

Questions fréquemment posées sur l'expertise menée sur les effets personnels et la dépouille du Président Yasser Arafat

1. But du document

Le présent document a pour but de clarifier la position du Centre universitaire romand de médecine légale (CURML) et de l'Institut de radiophysique (IRA) suite à l'expertise en lien avec les causes possibles du décès du Président Yasser Arafat.

2. Origine de la démarche

Pourquoi l'expertise a-t-elle été sollicitée si longtemps après le décès?

- Nous n'avons pas d'élément de réponse; nous n'avons été impliqués qu'à partir de la fin de l'année 2011.

Quels étaient les mandats et qui étaient nos mandants ?

- En décembre 2011, Mme Suha Arafat nous a mandatés par l'intermédiaire d'un journaliste d'Al Jazeera, M. Clayton Swisher, pour analyser des effets personnels contenus dans un sac de sport que le Président Yasser Arafat avait avec lui à l'hôpital militaire de Percy, où il est décédé. Le rapport a été remis à Mme Arafat en juin 2012.
- A la suite de la publication de ces premiers résultats dans le cadre d'un reportage d'Al Jazeera, nous avons également été mandatés par l'Autorité nationale palestinienne (ANP) en octobre 2012 pour la poursuite des investigations, notamment après l'exhumation de la dépouille de Yasser Arafat qui a eu lieu le 27 novembre 2012. Le rapport a été remis à l'ANP le 5 novembre 2013.

Pourquoi le cas a-t-il été traité à Lausanne ?

- Le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV - Lausanne University Hospital) est un des seuls à regrouper un Centre universitaire de médecine légale (CURML) et un institut de radiophysique (IRA).
- Le CURML jouit d'une bonne réputation par ses investigations au niveau international, notamment au Moyen-Orient.
- L'IRA a une expérience confirmée dans la mesure de substances radioactives dans l'environnement et dans les ossements humains
- La neutralité suisse peut avoir été perçue comme un avantage dans le contexte de cette affaire.
- L'ensemble des dossiers médicaux accessibles ont été rédigés en français.

Qui a financé les analyses ?

- Nous avons facturé nos analyses à parts égales à Mme Arafat (première série d'analyses, celle des effets personnels) et à l'Autorité nationale palestinienne (seconde série d'analyses, celle des échantillons prélevés lors de l'exhumation).
- Le tarif était celui officiellement en vigueur en Suisse (TARMED)
- En aucun cas la chaîne Al Jazeera n'a contribué au financement.

Avons-nous pu travailler en toute indépendance?

- Nous n'avons subi aucune pression. Ni les autorités politiques, ni la direction de l'hôpital ou de l'université ne sont intervenues dans la production et la communication des résultats.

3. Aspects médicaux

Quels étaient les premiers symptômes présentés par Yasser Arafat ?

- Le 12 octobre 2004, environ 4 heures après le dîner, Yasser Arafat a présenté d'importants troubles digestifs associant nausées, vomissements, douleurs abdominales puis diarrhées liquides sans tableau fébrile.

Quelle était la cause des premiers symptômes ?

- Nous avons eu accès au rapport médical de l'hôpital de Percy, qui est bien documenté. Celui-ci conclut qu'en dépit des nombreux experts médicaux consultés et des multiples investigations pratiquées, le mécanisme patho-physiologique à l'origine de ces symptômes n'a pas pu être identifié.

Quelle est la cause du décès ?

- Yasser Arafat est décédé d'une hémorragie intracérébrale en rapport avec les troubles de la coagulation qui se sont développés à la suite des premiers symptômes digestifs apparus le 12 octobre 2004. Ainsi, si la cause immédiate du décès est clairement établie, il en est tout autrement de la cause des premiers symptômes qui ont conduit au développement ultérieur du tableau clinique à l'origine du décès.

Quels sont les symptômes d'une intoxication au polonium ?

- Le polonium est un élément radioactif très dangereux pour sa radiotoxicité. En se désintégrant, il émet des particules alpha qui produisent des ionisations particulièrement toxiques sur une très faible distance en raison de leur absorption par la matière. Le produit de filiation du polonium-210 est le plomb-206, qui est un élément stable (non radioactif) et présent naturellement dans l'environnement.
- Il existe très peu de cas documentés d'intoxication par ingestion ou inhalation de polonium 210. Un cas célèbre est celui d'Alexandre Litvinenko en 2006. Nos connaissances proviennent en fait en grande partie de l'expérimentation animale conduite dans les années 1950-1960 (souris, rats, lapins et chiens).
- Il est important de noter que lorsque l'on parle de *syndrome aigu des radiations* on fait généralement référence à des irradiations externes dans lesquelles tous les organes reçoivent une dose à peu près identique. Dans le cas d'une intoxication par ingestion de polonium, cet élément se distribue dans l'organisme en débutant par le système digestif puis pénètre dans le reste de l'organisme par la circulation sanguine. Environ 90% de l'activité ingérée est éliminée par les selles et le reste tend à s'accumuler préférentiellement dans les reins et le foie, et dans une moindre mesure à la surface des os. La localisation exacte des atomes de polonium lors de ce processus pharmacocinétique détermine directement les symptômes, car les particules alpha sont freinées sur une très courte distance. Ainsi, les cellules situées à plus de quelques dizaines de micromètres ne sont pas affectées par les radiations alpha. Des résultats récents concernant des traitements médicaux avec du radium-223 (qui, comme le polonium, émet des particules alpha) montrent que les effets sur la formule sanguine et la pilosité varient grandement d'un patient à l'autre.
- Malgré ces très grandes incertitudes, on estime généralement qu'une intoxication par ingestion au polonium-210 conduit, dans un premier temps, à des troubles digestifs, et dans un deuxième temps, à une atteinte de la moelle osseuse, un dysfonctionnement du foie et des reins et de manière moins documentée, à la perte des cheveux et des poils. Par ailleurs, on ne peut pas exclure la possibilité d'une intoxication étalée dans le temps par ingestion répétée de plus petite dose que celle administrée en cas d'intoxication aiguë. Dans cette hypothèse, le tableau clinique rencontré dans l'intoxication aiguë peut être différent et essentiellement représenté par les symptômes digestifs tels que différentes études animales l'ont montré.

Comment diagnostique-t-on une intoxication aigüe au polonium ?

- Chez une personne ayant ingéré une activité importante de polonium-210, on peut mesurer, dans les échantillons biologiques (urines, selles, sang), les émissions alpha à l'aide d'un instrument approprié. Si la mesure n'est pas réalisée avec un détecteur adéquat, il y a très peu de chances de détecter le polonium. On notera que dans le cas de Litvinenko, le polonium n'a été identifié que le jour de son décès¹.

Une autopsie a-t-elle été pratiquée après le décès de Yasser Arafat à Percy ?

- Non, pour des raisons que nous ignorons en dépit de la personnalité de l'intéressé et des incertitudes concernant les manifestations cliniques à l'origine de ce décès.

4. Généralités sur les mesures réalisées

Avons-nous analysé les mêmes échantillons que les autres laboratoires ?

- A notre connaissance, nous sommes les seuls à avoir analysé les effets personnels de Yasser Arafat conservés après son séjour à l'Hôpital Percy.
- Nous sommes les seuls à avoir réalisé une mesure directe du radon dans la tombe avant l'ouverture de celle-ci.
- Nous sommes les seuls à avoir mesuré les activités surfaciques sur le sol à l'intérieur de la tombe, sur le cuir chevelu, sur un os plat (crête iliaque) et sur le linceul afin d'évaluer l'importance des dépôts de radon.
- Suite à l'exhumation, qui a été menée par un médecin-légiste palestinien en présence des trois équipes russe, française et suisse, chaque équipe a reçu des échantillons biologiques de même nature et en quantité équivalentes. Selon les rapports respectifs, l'équipe russe a mesuré 25 échantillons, l'équipe suisse en a mesuré 16 et l'équipe française en a mesuré 5 (voir figure, section 6, ci-dessous).

Pourquoi avoir procédé à l'exhumation ?

- Parce qu'il n'y a pas eu d'investigations médico-légales (autopsie) diligentées après le décès de Yasser Arafat.
- Nos mesures sur les effets personnels de Yasser Arafat ont mis en évidence des quantités anormalement élevées de polonium non-supporté sur les échantillons comportant des taches de liquides biologiques (urine, salive, sang, sueur).
- Ces mesures, à elles seules, ne permettaient pas de conclure de manière certaine à un empoisonnement et nous avons proposé de procéder à des mesures sur la dépouille de Yasser Arafat pour vérifier si du polonium-210 pouvait être présent dans son organisme.

Est-on sûr de l'origine des échantillons ?

- Des analyses ADN sur les effets personnels et sur la dépouille de Yasser Arafat ont été réalisées et comparées aux profils génétiques de son épouse et de sa fille. Nous pouvons donc affirmer qu'il s'agit bien de Yasser Arafat.

Avons-nous cherché d'autres substances toxiques ?

- Oui, une approche classique d'analyses toxicologiques a été réalisée, notamment par spectrométrie de masse (médicaments, pesticides, métaux, etc.) : dans un premier temps, dans les effets personnels; dans un second temps, dans les échantillons prélevés sur la

¹ Ce point a été corrigé suite à la publication du rapport Owen et d'un message de M. David Marin (Radio télévision suisse). En effet, dans une version antérieure du présent document, nous avons faussement indiqué que la présence de polonium avait été identifiée quatre jours avant le décès.

dépouille. Ces analyses n'ont mis en évidence que des médicaments administrés lors de l'hospitalisation.

Le polonium est-il un élément naturel ?

- Le polonium est naturellement présent en très faibles quantités dans l'environnement et dans les organismes vivants. Il figure dans la série de désintégration de l'uranium, au même titre que le radium ou le radon par exemple.

Quel est le lien entre le radon et le polonium ?

- Le gaz radon est naturellement présent dans l'environnement. Il est issu de la désintégration radioactive du radium-226, lui-même lointain descendant de l'uranium-238, présent dans la croûte terrestre au moment de sa formation.
- Le radon est radioactif et conduit à la production d'une grande quantité de radioéléments dont le plomb-210 et le polonium-210.
- Le radon explique donc la présence naturelle de plomb-210 et de polonium-210 dans l'environnement et dans les organismes vivants. En règle générale, ces deux éléments se trouvent en quantités égales (en termes d'activité) et on dit dans ce cas que le polonium est *supporté* par le plomb-210. Il importe de noter les différences de périodes de désintégration de ces deux radioéléments : polonium-210 : 138 jours ; plomb-210 : 22 ans.

Comment obtient-on du polonium artificiel ?

- Le polonium artificiel est produit dans des réacteurs nucléaires. Une source de fabrication récente de polonium-210 artificiel ne contient pas de quantité significative de plomb-210. On dit dans ce cas que le polonium n'est *pas supporté* par le plomb-210.

Peut-on facilement acquérir une quantité létale de polonium et combien cela coûte-t-il ?

- Le polonium-210 est un produit très toxique et son usage est soumis à un contrôle strict des autorités. Au début de l'ère nucléaire, il était utilisé comme détonateur (*trigger*) de bombes atomiques.
- Une quantité létale de polonium demande une autorisation spéciale et coûte cher à l'achat.

5. Mesures radio-toxicologiques réalisées

Quelles mesures radio-toxicologiques ont été effectuées durant le séjour à Percy ?

- Selon le rapport médical d'hospitalisation de 2004, deux échantillons d'urine ont été analysés par spectrométrie gamma quelques jours avant le décès. Aucune quantité anormale de radioélément émettant des rayonnements gamma n'a été mise en évidence.
- Nous avons pu obtenir les données brutes des spectres gamma en avril 2012 dans le but d'analyser la possible présence de polonium. Toutefois, la limite de détection élevée pour cette mesure n'a pas permis de mettre en évidence du polonium-210.
- A notre connaissance aucune mesure d'émetteur alpha (comme le polonium-210) n'aurait été réalisée durant le séjour de M. Arafat à l'Hôpital de Percy.

Pourquoi les investigations médico-légales n'ont pas porté sur les mêmes échantillons biologiques que ceux investigués à l'époque de l'hospitalisation à Percy?

- Pour la simple raison qu'il nous a été communiqué par les autorités françaises que tous ces échantillons ont été détruits quelques années après le décès de Yasser Arafat.

Pourquoi avons-nous pensé au polonium ?

- A défaut de trouver une explication physiopathologique aux symptômes développés, y compris d'origine toxique, l'hypothèse d'une intoxication par un radioélément a été évoquée et une analyse radio-toxicologique a été entreprise. A noter que l'hypothèse d'une intoxication par un radioélément avait été aussi envisagée par les médecins de l'hôpital Percy qui en conséquence avaient fait procéder à une analyse radio-toxicologique auprès d'un laboratoire du Ministère des armées.
- Les analyses d'urine par spectrométrie gamma se sont toutefois révélées négatives. Rappelons qu'aucune recherche d'émetteur alpha n'a été réalisée. Et le polonium est un émetteur de rayonnement alpha.
- Ce n'est que suite à l'empoisonnement au polonium d'Alexander Litvinenko en 2006, que l'utilisation de cet élément comme poison a été documentée. En 2012, lorsque nous avons été contactés, n'importe quel laboratoire d'analyse radio-toxicologique aurait proposé de mesurer le polonium.
- On notera que les échantillons d'urine de Yasser Arafat ont été détruits en France après le cas Litvinenko, sans qu'une mesure de polonium n'ait officiellement été réalisée.

Quelle est notre expérience en matière d'analyse du polonium ?

- Suite au cas Litvinenko, nous avons développé une méthode de mesure de cet élément afin d'investiguer les urines de citoyens suisses ayant séjourné à Londres à proximité des lieux où se sont déroulés les faits en 2006.
- Par ailleurs, notre laboratoire possède l'expérience de l'analyse du strontium-90, du plomb-210 et du polonium-210 dans les ossements afin de dater ces derniers à des fins médico-légales.

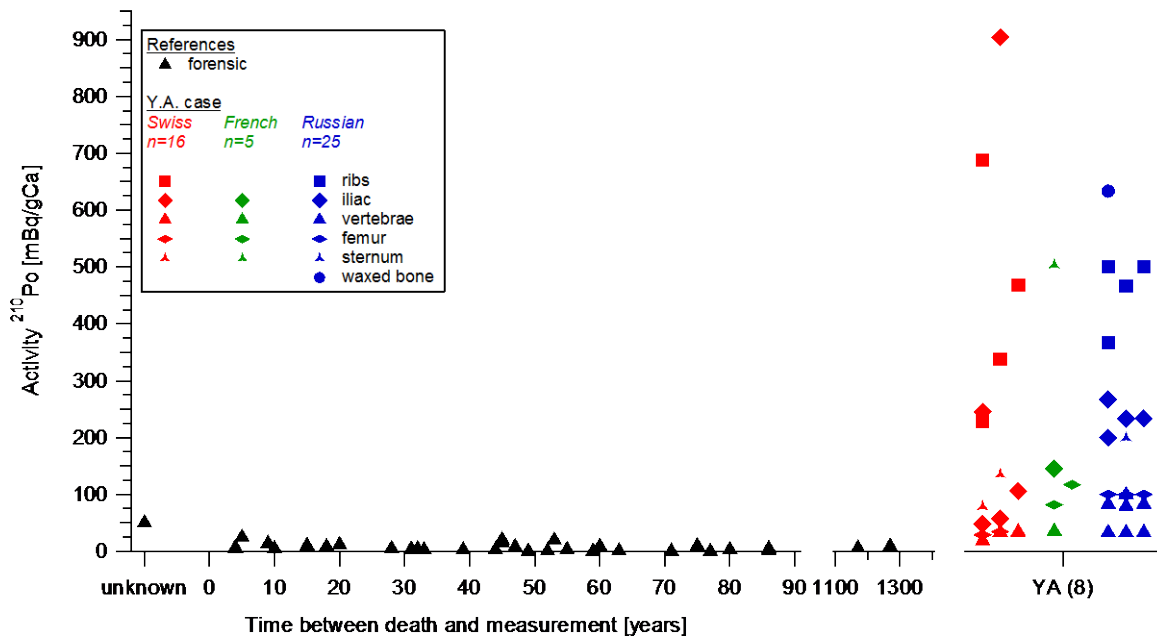
En quoi la mesure d'une source commerciale de polonium peut-elle être utile à cette affaire ?

- Les ossements de Yasser Arafat contiennent des quantités anormalement élevées et inexplicables de polonium-210 et de plomb-210. Après avoir acquis une source commerciale de polonium-210, nous avons mesuré une activité significative de plomb-210 dans cette source. Nos calculs montrent que la présence de cette impureté de plomb-210 peut expliquer les résultats obtenus dans les ossements de Yasser Arafat.

6. Conclusions des rapports analytiques

Est-ce que les résultats d'analyse sont cohérents entre les différents laboratoires ?

- Seul le laboratoire suisse a investigué les effets personnels de Yasser Arafat, recueillis et conservés par son épouse suite à son décès à Percy.
- Les trois laboratoires russe, français et suisse ont mesuré des activités de polonium-210 et de plomb-210 similaires et significativement supérieures à celles qui sont décrites dans la littérature scientifique. Comme le montre la figure ci-dessous, les activités mesurées dans les ossements issus de cas forensiques pour datation de la mort sont toutes inférieures à 50 mBq/gCa alors que celles mesurées dans les ossements de Yasser Arafat (YA) sont nettement plus élevées pour atteindre plusieurs centaines de mBq/gCa. On notera que le laboratoire français s'est contenté d'analyser 5 échantillons (contre 16 pour les Suisses et 25 pour les Russes) et qu'il n'a pas analysé les prélèvements effectués sur les côtes qui ont révélé les chiffres les plus élevés.



Est-ce que la présence de polonium-210 et de plomb-210 dans les ossements de Yasser Arafat peut s'expliquer par la présence de radon dans sa tombe ?

- Le radon présent dans la tombe ne suffit pas à expliquer les concentrations de polonium-210 et de plomb-210 mesuré dans les ossements.
- Afin de minimiser les dépôts du radon provenant de l'environnement immédiat de la tombe et de ne mesurer que ce qui aurait pu être incorporé par M. Arafat de son vivant, la procédure de chaque laboratoire a comporté une ou plusieurs étapes de décontamination des surfaces osseuses.
- Notre laboratoire est le seul à avoir mesuré la concentration en radon dans la tombe. La valeur mesurée, 12'000 Bq/m³, peut être considérée comme faible. De plus, les cas d'analyses forensiques présentés dans la figure ci-dessus proviennent également d'environnements potentiellement riches en radon. Or les analyses n'ont pas montré de contamination en plomb-210 et polonium-210 significatives dans ces cas-là. La présence de radon ne peut donc pas être invoquée comme cause de l'excès de polonium-210 observé dans les ossements de Yasser Arafat.
- A noter que nous avons cherché à évaluer l'implication du radon sur les concentrations de polonium-210 mesurées. A cet effet, nous avons analysé comparativement différents spécimens de linceuls et le cuir chevelu recouvert par ces derniers. Si le radon était à l'origine exclusive des concentrations de polonium-210 observées, nous aurions dû mesurer des activités équivalentes de ce radioélément au niveau des linceuls et du cuir chevelu, ce qui n'a pas été le cas. En effet, les concentrations mesurées de polonium-210 dans le cuir chevelu était de 11 à 33 fois plus importantes.
- Deux spécimens de terre ont été analysés : un situé dans le coin le plus éloigné de la dépouille (référence) et l'autre en dessous de la cavité abdominale et de toute évidence contaminé par des liquides biologiques. Ici aussi, on se serait attendu à obtenir des activités par unités de surface semblables si le radon était la cause des valeurs élevées mesurées. Dans les faits, le sol situé sous l'abdomen contenait environ 17 fois plus d'activité que le sol de référence.

Pourquoi nos conclusions ne peuvent-elles pas être plus affirmatives ?

- Du fait de la nature peu ordinaire des échantillons analysés (effets personnels, tissus biologiques décomposés, etc.) et des 8 années écoulées entre le décès et les analyses compte tenu de la courte période (138 jours) du polonium-210

- Du fait de n'avoir pas identifié du polonium non-supporté dans les échantillons provenant de l'exhumation ne permettant pas ainsi de conclure de manière certaine que la mort a pu résulter d'un empoisonnement par ce radioélément.

Pouvons-nous exclure d'autres types d'intoxication ?

- Il est illusoire d'imaginer pouvoir analyser toutes les substances toxiques potentielles. Il est donc possible qu'une autre substance qui n'a pas été testée du vivant de M. Arafat ou après l'exhumation, ou qui a été testée alors qu'elle avait déjà été éliminée par l'organisme soit à l'origine des symptômes qui ont conduit à son décès.

7. Conclusions

Pourquoi avons-nous utilisé une analyse bayésienne et pourquoi la conclusion n'estime pas la probabilité que M. Arafat ait été empoisonné par du polonium ?

- Chaque observation prise individuellement ne permet pas de déterminer la cause de la mort de manière certaine.
- L'analyse bayésienne est un outil communément utilisé en sciences forensiques et notamment depuis son introduction par le mathématicien français Henri Poincaré, il y a plus d'un siècle, dans l'affaire Dreyfus. Elle permet de considérer l'ensemble des observations dans leur contexte en déterminant pour chacune d'entre-elles un "rapport de vraisemblance". Dans notre cas, nous avons considéré l'ensemble des observations en supposant un empoisonnement au polonium d'une part et en supposant une autre cause inconnue d'autre part. Ceci nous a permis de conclure que, dans l'hypothèse de l'empoisonnement au polonium, l'ensemble de nos observations était plus cohérent que dans l'hypothèse contraire selon laquelle l'intéressé n'aurait pas été empoisonné au polonium.
- Ceci nous a donc conduit à formuler notre conclusion en disant : "**nos résultats soutiennent raisonnablement la proposition selon laquelle la mort est la conséquence d'un empoisonnement au polonium-210**".
- Ces résultats ne définissent donc pas la probabilité selon laquelle Yasser Arafat aurait été empoisonné par du polonium, mais doivent être intégrés dans le contexte plus large des investigations policières et judiciaires en lien avec ce cas, et qui sortent de notre domaine de compétences.

Connaîtrons-nous un jour la vérité ?

- Il est malheureusement probable que l'on ne connaisse jamais la vérité sur ce cas. Nous pensons cependant avoir exploité au maximum les capacités analytiques de notre domaine de compétences. Pour une conclusion définitive, d'autres sources d'informations doivent être obtenues et intégrées à celles des expertises scientifiques.

Lausanne, le 15 décembre 2015 (*version corrigée du 15 février 2016*)

Prof. Patrice Mangin, CURML

Dr Katarzyna. Michaud, CURML

Dr Marc Augsbuger, CURML

Prof. François Bochud, IRA

Dr Pascal Froidevaux, IRA