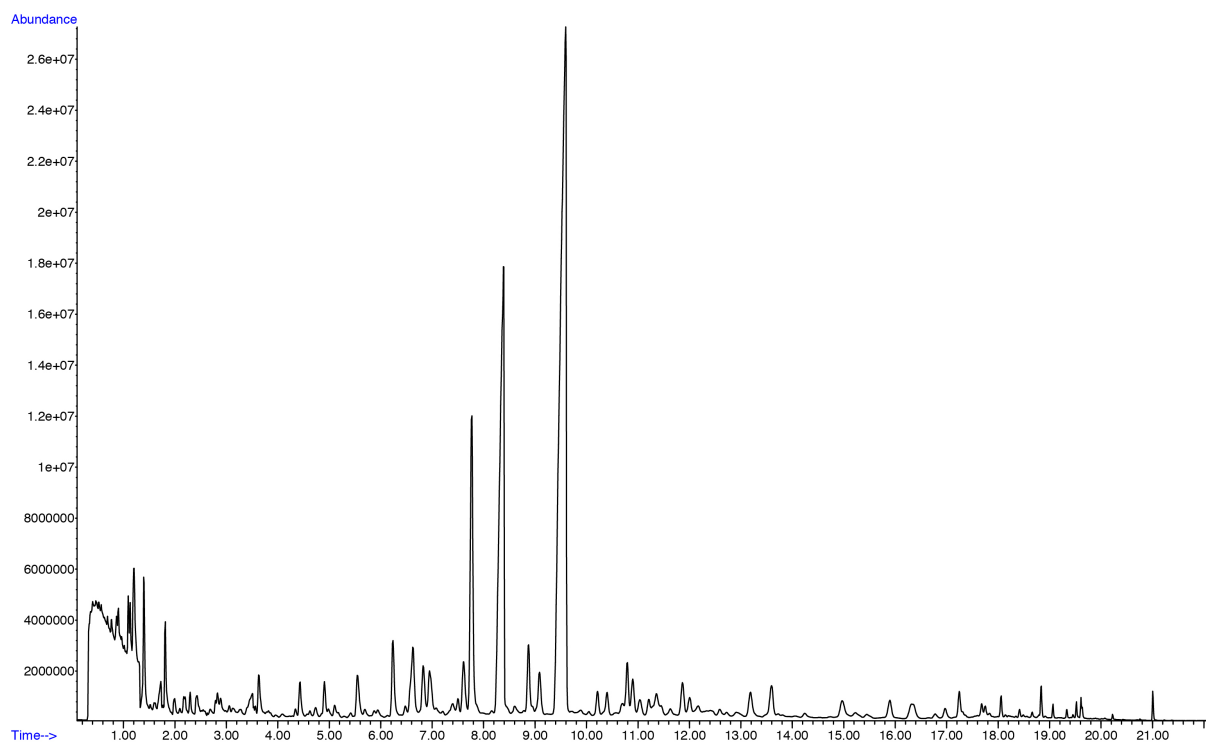


Figure 2c - Chromatogramme de la montre numéro 10.

291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300

Le *tableau 2* présente les composés retenus ainsi que le nombre de montres sur lesquelles chacun de ces composés a été détecté. La 1-6-dioxacyclododecane-7,12-dione, a également été retenue même si son origine n'a pas pu être formellement identifiée : il peut s'agir d'un composé volatil émanant d'une résine de polyuréthane après un traitement à la chaleur ou d'un sous-produit découlant du processus de fabrication de polyesters uréthane (Félix *et al*, 2012). Ces différents composés sont également représentés sur le chromatogramme de la *figure 1*.

Type	Composés	Test	Total
Parfum	vanilline	10	39
	éthylvanilline	9	38
	<i>coumarine</i> *	9	39
	phtalate de diéthyle	10	39
Plastique	<i>phtalate de benzylbutyle</i> *	6	17
	phtalate de dibutyle	10	39
	hydroxytoluènebutylé	10	39
Indéterminé	1,6-dioxacyclododecane-7,12-dione	10	39

\* *exclus après comparaison des intra et inter variabilités (cf. 4.2)*

301  
302  
303  
304

*Tableau 2 – Composés sélectionnés comme variables pour la construction du profil chimique en fonction de leur nature et fréquence d'apparition dans les spécimens analysés.*

305 La transcription des variables sélectionnées en valeur numérique à partir des  
 306 chromatogrammes a été réalisée de manière automatique. Pour chacun des composés, un ion  
 307 cible (*target*) a été défini et la semi-quantification a été réalisée par intégration de l'aire du  
 308 pic. La caractérisation du ion cible vise à s'assurer que c'est bien le composé souhaité qui est  
 309 intégré. Elle s'est appuyée sur le temps de rétention du pic et sur la prise en compte des  
 310 proportions d'autres ions correspondant à ce composé (*qualifiers*) (Esseiva *et al.*, 2011). Le  
 311 *tableau 3* présente les temps de rétention, les ions cibles et les ions de confirmation des huit  
 312 composés sélectionnés pour la construction du profil chimique.  
 313

<b>Variable</b>	<b>Temps de rétention (min)</b>	<b>Ion cible [<i>target</i>] (m/z)</b>	<b>Ions de confirmation [<i>qualifiers</i>] (m/z)</b>
vanilline	5.549	151	152,81,109
coumarine	6.203	118	146,90,63
éthylvanilline	6.627	137	166,138
hydroxytoluènebutylé	7.770	205	220,145
1,6-dioxacyclododecane-7,12-dione	8.334	55	84,100,129
phtalate de diéthyle	9.596	149	177,150,176
phtalate de dibutyle	18.416	149	150,205,225
phtalate de benzylbutyle	21.005	149	91,206

314 *Tableau 3 – Paramètres utilisés pour la méthode de quantification des variables du profil chimique*

#### 315 4.2 Prétraitement de données et raffinement du profil chimique

316 La quantification des composés a été réalisée par normalisation à la somme des aires :  
317 pour chaque composé, un rapport est calculé entre l'aire mesurée – par l'intégration du pic du  
318 ion cible – à la somme des aires de tous les composés du profil. Les données ainsi normalisées  
319 permettent d'étudier, d'une part, l'*intra-variabilité*, c'est-à-dire la dispersion des résultats  
320 d'analyse des trois prélèvements effectués sur une même montre, et d'autre part, l'*inter-*  
321 *variabilité*, à savoir la distribution des valeurs de chacun des composants sur l'ensemble des  
322 bracelets de montre considérés. Pour chaque composé, une mesure de l'écart-type relatif  
323 (rapport entre l'écart-type et la moyenne) a été calculé afin de déterminer quelles étaient les  
324 variables qui présentaient, pour le jeu de données étudié, une faible intra-variabilité (bonne  
325 reproductibilité pour un même bracelet) et une grande inter-variabilité (grande dispersion  
326 parmi l'ensemble des bracelets). Sur la base de cette mesure, le phtalate de benzylbutyle a été  
327 retiré du profil chimique en raison de son intra-variabilité plus importante que son inter-  
328 variabilité. La coumarine a également été écartée du fait que son intra-variabilité était  
329 similaire à son inter-variabilité.

330 Au final, ce sont donc six composés qui ont été retenus pour définir le profil chimique:  
331 la vanilline, l'éthylvanilline, le phtalate de diéthyle, le phtalate de dibutyle,  
332 l'hydroxytoluènebutyléet la 1,6-dioxacyclododecane-7,12-dione.

333

#### 334 4.3 Analyse statistique des profils chimiques

335 Les profils chimiques ont été étudiés à l'aide de deux méthodes statistiques pour  
336 détecter des recouvrements : l'analyse en composantes principales (PCA, *Principal*  
337 *Components Analysis*) et l'analyse de regroupement hiérarchique de données (HCA,  
338 *Hierarchical Cluster Analysis*). La première approche, l'analyse en composantes principales,  
339 consiste à transposer les variables constituant le profil chimique en une combinaison de  
340 nouvelles variables non corrélées (orthogonales) ; cela a pour effet de pouvoir réduire le  
341 nombre de variables (6 pour le profil chimique considéré dans cette étude) tout en gardant la  
342 majorité de l'information (variance) véhiculée par le profil chimique. La PCA permet ainsi,  
343 en étudiant la répartition des spécimens analysés dans un espace définis par les deux ou trois  
344 premières composantes principales, de visualiser graphiquement l'existence d'agglomérats de  
345 spécimens de profils chimiques proches.

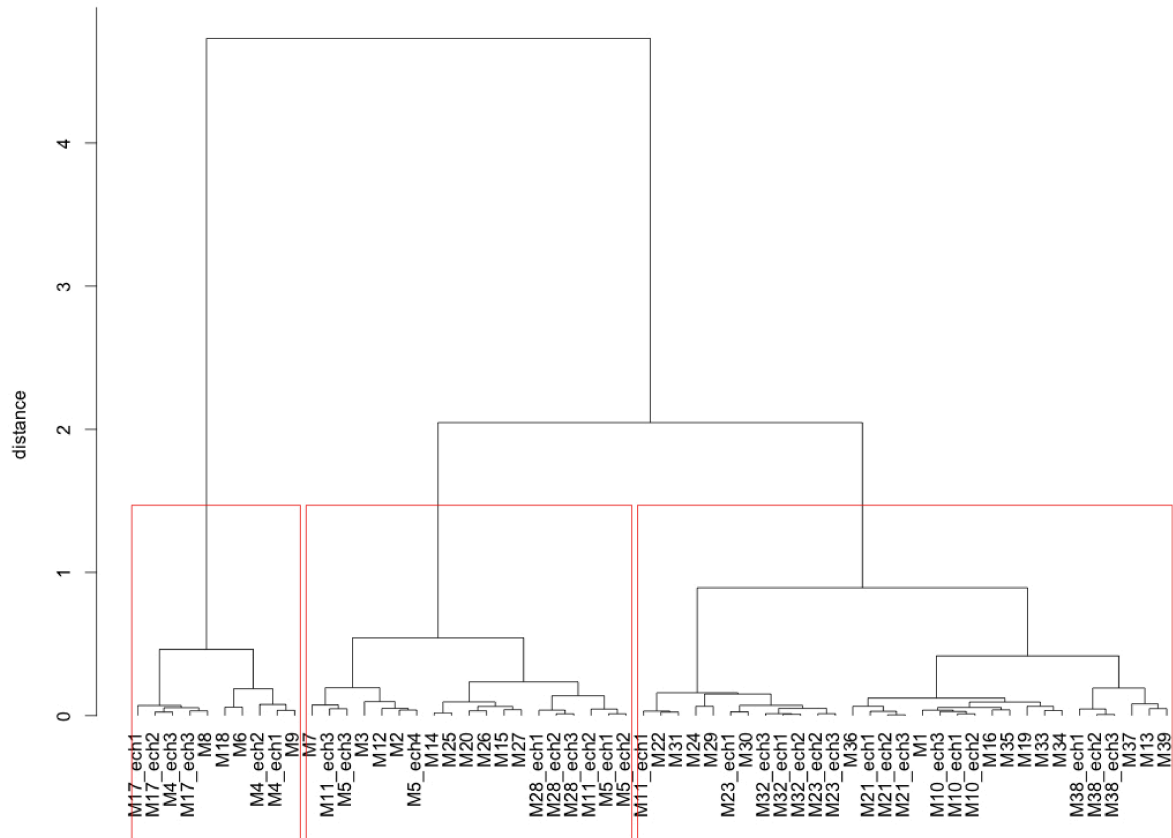
346 La seconde approche statistique permet de regrouper de manière itérative l'ensemble  
347 des spécimens dans des classes en fonction d'une mesure de leur similarité. Dans le cadre de  
348 la présente recherche, la métrique utilisée comme indicateur de similarité a été la distance

349 euclidienne et les classes ont été créées par regroupement hiérarchique au moyen d'une  
350 approche visant à minimiser la variance à l'intérieur d'une classe (méthode de Ward). La  
351 répartition des différentes classes obtenues par regroupement hiérarchique ainsi que la  
352 distribution des spécimens au sein de ces classes sont étudiées par leur représentation  
353 graphique sous la forme de dendrogrammes.

354 Outre le profil chimique des six composés retenus, deux autres sous-ensembles ont été  
355 évalués. Il s'agit du sous-profil comportant seulement les 3 composés relatifs au parfum  
356 (vanilline, éthylvanilline et phtalate de diéthyle) et du sous-profil comprenant les 2 variables  
357 associées à des composés issus de la fabrication du plastique (phtalate de dibutyle et  
358 hydroxytoluènebutylé). Il a ainsi été évalué si l'information tirée des variables correspondant  
359 au parfum, respectivement au plastique, apportait une perspective différente de celle du profil  
360 chimique complet.

361 Pour chacun de ces trois ensembles (profil chimique complet et les deux sous-profils),  
362 les deux analyses statistiques ont abouti à la discrimination de trois groupes de spécimens.  
363 Comme le montrent les *figures 3* et *4*, les résultats obtenus par la PCA et l'HCA sont très  
364 proches. Des différences de classification sont observées pour les montres se situant à  
365 proximité immédiate des délimitations spatiales des groupes pour la PCA (cf. *figure 4*). Dès  
366 lors, les groupes formés par la méthode de regroupement hiérarchique (HCA) ont été utilisés  
367 pour la suite de l'étude.

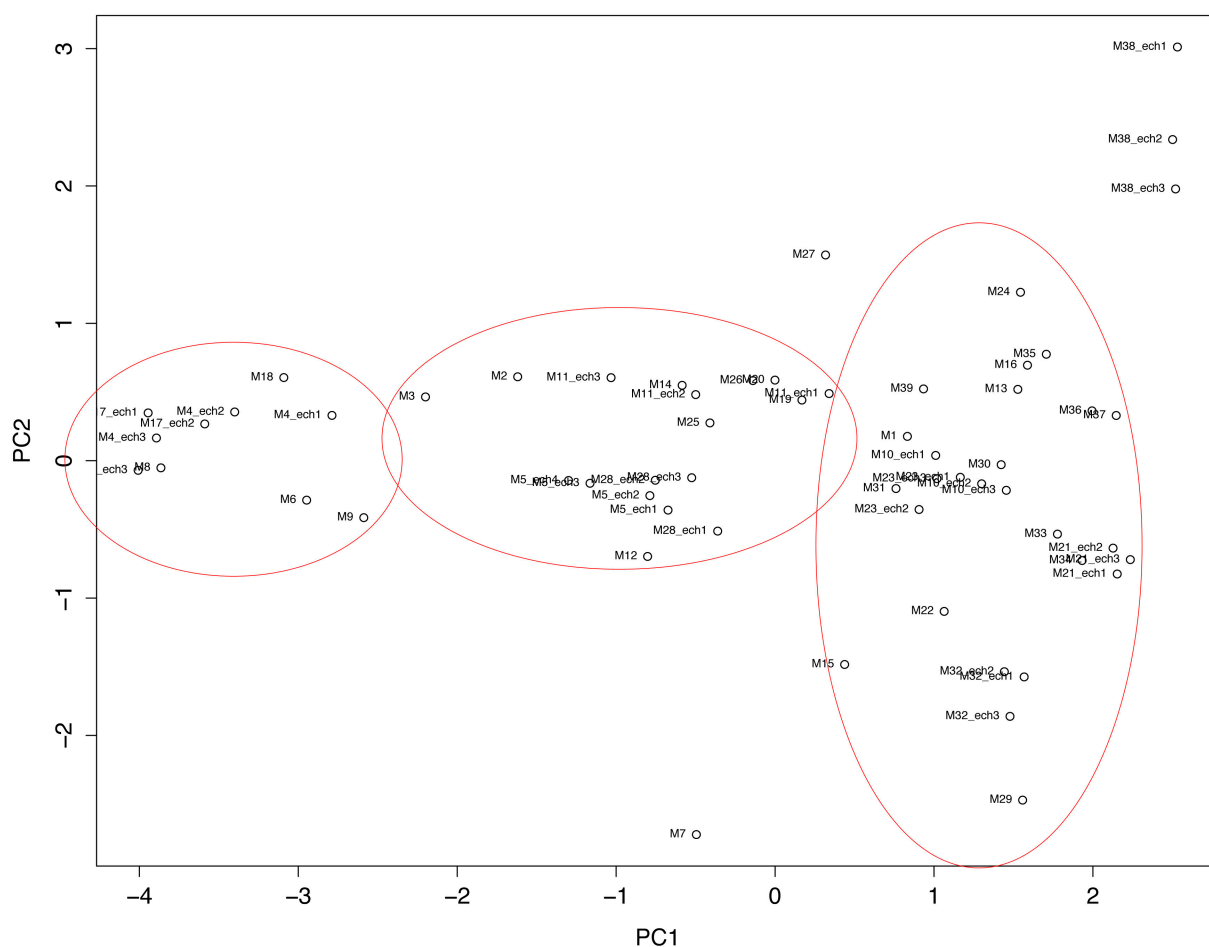
Cluster pour toutes les variables



368  
369  
370  
371  
372

Figure 3 –Dendrogramme présentant les résultats du regroupement hiérarchique de l'ensemble des spécimens analysés en considérant les 6 composés du profil chimique. En se fondant sur la valeur de seuil de distance euclidienne mesurée pour l'intra-variabilité, 3 groupes peuvent être distingués.

## PCA pour toutes les variables



373

374 *Figure 4– répartition de l'ensemble des spécimens en fonction des deux premières composantes*  
375 *principales en considérant les 6 composés du profil chimique. Les cercles représentent les groupes*  
376 *formés par PCA et les motifs des points représentent les groupes formés par la méthode de*  
377 *regroupement hiérarchique.*

378

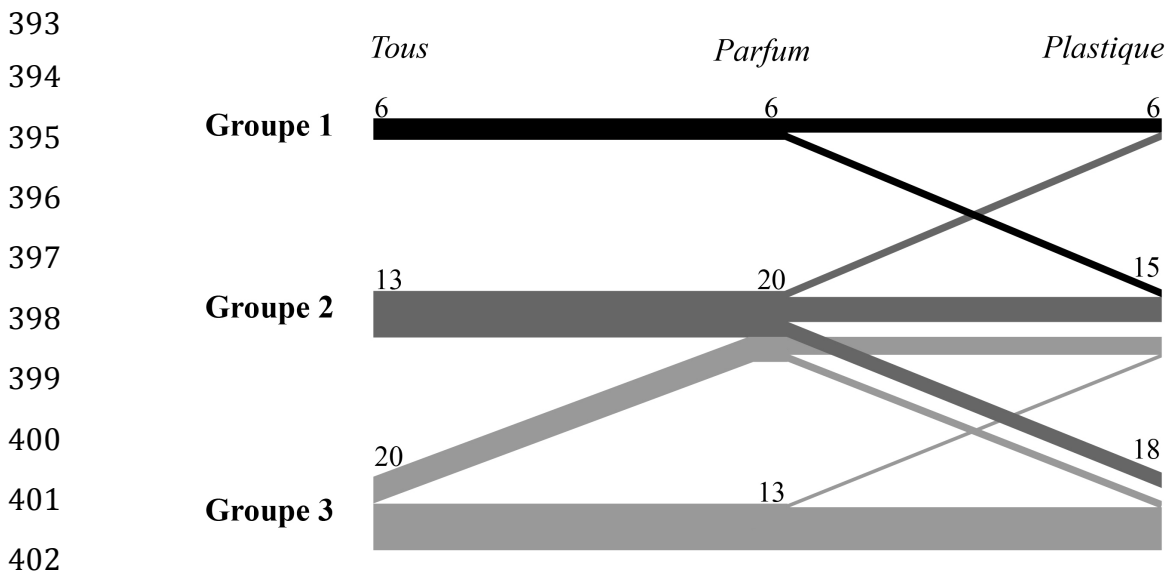
## 379 5. Contextualisation des groupes détectés

### 380 5.1 Hypothèses découlant des regroupements effectués sur la base du profil chimique

381 Pour chaque ensemble de composés étudiés (le profil chimique complet, le sous-profil  
382 parfum et le sous-profil plastique), et pour chacune des deux analyses statistiques réalisées,  
383 les montres analysées ont été séparées en trois groupes. Sur la base de cette classification,  
384 plusieurs hypothèses ont été formulées sur la production des bracelets. Tout d'abord, seuls  
385 trois groupes différents ont pu être distingués ; qui plus est, de nombreux composés  
386 communs ont été révélés par l'analyse des substances volatiles. Ces résultats semblent  
387 indiquer que la recette de fabrication des bracelets varie peu. Si des entités différentes  
388 pourraient exploiter des recettes similaires générant des profils chimiques très proches, il ne  
389 peut être exclu que les bracelets analysés proviennent d'une même entité de production.



390 La *figure 5* permet de comparer la répartition des spécimens de montres dans chacun  
 391 des groupes formés pour le profil chimique complet ainsi que les deux sous-profilés considérés  
 392 (parfums et plastiques uniquement).



403 *Figure 5* –Répartition des montres dans chacun des groupes en fonction des ensembles de variables  
 404 considérés (profil chimique complet, sous-profil parfum et sous-profil plastique). Chaque ligne  
 405 représente un spécimen analysé

406 Globalement, on constate que 60% des montres ont été classées dans le même groupe quelles  
 407 que soient les variables exploitées. Les groupes 1 et 3 sont clairement distincts : aucun  
 408 spécimen ne change d'appartenance entre ces deux groupes. En revanche, ils comportent des  
 409 montres qui sont parfois classés dans le groupe 2 en fonction des variables considérées. Les  
 410 spécimens qui ne sont pas systématiquement classés dans le même groupe correspondent  
 411 majoritairement à des cas limites mis en évidence par la PCA. Les relations détectées entre les  
 412 bracelets varient donc dans une certaine mesure en fonction de la nature des composés retenus  
 413 comme variables. Afin de mieux comprendre la portée de l'information véhiculée par ces  
 414 relations et tenter d'évaluer la pertinence des groupes formés, ces liens ont été comparés avec  
 415 les informations découlant de l'expertise horlogère de ces contrefaçons et les informations  
 416 circonstancielle des saisies desquelles elles étaient issues.

417

## 418 5.2 Comparaison avec les marquages des bracelets

419 Le service anti contrefaçon de la Fédération de l'industrie horlogère suisse avait  
 420 analysé l'ensemble des trente-neuf montres avant de les mettre à disposition de cette étude.  
 421 L'expertise horlogère avait pour buts, d'une part, de démontrer qu'il s'agissait d'une  
 422 contrefaçon, et d'autre part, de mettre en évidence des relations entre les montres sur la base  
 423 de l'observation des marquages présents sur les différents constituants (par ex. les cadrans, les

424 mouvements et les bracelets). Ces relations sont établies par la détection de similitudes au  
 425 niveau des caractéristiques générales de forme, de taille et de police de caractères des  
 426 inscriptions présentes (nom et logo de la marque, modèle de la montre, etc.). Elles peuvent  
 427 également être établies sur la base de défauts d’outillage récurrents observables sur le  
 428 marquage.

429 Les hypothèses de liens réalisées sur la base du profil chimique ont donc été  
 430 comparées aux relations mises en évidence par les marquages physiques présents sur les  
 431 bracelets. Si un marquage se retrouve sur des bracelets possédant des profils chimiques  
 432 différents, le marquage est considéré comme non spécifique à un profil. La marque est  
 433 considérée comme spécifique au profil, si tous les bracelets possédant le marquage ont le  
 434 même profil chimique. Le *tableau 3* résume les comparaisons effectuées.

435

<b>Profil chimique</b>	<b>Marquage Spécifique</b>	<b>Marquage Non spécifique</b>	<b>Sans marquage</b>	<b>Nombre total de bracelets</b>
Total 1	-	5	1	6
Total 2	2	10	1	13
Total 3	5	12	3	20
Parfum 1	-	5	1	6
Parfum 2	6	11	3	20
Parfum 3	4	8	1	13
Plastique 1	-	5	1	6
Plastique 2	4	9	2	15
Plastique 3	5	11	2	18

436

437 *Tableau3 - Comparaison du nombre de bracelets avec des marquages (marque ou symbole) spécifiques au profil chimique et*  
 438 *du nombre de bracelets avec des marquages se retrouvant sur des bracelets ayant un autre profil chimique (non-spécifiques).*

439 L’essentiel des marquages ne sont donc pas spécifiques à un profil chimique  
 440 particulier. Un maximum de six bracelets avec des marquages spécifiques à un profil est  
 441 observé. Globalement, les résultats sont donc plutôt discordants quel que soit le profil  
 442 comparé.

443 La combinaison des informations découlant des marquages et du profilage chimique  
 444 du bracelet nous indique donc que les montres qui comportent des similarités de marquage  
 445 sont majoritairement pu être distinguées par leur profil chimique. Inversement, des montres  
 446 dont les profils chimiques sont proches comportent souvent des marquages distincts. Ces  
 447 observations suggèrent que les étapes de fabrication du bracelet et de l’apposition des  
 448 marquages pourraient être effectuées de manière séparée. Afin de tester cette hypothèse  
 449 l’analyse de bracelets de différentes marques et de différentes origines devrait être menée.

450 Une hypothèse alternative pourrait être que les profils chimiques sont plus spécifiques que les  
 451 marquages par exemple. Il faut toutefois relever que les montres qui faisaient partie d'une  
 452 même saisie de contrefaçons présentent toujours au moins un lien physique alors que leurs  
 453 profils chimiques peuvent être différents. En effet, sur les onze saisies impliquant deux  
 454 montres, quatre saisies contiennent des montres avec des profils complets différents, cinq  
 455 contiennent des montres avec des profils de parfum différents et sept contiennent des montres  
 456 avec des profils de plastique différents. Les résultats obtenus par l'analyse des composés  
 457 volatils peuvent donc fournir des informations complémentaires à l'analyse des marquages.  
 458 Néanmoins, il convient de rester prudent sur l'interprétation et la portée de ces résultats en  
 459 raison de la nature exploratoire de cette recherche, de la taille de l'échantillon et du peu  
 460 d'information disponible sur la fabrication des contrefaçons.

461

### 462 5.3 Comparaison avec les informations spatiotemporelles des saisies

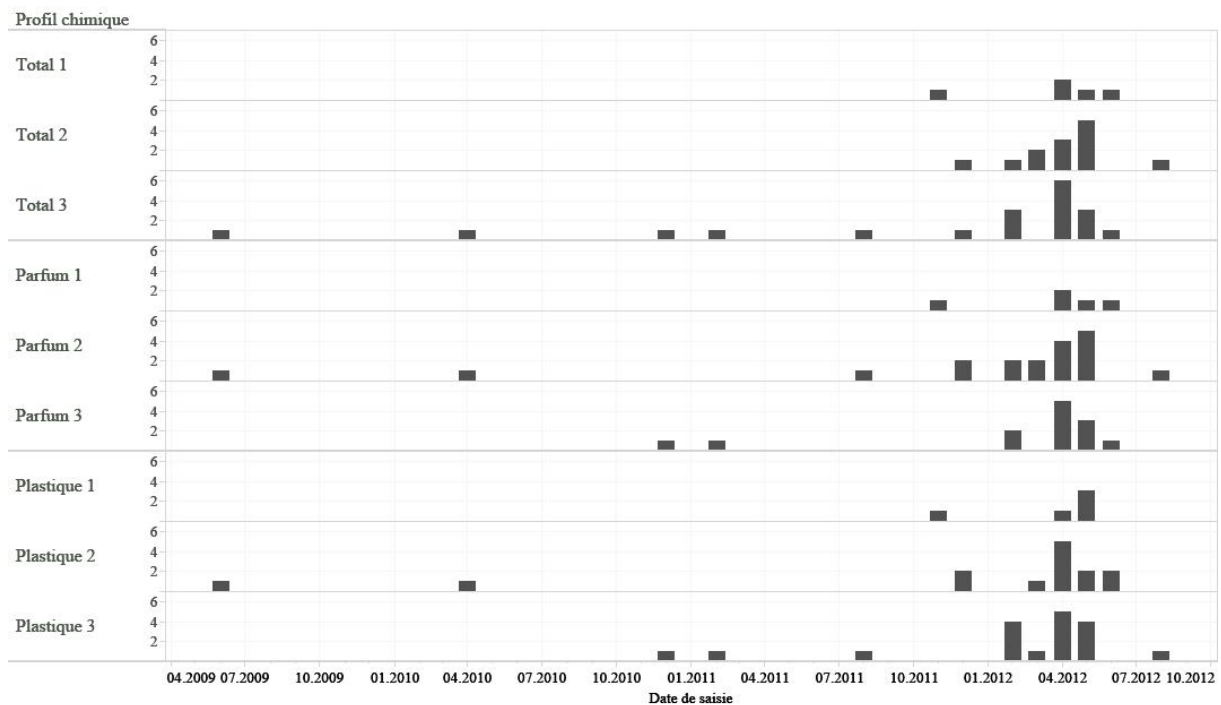
463 La répartition géographique des saisies et achats varie également selon le profil  
 464 considéré (cf. *tableau 4*). Bien que les profils chimiques « Total 1 », « Parfum 1 » et  
 465 « Plastique 1 » ne sont liés qu'à des saisies douanières suisses qui constituent la principale  
 466 source des montres analysées, les autres profils sont également observés pour des montres  
 467 interceptées dans d'autres pays (en particulier des achats ciblés sur des marchés des Emirats  
 468 Arabes Unis). De manière générale, la mise en évidence de relations entre des saisies  
 469 (douanières ou policières) et des achats est intéressante car elle suggère une correspondance  
 470 entre les types de montres saisies et celles qui sont vendues sur des marchés. Une telle  
 471 conjecture suppose toutefois que le marché ne soit pas parcellisé en plusieurs réseaux de  
 472 distribution.

<b>Profil chimique</b>	<b>Suisse</b>	<b>Emirats*</b>	<b>Brésil</b>	<b>Caraïbes</b>	<b>Total</b>
Total 1	5				5
Total 2	9	4			13
Total 3	14	3	1	1	19
Parfum 1	5				5
Parfum 2	14	5			19
Parfum 3	9	2	1	1	13
Plastique 1	5				5
Plastique 2	12	2			14
Plastique 3	11	5	1	1	18

473 \**Emirats Arabes Unis*

474 *Tableau 4* – Nombre de montres par profil et pays de saisie ou d'achat.

475 Sur le plan temporel, à l'exception de cinq saisies antérieures, toutes les montres ont  
 476 été saisies entre octobre 2011 et août 2012, avec un pic entre avril et mai 2012. L'analyse  
 477 chronologique de ces saisies (cf. figure 6) révèle que les profils perdurent dans le temps sur  
 478 plusieurs mois, voire années. Cela semble indiquer qu'ils ne permettent pas de distinguer des  
 479 lots de production distincts. Mais des informations plus précises sur l'origine et la date de  
 480 production des montres devraient être connues pour valider cette hypothèse. Le graphique  
 481 montre également que les variables « parfum » contribuent majoritairement au profil total et  
 482 que les relations mises en évidence par les composés de plastiques fournissent une image  
 483 différente.



484  
 485 *Figure 6– Réparation temporelle des montres saisies par mois de l'année et par types de profil.*

486 **6. Discussion et perspectives**

487 Une démarche de détection, d'analyse et d'extraction d'information à partir de la trace  
 488 « parfum » caractéristique à certains types de contrefaçons horlogères a été développée. Les  
 489 résultats qui en ont découlé sont encourageants. Chacun des défis qui avaient été identifiés  
 490 comme cruciaux pour aboutir à l'obtention de connaissance à partir de cette forme de trace a  
 491 pu être relevé. En effet, il a été possible de détecter des composés volatiles de façon  
 492 reproductible et de définir des profils chimiques discriminants qui ont pu être mis en  
 493 perspective des informations disponibles sur les saisies. La méthode développée peut être  
 494 appliquée à bien d'autres spécimens que ceux étudiés ici. Le seul critère nécessaire étant de  
 495 posséder des échantillons présentant des composés volatils, pas nécessairement constitutif  
 496 d'une odeur. La démarche appliquée pourrait donc être étendue à d'autres types de bracelet de

497 montres, comme ceux en cuir ou similicuir, ou à des contrefaçons autres que horlogères.  
498 Néanmoins, cette démarche comporte encore des limitations.

499 Si la méthode analytique proposée se caractérise par une très bonne répétabilité et une  
500 simplicité de mise en œuvre, elle implique néanmoins de découper une portion du bracelet  
501 analysé, impliquant une destruction partielle de l'objet. Les variables du profil ont été  
502 sélectionnées en fonction de la nature des composés détectés (parfum ou plastique), du  
503 nombre de bracelet les contenant et de leurs inter et intra-variabilités. Ces choix ont un impact  
504 direct sur la signification des renseignements inférés à partir des profils définis. En effet, il a  
505 été montré que les relations détectées sur la base des profils de parfums et des profils de  
506 plastiques ne sont pas les mêmes. L'absence de connaissances détaillées sur l'origine des  
507 montres analysées ne permet pas d'interpréter ces différences. Des recherches  
508 complémentaires doivent donc être menées sur d'autres échantillons dont l'origine est mieux  
509 connue afin de pouvoir interpréter la signification des relations détectées (par ex. sont-elles le  
510 signe d'un même processus de fabrication, d'un même lot de production, etc.).

511 De plus, les méthodes de groupages employées ont été ajustées à partir d'une sous-  
512 population de dix montres qui sont toutes des contrefaçons d'une même marque et d'un même  
513 modèle de montre. Les groupes sont certes valides et informatifs pour la population de  
514 contrefaçons étudiées, mais les résultats ne sauraient être généralisés à l'entier du marché de  
515 la contrefaçon de ce type de montres, encore moins pour d'autres types, marques ou modèles.  
516 Des recherches complémentaires sont donc nécessaires pour valider plus largement la  
517 démarche et tirer des conclusions généralisables. Les résultats obtenus montrent néanmoins  
518 qu'il est possible de détecter des composés volatils et de définir des profils chimiques  
519 reproductibles et discriminants. En effet, les trente-neuf montres à disposition ont été classées  
520 dans trois groupes de profils chimiques similaires. De plus, les résultats obtenus ont montrés  
521 que l'analyse des composés volatiles permettait de détecter des composés issus non seulement  
522 du parfum, mais également des constituants de plastique. Ce constat laisse entrevoir la  
523 perspective d'étendre la démarche à une gamme plus large de produits.

524 Contextualisés et combinés aux autres sources de renseignement disponibles, l'analyse  
525 chimique des bracelets de montres permet d'émettre des hypothèses sur la structuration de la  
526 fabrication. En effet, l'analyse a montrée que des bracelets possédant des marquages  
527 identiques ont parfois des profils chimiques différents. Bien qu'exploratoires, ces résultats  
528 démontrent la pertinence et l'utilité de multiplier les perspectives d'analyse pour mieux  
529 comprendre la structuration de la production.

530 L'analyse spatiotemporelle des groupes identifiés a montré un certain potentiel pour  
531 étudier les relations entre la production et la diffusion. Les neuf montres saisies ou achetées  
532 dans d'autres pays que la Suisse ont été reliées à des pièces saisies en Suisse. Mise en  
533 perspective des informations de diffusion, l'analyse technique des montres qui renseigne sur  
534 la structuration de la production permet alors de tester diverses hypothèses. Par exemple, des  
535 réseaux de diffusion distincts sont-ils alimentés par des sites de production différents ou  
536 communs ? Quels sont les temps nécessaires pour écouler un lot de production ? Les réponses  
537 à ce type de questions impliquent évidemment de poursuivre les analyses au-delà de l'étude  
538 réalisée ; les résultats de cette dernière illustrent l'utilité de la démarche.

539 En outre, l'analyse forensique des trafics de contrefaçons de montre peut également  
540 s'étendre à d'autres types de traces collectées aux diverses étapes du trafic. Par exemple, la  
541 comparaison des résultats avec l'analyse des bons de transports des montres lors d'envois  
542 postaux pourrait renseigner sur les relations entre la fabrication et la distribution. De plus, la  
543 nature de la diffusion s'est radicalement transformée par l'émergence des espaces de vente sur  
544 Internet. Parmi les questions qui relèvent de la compréhension de la structuration du trafic, les  
545 relations entre les diffuseurs sur Internet et les producteurs peuvent, par hypothèse, s'aborder  
546 par l'analyse et la comparaison des traces numériques collectées sur les sites de vente et  
547 l'analyse physique des produits (Giannasi *et al*, 2012 ; Pazos *et al*, 2013).

548 L'approche fondée sur l'analyse des traces récoltées peut ainsi se conjuguer avec  
549 d'autres types d'information et s'intégrer à divers modèles d'analyse, afin de mieux  
550 comprendre et décrire la nature et la structure des trafics. En effet, plusieurs approches  
551 complémentaires peuvent être considérées pour mieux appréhender la logique interne du  
552 phénomène. Les messages diffusés sur des plateformes communautaires virtuelles par des  
553 acheteurs et des vendeurs (potentiels ou réguliers) peuvent notamment renseigner sur les  
554 comportements d'achat (Cohn & Vaccaro, 2006), mais également sur les motivations et les  
555 modes opératoires des auteurs (Ryan, 2009). Ces connaissances rendent compte de l'évolution  
556 des marchés, permettent d'évaluer la représentativité des saisies et de guider des achats  
557 contrôlés. L'examen des tendances de recherches effectuées sur Internet et le suivi des sites  
558 de vente complètent ces connaissances par la détection de tendances spatiotemporelles  
559 révélatrices d'activités routinières. De façon complémentaire, une analyse économique du  
560 problème par l'étude des prix affichés en ligne renseigne sur les motivations.

561 On le constate, l'extraction et l'exploitation de l'information véhiculée par une forme  
562 de trace matérielle relative aux produits de la contrefaçon peut être combinée avec d'autres  
563 données informant sur la production, la distribution, la vente ou le paiement de ces produits.

564 Au-delà de l'utilisation des traces matérielles et de technique, la prise en compte de  
565 l'ensemble des informations existantes sur les structures des réseaux de contrefaçon, intégrées  
566 dans le canevas des connaissances criminologiques et sociologiques, pourrait sans aucun  
567 doute jeter un éclairage encore plus large et plus révélateur sur ce type d'activité. Face aux  
568 différentes déclinaisons que la contrefaçon peut prendre, l'interdisciplinarité et l'intégration  
569 de l'ensemble des informations constitue nécessairement la voie vers une connaissance utile  
570 et appropriée.

571

572 La démarche présentée dans cet article ne constitue qu'une petite parcelle de l'information qui  
573 peut être recueillie, mais elle est le reflet d'une ambition plus large qui consiste à exploiter  
574 globalement le potentiel des traces physiques et numériques pour mieux comprendre  
575 comment sont structurés les réseaux et les trafics, suivre leur évolution, et aider à identifier  
576 des failles ou « interstices criminogènes » (Morselli *et al*, 2008, p.186) sur lesquels agir afin  
577 de perturber le phénomène à chacune de ces étapes ; de la production au paiement des  
578 contrefaçons en passant par les processus de diffusion et de distribution.

## 579 **7. Remerciements**

580 Les auteurs adressent leurs remerciements à la Fédération de l'industrie horlogère  
581 suisse, et en particulier à M. Michel Arnoux, pour leur soutien à cette recherche et la mise à  
582 disposition des montres et des données y relatives.

583

## 584 **8. Références**

585 Aubert, C, Stauffer, V. (2010) Perspective en matière de lutte contre la contrefaçon :  
586 Internet comme vecteur et outil d'investigation. Dans « *La lutte contre la contrefaçon et la*  
587 *criminalité pharmaceutique en Suisse* », I. Augsburger-Buchelli (éd.), Schulthess, Genève,  
588 l'Harmattan, Paris : 29-40.

589 Baechler, S, Terrasse, V, Pujol, J-P, Fritz, T, Ribaux, O, Margot, P. (2013) The  
590 systematic profiling of false identity documents: Method validation and performance  
591 evaluation using seizures known to originate from common and different sources. *Forensic*  
592 *Science International*, 232(1-3), 180–190.

593 Berman, B. (2008). Strategies to detect and reduce counterfeiting activity. *Business*  
594 *Horizons*, 51(3), 191-199.

595 Brown JS, Prada PA, Curran AM, Furton KG. (2013) Applicability of emanating  
596 volatile organic compounds from various forensic specimens for individual differentiation.  
597 *Forensic Science International*, 226 (1–3), 173-182.

598 Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelmann PE. (1989) Merck Index. Rahway N.J.  
599 USA: Merck&co. Inc. 11<sup>e</sup> édition.

600 Cohn, D. Y., & Vaccaro, V. L. (2006). A study of neutralisation theory's application to  
601 global consumer ethics: P2P file-trading of musical intellectual property on the internet.  
602 *International Journal of Internet Marketing and Advertising*, 3(1), 68-88.

603 Curran AM, Prada PA, Furton KG. (2010) The Differentiation of the Volatile Organic  
604 Signatures of Individuals Through SPME-GC/MS of Characteristic Human Scent  
605 Compounds. *Journal of Forensic Science*, 55 (1), 50-57.

606 Curran AM, Ramirez CF, Schoon AA, Furton KG. (2007) The frequency of  
607 occurrence and discriminatory power of compounds found in human scent across a population  
608 determined by SPME-GC/MS. *Journal of Chromatography B*, 846 (1–2), 86-97.

609 De Jager LS, Perfetti GA, Diachenko GW. (2008) Comparison of headspace-SPME-  
610 GC-MS and LC-MS for the detection and quantification of coumarin, vanillin, and ethyl  
611 vanillin in vanilla extract products. *Food Chemistry*, 107 (4), 1701-1709.

612 Dégardin, K, Roggo, Y, Margot, P. (2013). Understanding and fighting the medicine  
613 counterfeit market. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, in press.

614 Delémont O, Esseiva P, Ribaux O & Margot P (2013) *La violence laisse des traces :  
615 l'homicide dévoilé par la science forensique*. In: *Traité des violences criminelles*, Editions  
616 Hurtubise (eds.), Editions Hurtubise.

617 Esseiva P. Le profilage de l'héroïne et de la cocaïne : mise en place d'une systématique  
618 permettant une utilisation opérationnelle des liens chimiques. Thèse de doctorat, Université de  
619 Lausanne - Faculté de droit - Ecole des sciences criminelles - Institut de police scientifique.,  
620 2004.

621 Esseiva P, Gaste L, Alvarez D, Anglada F. (2011) Illicit drug profiling, reflection on  
622 statistical comparisons. *Forensic Science International*, 207(1-3), 27-34.

623 Fürbach, M. (2013) La contrefaçon de billets de banque face à l'évolution des  
624 technologies d'impression. *Revue internationale de criminologie et de police technique et  
625 scientifique*, LXVI(3), 312-340.



626 European commission. (2013) *Report on EU customs enforcement of intellectual*  
627 *property rights: Results at the EU border 2012*. European Union, Belgium.

628 Félix, J, Isella, F, Bosetti, O, Nerín, C. (2012). Analytical tools for identification of  
629 non-intentionally added substances (NIAS) coming from polyurethane adhesives in multilayer  
630 packaging materials and their migration into food simulants. *Analytical and Bioanalytical*  
631 *Chemistry*, 403(10), 2869–2882.

632 Furton KG, Wang J, Hsu YL, Walton J, Almirall JR. (2010) The Use of Solid-Phase  
633 Microextraction-Gas Chromatography in Forensic Analysis. *Journal of Chromatographic*  
634 *Science*, 38, 297-306.

635 Giannasi P, Pazos D, Esseiva P, Rossy Q. (2012) Détection et analyse des sites de  
636 vente de GBL sur Internet: perspectives en matière de renseignement criminel. *Revue*  
637 *Internationale de Criminologie et de Police Technique et Scientifique*, LXV(4), 468-479.

638 Hoorens, S, Hunt, P, Malchiodi A, et al. (2012) *Measuring IPR infringements in the*  
639 *internal market: development of a new approach to estimating the impact of infrinements on*  
640 *sales*. Report prepared for the European Commission, Internal Market and Services  
641 Directorate-General, RAND Corporation, United Kingdom.

642 Laffineur, M. (2005) *La lutte de l'Union européenne contre la contrefaçon*. Rapport  
643 d'information de l'Assemblée nationale n° 2363.

644 Milliet Q, Weyermann C, Esseiva P. (2009) The profiling of MDMA tablets: a study  
645 of the combination of physical characteristics and organic impurities as sources of  
646 information. *Forensic Science International*, 187(1-3), 58-65.

647 Morselli, C, Turcotte, M, Louis, G. Le crime organisé et les contre-mesures. In: M.  
648 Cusson, B. Dupont et F. Lemieux (eds.), *Traité de sécurité intérieure*, Presses polytechniques  
649 et universitaires romandes, 2008, 185-198.

650 Morelato, M, Beavis, A, Tahtouh, M, Ribaux, O, Kirkbride, P, Roux, C. (2013). The  
651 use of forensic case data in intelligence-led policing: The example of drug profiling. *Forensic*  
652 *Science International*, 226(1-3), 1–9.

653 Pazos D, Giannasi P, Rossy Q, Esseiva P.(2013) Combining Internet Monitoring  
654 Processes, Packaging and Isotopic Analyses to Determine The Market Structure: Example of  
655 Gamma Butyrolactone. *Forensic science international*, 230(1-3), 29-36.

656 Pérez-Silva A, Odoux E, Bart P, Ribeyre F, Rodriguez-Jimenes G, Robles-Olvera V,  
657 Gracia-Alvarado MA, Günata Z. (2006) GC-MS and GC-olfactométry analysis of aroma  
658 compounds in a representative organic aroma extract fro cured vanilla (*Vanilla planifolia* G.  
659 Jackson) beans. *Food Chemistry*, 99, 728-735.

660 Ribaux, O., Baylon, A., Roux, C., Delémont, O., Lock, E., Zingg, C., & Margot, P.  
661 (2010) Intelligence-led crime scene processing. Part I: Forensic intelligence. *Forensic Science*  
662 *International*, 195(1-3), 10–16.

663 Ryan, N. (2009) Là où « pillulent » les achats : portrait du marché illicite des  
664 médicaments en ligne. *Note de recherche no. 7*. <http://www.benoitdupont.net/node/83>.