



ELSEVIER

Disponible en ligne sur

ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte  
www.em-consulte.com



## ÉDITORIAL

# Violation des règles antidopage et contamination. Stratégie de défense des athlètes à partir d'une analyse de cheveux et considérations générales

*Anti-doping rule violation and contamination. Athletes' defence strategy based on hair test results and general statements*

### MOTS CLÉS

Dopage ;  
Cheveux ;  
Ongles ;  
Contestation ;  
Contamination

### KEYWORDS

Doping;  
Hair;  
Nail;  
Challenge;  
Contamination

À quelques semaines des Jeux Olympiques de Paris, l'antidopage mondial est en effervescence. Du fait de l'augmentation massive des contrôles inopinés chez les participants potentiels aux Jeux, il s'en est suivi une multiplication des contestations.

Ainsi, les demandes d'assistance à la suite d'un échec à un contrôle antidopage sont essentiellement le fait d'athlètes de haut, voire très haut niveau international, avec des dossiers instruits par des juristes majoritairement issus de la culture anglo-saxonne, dont le système judiciaire est basé sur le contradictoire.

Le premier élément important dans le monde du dopage est la différence flagrante entre le nombre de résultats anormaux répertoriés par l'Agence mondiale antidopage (AMA) et les études épidémiologiques de prévalence. En effet, l'AMA rapporte, dans son bilan 2022 [1] une prévalence à 0,77 % alors que l'une des études épidémiologiques les plus récentes évoque un niveau à 22,5 % [2]. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant que chaque dossier fasse l'objet d'investigations très soutenues de la part des autorités de l'antidopage, quitte à dénigrer les scientifiques agissant aux côtés des athlètes [3]. Certains défenseurs de sportifs n'hésitent pas alors à parler d'acharnement de la part de l'antidopage [4], ce qui peut être confirmé par les athlètes eux-mêmes [5].

La mise sur le marché d'outils analytiques particulièrement sensibles, comme la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem ou de type haute résolution a permis d'atteindre des niveaux de détection particulièrement faibles, de l'ordre du pg/mL mais on peut s'interroger sur la pertinence scientifique de la performance athlétique avec des concentrations aussi faibles. L'interprétation d'une concentration faible peut se faire de 2 façons : pour l'antidopage, c'est la fin d'excrétion d'une substance utilisée pour ses propriétés dopantes, pour l'athlète et son équipe, c'est la conséquence d'une contamination involontaire et non connue. L'Agence américaine antidopage (USADA) plaide depuis longtemps pour une meilleure maîtrise par l'AMA des conséquences du phé-

<https://doi.org/10.1016/j.toxac.2024.04.001>

2352-0078/© 2024 Société Française de Toxicologie Analytique. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Pour citer cet article : P. Kintz and L. Gheddar, Violation des règles antidopage et contamination. Stratégie de défense des athlètes à partir d'une analyse de cheveux et considérations générales, Toxicologie Analytique & Clinique, <https://doi.org/10.1016/j.toxac.2024.04.001>

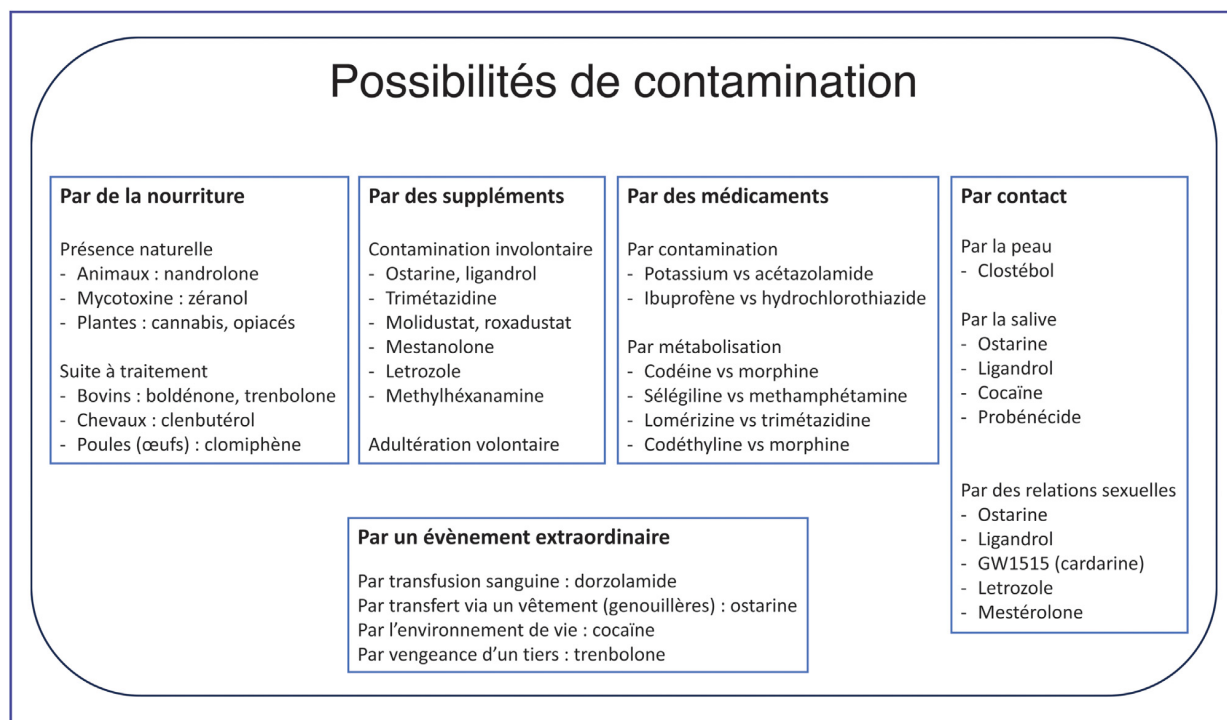


Figure 1. Ensemble des situations de contamination traité par les auteurs.

50 nomène de contamination et n'hésite pas à demander de  
 51 profondes réformes pour protéger des athlètes innocents  
 52 [6]. Thevis et al. [7], dans un article généraliste, ont posé le  
 53 concept d'exposome du sportif, en discutant les possibilités  
 54 de contamination d'un athlète et en listant rigoureusement  
 55 les différentes situations (environnement, nourriture,  
 56 compléments alimentaires, contacts intimes, utilisation de  
 57 médicaments) auxquels un athlète peut être confronté. Plus  
 58 les concentrations sont faibles, plus le risque de contamina-  
 59 tion augmente, d'autant qu'une nouvelle approche est de  
 60 plus en plus utilisée par les laboratoires accrédités par la  
 61 WADA. En effet, pour certaines substances, la doctrine n'est  
 62 plus de se focaliser sur le métabolite le plus concentré, mais  
 63 sur ceux qui ont la fenêtre de détection la plus longue après  
 64 l'administration [8].

65 Cette situation a ouvert la porte à des contestations de  
 66 toute nature, la plupart du temps de type « contamina-  
 67 tion accidentelle ». Mais pour arriver à démontrer l'absence  
 68 de faute et de négligence de la part d'un athlète, seule  
 69 possibilité pour éviter une suspension selon le Code mon-  
 70 dial antidopage, la procédure est longue et complexe. À  
 71 l'opposé, d'une cour criminelle où le procureur doit démon-  
 72 trer la culpabilité d'une personne, dans l'antidopage, il y  
 73 a inversion de la preuve et c'est à l'athlète de démontrer  
 74 qu'il est innocent.

75 L'année 2009 restera à jamais comme le déclencheur de  
 76 la contestation auprès du Tribunal arbitral du sport avec  
 77 l'affaire Richard Gasquet et le transfert, lors de baisers  
 78 passionnés, de cocaïne [9]. Faible concentration urinaire  
 79 de benzoylcgonine, présence de cocaïne non métabolisée,  
 80 analyse de cheveux négative, partenaire reconnue comme  
 81 consommatrice régulière, tout était réuni pour permettre

82 une levée de la sanction par la TAS. Validée par cette ins-  
 83 tance, alors que non reconnue par l'AMA qui au contraire  
 84 indique que les résultats obtenus ne peuvent pas contredire  
 85 les résultats dans l'urine, l'analyse des cheveux s'impose  
 86 pour démontrer toute situation de contamination au point  
 87 où elle est parfois réclamée par certaines agences antido-  
 88 pages nationales lorsque l'athlète n'y a pas eu recours dans  
 89 ses dires initiaux.

90 La place des cheveux, des poils corporels ou des ongles  
 91 dans l'évaluation de l'exposition à un agent dopant a été  
 92 longuement discutée dans plusieurs articles de synthèse des  
 93 auteurs, mettant en évidence l'intérêt de cette matrice  
 94 mais aussi ses limites actuelles [10,11]. Pour essentiel, il  
 95 s'agit d'apporter au sportif et à son équipe de juristes  
 96 une approche superposable à celle qui est pratiquée en  
 97 médecine légale, basée sur des faits vérifiables, une litté-  
 98 rature scientifique validée et surtout des investigations sans  
 99 ornière [4,12–14].

100 Le terme contamination regroupe en fait plusieurs situa-  
 101 tions très différentes même si toutes requièrent une analyse  
 102 de cheveux pour quelle puisse être acceptable sur le plan  
 103 scientifique. La Fig. 1 regroupe l'ensemble des situations  
 104 traitées par le cabinet des auteurs. Les aliments consom-  
 105 més par les athlètes peuvent être la première source de  
 106 contamination. Il existe des substances dopantes naturel-  
 107 lement présentes, comme le zéaralénone, une mycotoxine  
 108 qui se transforme en zéranol, un estrogène promoteur de  
 109 croissance [15]. Dans certains pays comme la Chine ou la  
 110 Colombie, l'administration de trenbolone, de boldénone ou  
 111 de clenbutérol aux animaux de boucherie est autorisée, ce  
 112 qui peut conduire à une consommation de viande contami-  
 113 née tant pour les athlètes résidents que pour les participants



Figure 2. Stratégie pour la mise en évidence d'une contamination.

114 à des compétitions internationales [16]. Ce n'est plus la  
115 peine de discuter contamination de compléments alimen-  
116 taires puisqu'au-delà des avertissements par les autorités  
117 de l'antidopage [17], on peut voir dans des séries jusqu'à  
118 15 à 20 % de contamination liés à des procédures de fabri-  
119 cation non conformes et de mauvaises mesures d'hygiène  
120 lors de la préparation [13,14]. À ce jour, le cabinet n'a  
121 pas été destinataire d'affaire où le fabricant rajoutait déli-  
122 bérément (adultération volontaire) un agent dopant dans  
123 un complément alimentaire pour le rendre artificiellement  
124 plus efficace que son concurrent. La contamination de  
125 médicaments peut s'observer lorsque le principe actif est  
126 fabriqué dans certains pays peu scrupuleux sur les bonnes  
127 pratiques de laboratoire. Cela concerne surtout des diuré-  
128 tiques [18]. Le transfert d'agents dopants lors de relations  
129 intimes a longtemps été ignoré par les autorités antido-  
130 page. Ce n'est que récemment que cette situation a été  
131 acceptée comme pouvant conduire à un résultat analy-  
132 tique anormal. La levée de suspension est souvent longue  
133 à obtenir et nécessite un protocole très particulier [19].  
134 Suivre ces recommandations a permis à plusieurs sportifs  
135 de retourner à la compétition [13,19–21] mais les investi-  
136 gations touchant à la vie personnelle des athlètes et leur  
137 partenaire peuvent s'avérer compliquées à gérer sur le plan  
138 familial et en termes d'image de marque. Enfin, et parfois  
139 digne d'un roman policier, quelques cas de contamination  
140 peuvent s'avérer extraordinaires, démontrant qu'il ne peut  
141 pas y avoir de limite aux scénarios conduisant à un résul-  
142 tat analytique anormal [6,22,23]. Ici, il convient également  
143 de citer, même si ce n'est pas les auteurs qui ont traités  
144 ce dossier, l'histoire criminelle dans le but de nuire  
145 d'une contamination à la norandrostenedione, un dérivé

proche de la nandrolone par l'intermédiaire d'un dentifrice [24].

Au total, dans toutes ces affaires et à leur prise en charge par une équipe associant scientifiques et hommes de loi, l'analyse des cheveux est apparue comme discriminante et ont permis aux athlètes une diminution de la durée de leur suspension, voire pour la plupart une levée de cette suspension. Ainsi, telle que présentée sur la Fig. 2 la défense d'un athlète qui conteste une violation des règles antidopage passe par une analyse de cheveux dans l'optique de maximaliser les chances de reconnaissance d'une situation n'impliquant pas de faute et pas de négligence.

Cet éditorial se veut être un plaidoyer pour une meilleure reconnaissance du phénomène grandissant de la contamination accidentelle, non volontaire, des athlètes par divers exposomes dans des conditions classiques de vie. La réalité de la performance des instruments d'analyse en matière de sensibilité devrait faire réfléchir le monde de l'antidopage à la mise en place de seuil de positivité à l'image de ce qui est fait en biologie clinique ou médicojudiciaire ou encore dans le suivi des conduites addictives dans le monde du travail. L'Agence mondiale antidopage devrait introduire un peu plus de science dans ces attendus et ne pas se focaliser exclusivement sur les dogmes dépassés du Code mondial antidopage. En 2024, il n'est pas normal de suspendre une athlète pour quelques nanogrammes de létrozole dans ses urines [25]. Cette sportive a fait une analyse de cheveux (ne présentant aucun traitement capillaire) qui s'est avérée totalement négative avec une limite de quantification à 1 pg/mg alors qu'un seul quart de comprimé, soit 0,625 mg donne une réponse dans le segment de cheveux correspondant à la période d'ingestion de 30 pg/mg [26]. Ce schéma

146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177

Q1

très clair et discriminant n'a pas été pris en compte alors que tout indique que l'athlète était victime d'une contamination accidentelle.

Le mot de la fin revient à l'Agence américaine, l'USADA, qui dans un message [6] posté le 15 avril 2024 suite à une contamination par transfert d'ostarine par l'intermédiaire d'une genouillère portée par 2 athlètes dont l'un consommait ce SARM, indiquait dans une prise de conscience que quelque chose ne tourne pas rond dans l'antidopage: *global anti-doping rules must be reformed to protect innocent athletes: through in-depth investigations and painstaking scientific studies, we continue to see the many ways athletes may be innocently exposed to prohibited substances, resulting in ultra trace levels reported positive in urine samples. The system needs to evolve to account for dramatic increases in the sensitivity of laboratory analyses that increasingly catch innocent athletes in this detection dragnet. While this increased capability of the laboratories is fantastic for clean sport, the rules need to catch up and be made more fair and just. As such, it is all of our responsibility to protect innocent athletes as avidly as we hold accountable intentional cheaters, and USADA calls for continued action by the anti-doping community to ensure cases like this do not continue to affect clean athletes* (texte non traduit pour conserver le poids des mots).

## Déclaration de liens d'intérêts

L'auteur principal ayant été payé pour les analyses citées dans le manuscrit, il y a lieu de considérer un potentiel conflit d'intérêt.

## Références

- [1] [https://www.wada-ama.org/sites/default/files/2024-04/2022\\_anti-doping\\_testing\\_figures\\_execsummary\\_en.pdf](https://www.wada-ama.org/sites/default/files/2024-04/2022_anti-doping_testing_figures_execsummary_en.pdf). Consulté le 16 avril 2024.
- [2] Sagoe D, Cruyff M, Chengeni R, Veltmaat A, Kiss A, Soos S, et al. Exploring doping prevalence in sport from indirect estimation models: a systematic review and meta-bibliometric analysis. *Res Sq Sport Med Open* 2024, <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-4104397/v1>.
- [3] Donneux R. Contaminés pour de vrai ? *Equipe* 2024.
- [4] Alvarez JC, Etting I, Larabi IA. Contamination par roxadustat chez un sportif haut niveau : incompetence ou acharnement ? *Toxicol Anal Clin* 2024, <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxac.2024.03.039>.
- [5] <https://www.ouest-france.fr/sport/cyclisme/mon-reve-olympique-est-brise-la-cycliste-belge-shari-bossuyt-suspendue-deux-ans-pour-dopage-79ba21fe-b218-11ee-889e-f4c642b1c23a>. Consulté le 16 avril 2024.
- [6] <https://www.usada.org/sanction/global-anti-doping-rules-must-be-reformed-to-protect-innocent-athletes/>. Consulté le 16 avril 2024.
- [7] Thevis M, Kuuranne T, Fedoruk M, Geyer H. Sports drug testing and the athletes' exposome. *Drug Test Anal* 2021;13:1814–21.
- [8] Stojanovic BJ, Göschi L, Forsdahl G, Günter G. Metabolism of steroids and sport drug testing. *Bioanalysis* 2020;12:561–3.
- [9] <https://www.wada-ama.org/en/resources/legal/cas-wada-itf-v-gasquet>. Consulté le 16 avril 2024.

- [10] Kintz P, Gheddar L, Ameline A, Arbouche N, Raul JS. Hair testing for doping agents. What is known and what remains to do. *Drug Test Anal* 2020;12:316–22.
- [11] Kintz P. Sport et dopage. Le pouvoir discriminant de l'analyse des cheveux. *Actualite Chim* 2024;492:12–5.
- [12] Kintz P. Dopage sportif: appliquer les principes de la toxicologie judiciaire. À propos de 3 cas dans le tennis, l'athlétisme et le football. *Rev Med Leg* 2016;7:81–3.
- [13] Kintz P. The forensic response after an adverse analytical finding (doping) involving a Selective Androgen Receptor Modulator (SARM) in human athlete. *J Pharm Biomed Anal* 2022;207:114433, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2021.114433>.
- [14] Alvarez JC, Etting I, Gheddar L, Kintz P, Larabi IA. Hair and dietary supplements testing to identify contamination with roxadustat in an adverse analytical finding. *J Pharm Biomed Anal* 2024;239:115915, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2023.115915>.
- [15] Kintz P, Ameline A, Raul JS. Discrimination between zeranone and zearalenone exposure using hair analysis. Application to an adverse analytical finding case. *Drug Test Anal* 2018;10:906–9.
- [16] Kintz P.
- [17] <https://sportifs.afld.fr/complements-alimentaires/>. Consulté le 16 avril 2024.
- [18] Kintz P, Gheddar L, Ameline A, Raul JS. Hair testing for acetazolamide as an evidence of the use of a contaminated dietary supplement. *Drug Test Anal* 2021;13:1584–8.
- [19] Kintz P. Drug transfer during intimate moments: a key issue in doping control that can be documented by hair tests of the athlete and the partner. *Med Sci Law* 2024;64:72–6.
- [20] Alvarez JC, Etting I, Larabi IA. Body fluid contamination in the context of an adverse analytical finding in doping: about a case involving ostarine. *Clin Chim Acta* 2024;557:117871, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cca.2024.117871>.
- [21] Kintz P, Gheddar L. Interest of hair tests to discriminate a tail end of a doping regimen from a drug transfer between two individuals in case of challenging an anti-doping rule violation. IV. Case example with mesterolone. *Drug Test Anal* 2024, <http://dx.doi.org/10.1002/dta.3676>.
- [22] Kintz P, Ameline A, Gheddar L, Escudero P, Ferrari L, Raul JS. Cocaine external contamination can be documented by a hair test. *J Anal Toxicol* 2021;44:e4–5.
- [23] Kintz P, Gheddar L, Raul JS. Adverse analytical finding due to red blood cells transfusion. A rare case involving the diuretic dorzolamide. *Drug Test Anal* 2022;14:1785–90.
- [24] Schänzer W, Geyer H, Thevis M. Tainted toothpaste – analytical investigation into an unusual adverse finding. *Drug Test Anal* 2020;12:570–2.
- [25] <https://www.afld.fr/wp-content/uploads/2024/02/15-janvier-2024---Decision-no-1.pdf>. Consulté le 16 avril 2024.
- [26] Favretto D, Snenghi R, Pertile R, El Mazloum R, Tucci M, Visentin S, et al. Hair analysis to discriminate voluntary doping vs. inadvertent ingestion of the aromatase inhibitor letrozole. *Drug Test Anal* 2019;11:762–71.

Pascal Kintz<sup>a,\*</sup>, Laurie Gheddar<sup>b</sup>

<sup>a</sup> X-Pertise Consulting, 42, rue Principale, 67206 Mittelhausbergen, France

<sup>b</sup> Institut de médecine légale, 11, rue Humann, 67000 Strasbourg, France

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [pascal.kintz@wanadoo.fr](mailto:pascal.kintz@wanadoo.fr)

(P. Kintz)