Concentrations du Δ^9 -THC dans les cultures de *Cannabis sativa* L. du nord du Maroc

Δ^9 -THC concentrations in *Cannabis sativa* L. cultivated in Northern Morocco

Hamid STAMBOULI*, Aziz EL BOURI, My Ahmed BELLIMAM,
Taoufik BOUAYOUN, Naima EL KARNI

Laboratoire de Recherches et d'Analyses Techniques et Scientifiques, Gendarmerie Royale, Rabat-Instituts
BP 6597 - CP 10100 RABAT - MAROC

*Auteur à qui adresser la correspondance : Pr Hamid STAMBOULI, Laboratoire de Recherches et d'Analyses
Techniques et Scientifiques, Gendarmerie Royale, Rabat-Instituts - BP 6597 - CP 10100 RABAT - MAROC
Tél : +212 37 64 23 51 - Fax : +212 37 64 25 04 - E-mail : labgr@menara.ma

(Reçu le 6 janvier 2005 ; accepté après modifications le 10 mai 2005)

RÉSUMÉ

La présente étude concerne la détermination du taux de tétrahydrocannabinol des cultures de cannabis dans trois régions du nord du Maroc : Al Hoceima, Chefchaouen et Larache, à partir de plantes vertes en croissance, sèches arrivées à maturité et réduites en poudre. L'analyse quantitative conduite en chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, sur les extraits organiques de 245 échantillons issus de 30 parcelles, a permis la détermination des teneurs moyennes en Δ^9 -THC dans la plante verte (0,5 %), sèche (2,1 %) et dans la poudre (8,3 %). En outre, ces résultats démontrent que les régions de culture traditionnelle Al Hoceima et Chefchaouen produisent du cannabis à plus forte teneur en Δ^9 -THC comparativement à la région de Larache, appelée zone d'extension où le cannabis a été mis en culture plus récemment.

Par ailleurs, cette étude a établi que les plants mâles, souvent considérés déficients en Δ^9 -THC, renferment des teneurs de même ordre que celles enregistrées pour les plants femelles aussi bien dans les feuilles que dans les sommités.

MOTS-CLÉS

Cannabis sativa L., Δ^9 -tétrahydrocannabinol, CG/SM, dosage.

SUMMARY

This study proposes GC/MS determination of Δ^9 -THC level in plant material grown in Northern Morocco : Al Hoceima, Chefchaouen and Larache. 245 samples of growing plant, raw and powder sampled from 30 parcels were analysed. The average Δ^9 -THC concentrations are evaluated for growing plant (0.5 %), raw (2.1 %) and powder samples (8.3 %). Furthermore, these results demonstrate that cannabis production coming from traditional cultivation area Al Hoceima and Chefchaouen, is more concentrated in Δ^9 -THC than Larache which is a recent cultivation area.

Otherwise, this study showed that the male plants, often considered deficient in Δ^9 -THC, contain approximately the same concentrations present in the female plants.

KEY-WORDS

Cannabis sativa, Δ^9 -tétrahydrocannabinol, GC/MS.

Introduction

La culture du cannabis est concentrée au Nord du Maroc ; trois régions représentent à elles seules plus de 75 % de la production (1, 2). Il s'agit des provinces de Chefchaouen (50 %), Al Hoceima (17 %) et Larache (9 %). Les deux premières sont considérées comme des zones de culture traditionnelle du cannabis (kif), alors que la région de Larache est une zone d'extension où cette culture est plus récente.

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une enquête menée en 2004, conjointement par l'Agence pour la Promotion et le Développement Economique et Social des Préfectures et Provinces du Nord du Royaume (APDN) et le Laboratoire de Recherches et d'Analyses Techniques et Scientifiques de la Gendarmerie Royale (LARATES). Elle vise la détermination du taux du principe psychoactif le Δ^9 -tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) dans les différentes productions du cannabis cultivé dans les régions de Larache, Chefchaouen et Al Hoceima.

Une série de 245 échantillons de feuilles et d'inflores-

cences, a été analysée par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en vue de déterminer le taux du principe psychoactif Δ^9 -THC, présent dans la plante en croissance (plante verte), dans la plante sèche arrivée à maturité et après sa transformation en poudre (séchage, battage et tamisage) où sont comptabilisés les apports des sommités florales et des feuilles.

Matériel et Méthode

Échantillonnage

La collecte des échantillons a été effectuée sur 30 parcelles de terrain réparties dans les trois provinces : Chefchaouen (13 parcelles), Al Hoceima (8 parcelles) et Larache (9 parcelles). Elle a concerné 180 prélèvements de plantes fraîches mâles et femelles (inflorescences et feuilles), 52 prélèvements de plantes sèches femelles (inflorescences et feuilles) et 13 prélèvements de poudres (tableau I). L'ensemencement de ces parcelles s'est opéré à des dates différentes, s'étalant sur une longue période allant du mois de février à mai 2004.

Figure 1 : Situation géographique des trois régions Al Hoceima, Chefchaouen, Larache représentant 75 % de la production de cannabis du Maroc.

Tableau I : Récapitulatif des prélèvements opérés sur les cultures de cannabis durant la saison 2004.

	Plante verte			Plante sèche		Poudre	
	Nb Parcelles	Mâles*	Femelles*	Nb Parcelles	Femelles*	Nb Parcelles	Nb Échan.
Chefchaouen	13	13	26	10	10	5	5
Al Hoceima	8	8	16	8	8	8	8
Larache	9	9	18	8	8	0	0
Total	30	30	60	26	26	13	13
Date de prélèvement	21 juillet 2004			10 septembre 2004		10 septembre 2004	

* Pour chaque plant deux types de prélèvements sont réalisés : inflorescences et feuilles.

Produits chimiques

Les solvants organiques chloroforme et méthanol utilisés dans les extractions sont de qualité analytique et fournis par Fisher Scientifique et J.T Baker. Les étalons Δ^9 -THC et nonadécane proviennent de chez Lipomed et Fluka.

Extraction

Plante verte : Deux types de prélèvements distincts sont effectués : sommités florales et feuilles provenant des extrémités inférieure et supérieure du pied. Les échantillons enveloppés dans un papier aluminium, sont trempés dans l'azote liquide, pour faciliter leur pulvérisation, puis écrasés. Une prise d'essai de 100 mg est macérée dans 3 mL d'une solution méthanol/chloroforme 9/1 contenant 0,05 g/L de nonadécane (étalon interne). L'extraction est conduite par sonication pendant 30 minutes. La solution est ensuite séchée sur $MgSO_4$, filtrée et 1 μ L est injecté en CG/SM.

Plante sèche : Des feuilles sèches et des sommités florales sont prélevées séparément des bouquets et broyées. Une prise d'essai de 15 mg de chaque poudre, est macérée dans 3 mL d'une solution méthanol/chloroforme 9/1, contenant 0,05 g/L de nonadécane. La solution est ensuite placée dans un bac à ultrasons pendant 30 minutes, séchée sur $MgSO_4$, filtrée et 1 μ L est analysé en CG/SM.

Poudre : Après homogénéisation, une prise d'essai de 10 mg de poudre est extraite par 6 mL d'une solution méthanol/chloroforme 9/1, contenant 0,05 g/L de nonadécane. L'extraction est conduite par sonication pendant 30 minutes. La solution est ensuite séchée sur $MgSO_4$, filtrée et 1 μ L est analysé en CG/SM.

Étalonnage interne

Le taux de Δ^9 -THC présent dans la plante et la poudre de cannabis, est évalué par la méthode d'étalonnage interne. La courbe d'étalonnage est établie par injection en CG/SM de 1 μ L de sept solutions standards de Δ^9 -THC de concentrations comprises entre $0,65 \cdot 10^{-3}$ g/L et 0,91 g/L, renfermant la même teneur de 0,05 g/L en nonadécane. La linéarité de cette courbe (figure 2) est obtenue avec un coefficient de corrélation de 0,996.

Figure 2 : Courbe d'étalonnage du dosage du Δ^9 -THC.

Instrumentation

Les analyses sont réalisées en chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM). L'instrument employé est un GC Varian CP-3800 couplé à un spectromètre de masse Saturn 2200 MS/MS, équipé d'un échantillonneur automatique CTC Analytics Combipal et d'un injecteur PTV 1079. La séparation est effectuée sur une colonne capillaire de type 5 % méthyl-phényl siloxane HP-5 (25 m x 0,2 mm x 0,11 μ m) avec l'hélium comme gaz vecteur.

Un programme de température du four de 22 minutes est préconisé : 60° C pendant 2 min, puis rampe de 15° C /min, enfin 280° C pendant 5 min. L'injecteur fonctionnant en mode sans division (splitless), est chauffé à 270° C. L'acquisition en spectrométrie de masse est réalisée en mode impact électronique -70 eV couvrant une gamme de masse allant de 35 à 500 uma. Les températures de la trappe et de la ligne de transfert sont respectivement de 180° C et 280° C.

Résultats et discussion

L'analyse en CG/SM des extraits organiques des plants de cannabis rend compte de l'état du composé stable thermiquement Δ^9 -THC et présente l'avantage de

comptabiliser la forme acide correspondante (figure 3) qui se décarboxyle sous l'effet de la chaleur (injecteur et four). Le Δ^9 -THC est identifié par son spectre de masse au temps de rétention 14,92 min (figure 4). Son taux dans les trois types d'échantillons plante fraîche, sèche et en poudre, est déterminé en reportant le rapport (aire du pic chromatographique Δ^9 -THC / aire du standard interne) sur la courbe d'étalonnage préalablement établie.

Figure 3 : Structures chimiques du principe actif du cannabis sativa Δ^9 -THC et de son acide Δ^9 -THCA.

Figure 4 : Profil chromatographique CG/SM de l'extrait organique de la plante cannabis avec le spectre de masse de son principe actif Δ^9 -THC.

Taux de Δ^9 -THC dans les plantes vertes

Plants femelles

Les concentrations en Δ^9 -THC dans les feuilles fraîches et sommités fleuries des plantes, en cours de croissance, présentent des teneurs variables d'une région à l'autre (tableau II). Les teneurs moyennes sont de l'ordre de 0,4 % pour les feuilles et de 0,6 % pour les sommités fleuries.

Plus globalement, la lecture des pourcentages moyens obtenus pour la plante verte femelle (sommités et feuilles), montre que les teneurs en Δ^9 -THC varient de 0,1 à 0,8 % dans la région de Chefchaouen, de 0,2 à 1,5 % pour Al Hoceima et de 0,2 à 0,8 % pour Larache. Le calcul des teneurs moyennes en Δ^9 -THC, rend compte de valeurs voisines pour les régions de Chefchaouen et Larache se situant autour de 0,4 %. Cette valeur est légèrement plus élevée pour Al Hoceima où elle a été évaluée à 0,6 %. La teneur moyenne générale en Δ^9 -THC dans les trois régions est de 0,5 %.

Il est important de souligner que cette comparaison de plantes encore en croissance ne revêt qu'un caractère indicatif du fait que les dates de semis diffèrent d'une parcelle à l'autre. Par ailleurs, les analyses ont démontré que deux plants femelles d'une même parcelle distants de 10 mètres, ne présentent pas rigoureusement la même teneur en Δ^9 -THC aussi bien au niveau des feuilles que dans les inflorescences. C'est pourquoi, il a été retenu dans la présente étude la concentration moyenne en Δ^9 -THC des feuilles et des sommités florales, issues de deux plants femelles analysés séparément.

Plants mâles

Dans le cas des plants mâles, et contrairement à l'idée répandue selon laquelle, ces derniers ne secréteraient pas de principe actif Δ^9 -THC, la présente étude a permis de démontrer que les pieds mâles contenaient également du Δ^9 -THC au niveau des feuilles et sommités (3). La teneur moyenne générale en Δ^9 -THC dans les plantes mâles de cannabis a été estimée à 0,4 % et les teneurs moyennes (sommités et feuilles) dans les trois régions Chefchaouen, Al Hoceima et Larache sont sensiblement équivalentes (tableau III).

Toutefois, ces teneurs qui restent très significatives sont légèrement inférieures à celles déterminées dans les pieds femelles. Ce résultat s'explique par un cycle végétatif plus long du plant mâle comparativement au plant femelle. En outre, l'élimination des pieds mâles par les agriculteurs réalisée dans le but d'éviter la fécondation des plantes femelles, favoriserait ainsi la formation d'une variété équivalente à la *sinsemilla*, plus riche en Δ^9 -THC. La figure 5 représente la variation des teneurs moyennes en Δ^9 -THC des plantes vertes de cannabis mâles et femelles dans les 30 parcelles étudiées.

Taux de Δ^9 -THC dans les plantes sèches

Les plantes sèches arrivées à maturité, au niveau des feuilles sèches et des inflorescences, présentent des teneurs en Δ^9 -THC sensiblement différentes d'une région à l'autre (tableau IV). Les cultures de cannabis de la région Al Hoceima, se caractérisent par les teneurs les plus élevées en Δ^9 -THC.

Une comparaison entre les teneurs en Δ^9 -THC des inflorescences et des feuilles fait ressortir comme attendu dans le premier cas, de fortes concentrations du produit (variation d'un facteur de 2 à 3).

Tableau II : Teneurs en Δ^9 -THC dans les plants femelles en croissance.

	Feuilles		Sommités	
	% Δ^9 -THC	% moyen Δ^9 -THC	% Δ^9 -THC	% moyen Δ^9 -THC
Chefchaouen	0,1 à 0,7	0,3	0,1 à 1,1	0,6
Al Hoceima	0,1 à 1,1	0,4	0,1 à 2,2	0,7
Larache	0,1 à 1,0	0,4	0,1 à 1,0	0,4
	Moyenne générale	0,4	Moyenne générale	0,6

Tableau III : Teneurs en Δ^9 -THC dans les plants mâles en croissance.

	% Δ^9 -THC	% moyen Δ^9 -THC
Chefchaouen	0,1 à 0,8	0,3
Al Hoceima	0,1 à 0,8	0,4
Larache	0,1 à 1,4	0,4
	Moyenne générale	0,4

Tableau IV : Teneurs en Δ^9 -THC dans les plants femelles sèches.

	Feuilles		Sommités	
	% Δ^9 -THC	% moyen Δ^9 -THC	% Δ^9 -THC	% moyen Δ^9 -THC
Chefchaouen	0,6 à 2,1	1,3	1,0 à 7,5	2,9
Al Hoceima	0,6 à 2,6	1,7	1,0 à 7,1	4,1
Larache	0,2 à 1,3	0,6	1,2 à 2,3	1,8
	Moyenne générale	1,2	Moyenne générale	3

Figure 5 : Variation des teneurs en Δ^9 -THC des plants de cannabis en croissance mâles et femelles.

D'une manière plus générale, les taux moyens en Δ^9 -THC dans les plantes sèches (inflorescences et feuilles) analysées, varient dans l'intervalle [0,7 % - 4,8 %] et la majorité de ces plantes renferment des teneurs en Δ^9 -THC supérieures à 0,2 % obéissant ainsi, aux normes de classification en tant que variété cannabis type drogue (4).

La région de Larache se singularise par le fait que trois de ses parcelles produisent du cannabis à faible teneur en Δ^9 -THC (< 1 %), et celle de Al Hoceima par des concentrations relativement fortes enregistrées (> 3 %) dans quatre parcelles. La production de cannabis dans la région de Chefchaouen, se caractérise quant à elle par des teneurs intermédiaires situées entre 1 et 3 %. Une seule parcelle de Chefchaouen présente une teneur assez élevée (4,8 %).

La figure 6 représente l'évolution de ces teneurs dans les trois régions étudiées Chefchaouen, Al Hoceima et Larache ; il en ressort une nette distinction entre les productions de cannabis de ces régions. Le calcul des teneurs moyennes en Δ^9 -THC par région permet d'avancer un classement où arrive d'abord les régions où la pratique de la culture de cannabis est très ancienne (Al Hoceima et Chefchaouen) avec des taux de Δ^9 -THC respectivement de 2,9 % et de 2,1 %, suivies de la région d'extension récente (Larache) avec un taux moindre de 1,2 %. La teneur moyenne générale est de 2,1 %.

Les variations enregistrées entre régions, n'ont pu être corrélées ni aux facteurs bioclimatiques (altitude, pluviométrie, température...) ni aux conditions de culture (usage d'engrais, pesticides...). De même, l'étude du facteur irrigation sur ces cultures, a démontré une variation très aléatoire du rendement en Δ^9 -THC. En effet, il s'est avéré que la teneur moyenne en Δ^9 -THC dans les feuilles sèches et sommités dans les trois régions étudiées varie de façon contradictoire en fonction de l'irrigation. Cette teneur est plus importante dans les zones non irriguées par rapport à celles irriguées dans les régions Al Hoceima et Larache où elle

Figure 6 : Variation des teneurs en Δ^9 -THC des plantes sèches de cannabis.

passé respectivement de 2.7 % à 3.3 % et de 1.1 % à 1.4 %. En revanche, dans la région de Chefchaouen, cette valeur moyenne ne suit pas le même sens d'évolution puisqu'elle est plus élevée dans les zones irriguées (2,5 %) que celles non irriguées (1,9 %).

Pour établir une meilleure corrélation entre le facteur irrigation et taux moyen de Δ^9 -THC, l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons serait nécessaire, devant couvrir l'ensemble des régions étudiées et inclure d'autres paramètres tels périodes de semis, étages bioclimatiques, utilisation de produits phytosanitaires et engrais mais aussi le génotype des graines de semence.

Taux de Δ^9 -THC dans les poudres

Influence du séchage sur la détermination du taux du Δ^9 -THC dans les poudres de cannabis

Le séchage des échantillons de cannabis avant dosage du Δ^9 -THC est cité par plusieurs références bibliographiques (5, 6 et 7). L'opération qui consiste en un chauffage à une température inférieure à 70° C jusqu'à poids constant, vise la déshydratation complète des produits pour une meilleure justesse dans les dosages. L'influence de ce séchage sur la précision du calcul de la concentration du Δ^9 -THC a été vérifiée : deux échantillons de poudre d'une masse initiale de 2.5 g sont portés à une température de 70° C pendant 7 heures et un suivi de la perte de masse en fonction du temps est réalisé toutes les 90 minutes (figure ci-après). La perte de masse est de 4 % après 3 heures de séchage et se stabilise autour de cette valeur pendant les 4 heures qui suivent. La répercussion de ce déficit massique sur le calcul des teneurs en Δ^9 -THC a été ensuite évaluée. Les essais ont consisté à déterminer la teneur en Δ^9 -THC dans la poudre avant et après séchage (7 heures à 70 °C). Les résultats de quelques essais sont reportés sur la figure 7. Il en ressort que le séchage affecte très peu la teneur en Δ^9 -THC dans les poudres analysées. Ceci serait probablement dû au fait que la poudre est fraîchement préparée et ne contient qu'un très faible taux d'humidité ne dépassant guère 4 %.

Figure 7 : Influence du séchage sur la détermination du taux de THC dans la poudre de cannabis.

Détermination du taux de Δ⁹-THC dans les poudres de cannabis

Les échantillons de poudre étudiés, proviennent exclusivement des deux régions de Al Hoceima et de Chefchaouen, où la transformation des plantes sèches en poudre est une pratique ancienne. Les taux de Δ⁹-THC dans les poudres de cannabis analysées se situent entre 5,5 % et 11,3 %, avec une moyenne générale évaluée à 8,3 %. Les poudres provenant des parcelles de la région de Al Hoceima, caractérisées par un taux moyen en Δ⁹-THC de 8,5 %, sont légèrement plus riches que celles de la région Chefchaouen dont le taux moyen en Δ⁹-THC est de 8 % (tableau V). La figure 8 fait ressortir les variations de ce taux dans les poudres provenant des deux régions étudiées.

Par ailleurs, comparativement au cannabis à l'état de plante fraîche où la moyenne en Δ⁹-THC a été estimée à 0,5 % et à l'état de plante sèche où les teneurs moyennes en Δ⁹-THC ont été évaluées à 2,1 %, la transformation de la plante en poudre s'accompagne donc d'un fort enrichissement en principe actif Δ⁹-THC (8,3 %). Il résulterait de l'apport substantiel des inflorescences et résine sécrétée par la plante. L'histogramme de la figure 9, illustre cette évolution pour les treize parcelles ayant fourni les trois types d'échantillons de plante de cannabis en croissance, sèche et en poudre.

Tableau V : Teneurs en Δ⁹-THC dans les poudres de cannabis.

	% Δ ⁹ -THC	% moyen Δ ⁹ -THC
Chefchaouen	5,5 à 11,3	8,0
Al Hoceima	5,8 à 11,0	8,5
	Moyenne générale	8,3

Figure 8 : Variation du taux de Δ⁹-THC au sein de la poudre de cannabis cultivé dans les régions Chefchaouen et Al Hoceima.

Figure 9 : Évolution du taux de Δ⁹-THC dans les plantes en croissance, sèches et en poudre, des cultures de cannabis du nord du Maroc.

Conclusion

Au terme de la présente étude, les teneurs en Δ^9 -THC déterminées dans le cannabis cultivé et produit au Maroc se situent entre 0,1 % et 1,5 % pour les plantes vertes en croissance, entre 0,7 % et 4,8 % pour les plantes sèches arrivées à maturité et entre 5,5 % et 11,3 % pour le produit en poudre. Ces résultats traduisent l'évolution de la teneur en Δ^9 -THC jusqu'à la fin de la floraison de la plante. Des teneurs moyennes en Δ^9 -THC ont été calculées pour chaque état de la plante, en croissance (0,5 %), sèche (2,1 %) et en poudre (8,3 %).

A titre purement indicatif, il est intéressant de positionner ces valeurs dans un contexte plus élargi en les comparant aux taux de Δ^9 -THC des différentes saisies de cannabis dans le monde. A cet effet, on rappellera les résultats de l'étude rétrospective sur la teneur en Δ^9 -THC des saisies de cannabis réalisées entre 1980 et 1997 aux Etats Unis (8) qui montre que la concentration moyenne de Δ^9 -THC dans les échantillons d'herbe de cannabis, se situe dans un intervalle compris entre 3 % et 4,47 %. On citera également une étude réalisée par "European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction EMCDDA" (9) qui indique les taux de Δ^9 -THC dans le cannabis (herbe et résine), déclarés par les pays européens. Selon cette publication, les informations les plus récentes recueillies en 2001 et 2002 font état de concentrations de Δ^9 -THC dans la plante variant de 1,6 % à 15,2 % et dans la résine de 2 % à 20,6 %.

Par ailleurs, l'analyse des sommités florales et des feuilles de plants mâles, a confirmé la sécrétion du Δ^9 -THC à différents stades de croissance de la plante. Ces teneurs bien qu'elles soient inférieures à celles obtenues pour les pieds femelles, restent néanmoins très significatives et s'expliquent par un cycle végétatif qui serait plus long dans le cas du plant mâle comparativement au plant femelle. En outre, une comparaison entre les teneurs en Δ^9 -THC des inflorescences et des feuilles de plantes sèches, fait ressortir dans le premier cas de fortes concentrations en principe psychoactif (variation d'un facteur de 2 à 3).

Enfin, cette étude révèle que la région de Larache où la culture de cannabis est relativement récente, se caractérise par une production de cannabis dont les teneurs en Δ^9 -THC sont inférieures à celles enregistrées dans les deux autres régions où la culture de cette plante est une pratique ancestrale.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Agence pour la Promotion et le Développement des Provinces du Nord du Maroc [APDN, 22 Avenue Omar Ibn Khatab, Rabat], d'avoir confié la présente étude au Laboratoire -Larates- de la Gendarmerie Royale et pour l'aide précieuse apportée par son équipe pour la réalisation des prélèvements sur le terrain.

Références

1. Nations Unies, Office contre la Drogue et le Crime, Vienne. Tendances mondiales des drogues illicites 2003 : <https://unp.un.org/details.aspx?entry=F030491&title=Tendances+Mondiales+des+Drogues+Illicites> consulté le 26 avril 2005.
2. Nations Unies, Office contre la Drogue et le Crime, Vienne. Agence pour la Promotion et le Développement Economique et Social des Préfectures et Provinces du Nord du Maroc. MAROC, Enquête sur le cannabis 2003 : www.unodc.org/pdf/publications/morocco_cannabis_survey_2003_fr.pdf consulté le 26 avril 2005.
3. Mura P., Piriou A. Le cannabis. Alcool, médicaments, stupéfiants et conduite automobile. Paris, Elsevier, 1999 ; 61.
4. Fournier G. Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) et sa réglementation Européenne en 2003 : teneur en Δ^9 -THC des variétés cultivées en France. Ann. Toxicol. Anal. 2003 ; 3 : 190-6.
5. Mura P., Perrin M., Chabrilat M., Chaudron H., Dumestre-Toulet V., Barc S., Pépin G. L'augmentation des teneurs en Δ^9 -tétrahydrocannabinol dans les produits à base de cannabis en France : mythe ou réalité ? Ann. Toxicol. Anal. 2001 ; 2 : 75-9.
6. Fournier G., Beherec O., Bertucelli S. Santhica 23 et 27 : deux variétés de chanvre sans Δ^9 -THC. Ann. Toxicol. Anal. 2004 ; 2 : 128-31.
7. Ross S.A., El Sohly M.A. CBN and Δ^9 -THC concentration ratio as an indicator of the age of stored marijuana samples : www.unodc.org/unodc/en/bulletin/bulletin_1997-01-01_1_page008.html
8. El Sohly M.A., Ross S.A., Zlatkovic M., Arafat R., Yi B., Banahan B.F. Potency trends of Δ^9 -THC and other cannabinoids in confiscated Marijuana from 1980-1997. J. Forensic. Sci. 2000 ; 45 : 24-30.
9. King L.A., Carpentier C., Griffiths P. An overview of cannabis potency in Europe. EMCDDA INSIGHTS, 2004 : 30-1.