



Analyse médico-légale de l'ADN des espèces sauvages

Introduction

L'analyse médico-légale de l'ADN est une technique qui consiste à examiner le matériel génétique contenu dans les échantillons prélevés sur les lieux d'un crime afin d'établir un lien entre le suspect, d'une part, et la victime et les lieux du crime, d'autre part. Dans les cas de crimes contre les espèces sauvages, cette technique permet aux analystes de répondre à des questions beaucoup plus pointues qu'auparavant. Par exemple, les analystes peuvent déterminer non seulement si les échantillons recueillis au cours de l'enquête proviennent d'animaux de la même espèce, mais également si ces échantillons ont été prélevés sur le même animal.

La présente publication ne donne qu'un aperçu de la technique d'analyse d'ADN utilisée par les légistes de la faune et ne constitue pas un manuel d'instructions exhaustif.

La Commission de coopération environnementale et le Groupe nord-américain sur l'application des lois sur les espèces sauvages (NAWEG) ont préparé ce document d'introduction dans l'espoir de favoriser la lutte contre les crimes liés aux espèces sauvages dans les trois pays nord-américains.

La présente publication traite des sujets suivants :

- L'ADN, l'analyse du matériel génétique ainsi que les réponses qu'elle permet d'obtenir.
- Le prélèvement et la manipulation des échantillons ainsi que la façon d'expédier les échantillons de manière à éviter toute contamination.
- Les prescriptions juridiques relatives aux poursuites.

Information générale sur l'ADN

Présent dans les cellules des organismes vivants, l'ADN est une longue molécule formée de deux chaînes enroulées en double hélice. Chaque chaîne comporte un squelette le long duquel sont réparties des séquences de composés appelés nucléotides. On peut comparer la molécule d'ADN à un chemin de fer : les rails constituent le squelette et les traverses représentent les différents nucléotides. Il n'existe que quatre types de nucléotides mais leur séquence linéaire est très importante du point de vue génétique. Elle détermine toutes les caractéristiques héréditaires d'un individu, notamment l'espèce, le sexe et même des attributs secondaires tels que la couleur des yeux.

Actuellement, la plupart des techniques d'analyse d'ADN sont fondées sur un processus d'ACP (amplification en chaîne par polymérase) qui permet d'« amplifier » ou de copier de petites sections très précises de la molécule d'ADN. Agissant comme un photocopieur, l'ACP reproduit un même fragment d'ADN en plusieurs exemplaires, ce qui permet d'obtenir suffisamment de matériel génétique pour effectuer une analyse et accroître la précision de celle-ci. Les échantillons de petite taille et ceux qui ont subi une détérioration partielle peuvent ainsi être analysés au moyen de l'ACP, une technique fort utile pour les médecins légistes qui doivent parfois manipuler des échantillons de piètre qualité.

Fonctions de l'analyse d'ADN

1. **Identification des espèces :** Afin de déterminer de quelle espèce provient un échantillon, on analyse la séquence d'ADN de certains segments de la molécule et on la compare à des séquences

Le NAWEG et la Commission de coopération environnementale

Lorsque le Canada, le Mexique et les États-Unis ont renforcé leurs liens économiques en ratifiant l'Accord de libre-échange nord-américain (ALÉNA), ils ont également décidé de conclure un nouveau partenariat dans le domaine de l'environnement. En 1993, les trois pays ont signé l'Accord nord-américain de coopération dans le domaine de l'environnement (ANACDE) et créé la Commission de coopération environnementale (CCE). Entre autres objectifs, l'ANACDE prévoit l'établissement d'une coopération régionale afin d'assurer la conservation, la protection et l'amélioration de l'environnement. Il engage également les Parties à appliquer efficacement leurs lois respectives sur l'environnement, dont celles destinées à protéger la flore et la faune sauvages.

Donnant suite à ces engagements, en 1995, la CCE a instauré un programme de coopération en matière d'application des lois afin d'établir une tribune sur la coopération régionale et d'échanger des compétences, de renforcer les capacités d'application des lois et d'examiner d'autres méthodes efficaces dans ce domaine de l'application. Le Conseil de la CCE a constitué le Groupe de travail nord-américain sur la coopération en matière d'application et d'observation de la législation environnementale afin qu'il serve de tribune sur la coopération régionale. Le NAWEG participe aux activités du Groupe de travail en tant que membre et le conseille en cernant des priorités de coopération dans le cadre des travaux sur la protection des espèces sauvages à l'échelle du continent.

connues. On procède ainsi pour les échantillons qui ont été chauffés, qui ont subi une détérioration partielle ou qui ne contiennent pas suffisamment de matériel génétique pour être analysés au moyen de techniques moins coûteuses. Le séquençage de l'ADN a toutefois l'inconvénient d'exiger davantage de main-d'œuvre et d'entraîner des coûts plus élevés que les autres techniques couramment employées telles que l'analyse protéique.

- 2. Détermination du sexe :** On peut facilement déterminer le sexe de l'animal sur lequel un échantillon a été prélevé. On effectue d'abord une ACP afin d'amplifier certains segments d'ADN qui seront ensuite séparés et examinés. Selon le système d'identification le plus couramment employé, les échantillons comprenant deux bandes d'ADN proviennent d'animaux mâles alors que ceux qui ne comportent qu'une seule bande ont été prélevés sur des femelles. L'analyse s'effectue rapidement et peut être réalisée au moyen d'appareils relativement peu coûteux.
- 3. Identification des individus :** Le processus qui permet d'identifier un individu au moyen de l'ADN porte différents noms : examen du génotype, analyse des empreintes génétiques, typage de l'ADN et épreuve d'identification par le code génétique. On effectue d'abord une ACP afin d'amplifier certains groupes de marqueurs génétiques (loci) qui se trouvent sur les chaînes d'ADN puis on établit le génotype (l'« empreinte génétique ») de chaque échantillon. En comparant ces empreintes génétiques, on peut déterminer si deux échantillons ou

plus proviennent du même animal. L'identification des individus constitue l'utilisation la plus fréquente des analyses d'ADN bien qu'elle nécessite des équipements coûteux semblables à ceux qui servent au séquençage de l'ADN. En outre, le calcul des probabilités d'obtenir un jumelage par hasard requiert une analyse statistique qui consiste à comparer l'échantillon analysé à ceux d'une base de données génétiques. Celle-ci se construit au fil des épreuves de typage de l'ADN des échantillons, lesquelles se déroulent selon le même processus que les tests d'identification des individus.

On peut effectuer des épreuves de typage de l'ADN sur la plupart des espèces sauvages avec lesquelles les agents de protection de la faune sont en contact régulier, y compris les mammifères, les oiseaux et les poissons. Afin de faire progresser la recherche, bon nombre d'universités élaborent constamment de nouvelles épreuves s'appliquant à d'autres espèces. Ces épreuves peuvent être utilisées dans le cadre d'examen médico-légaux, le cas échéant.

- 4. Nombre minimal d'animaux :** Lorsqu'un agent saisit un grand nombre d'objets, il lui sera utile de savoir combien d'animaux différents sont en cause. Dans un cas semblable, on doit établir le génotype de chaque échantillon. Si, par exemple, l'analyse permet de découvrir trois génotypes distincts, on conclut que les échantillons ont été prélevés sur au moins trois animaux différents.
- 5. Relation parent-descendant :** L'analyse d'ADN permet de déterminer si l'animal duquel provient un échantillon était parent avec l'animal sur lequel on a

prélevé un autre échantillon. Ainsi, des accusations supplémentaires seront portées si, par exemple, on prouve que l'ourson trouvé mort à proximité du cadavre d'une ourse était le descendant de cette dernière. Encore une fois, on analyse puis on compare le génotype de chaque échantillon. Les génotypes d'un parent et de son descendant partagent certaines caractéristiques. Si on n'observe aucune caractéristique commune, les deux animaux n'entretiennent pas de relation parent-descendant. Dans le cas contraire, une telle relation ne peut être exclue. En vue d'établir une relation parent-descendant, on doit effectuer une analyse statistique qui consiste à comparer l'échantillon examiné à ceux de la population d'origine. Une telle analyse est toutefois plus difficile à réaliser que les épreuves d'identification des individus (voir le paragraphe n° 3 ci-contre) car le génotype doit être établi à l'aide d'un nombre beaucoup plus élevé de marqueurs génétiques.

- 6. Identification de la population :** Les diverses populations d'une même espèce animale se distinguent parfois par des différences génétiques qui peuvent servir à cerner l'origine géographique d'un animal. Une pareille analyse se révèle fort utile lorsqu'on ne connaît pas le lieu où un animal a été abattu. L'analyse du génotype d'animaux provenant de différentes populations permet d'identifier les populations qui partagent des caractéristiques génétiques communes. On établit ensuite des bases de données en effectuant des épreuves de typage de l'ADN des échantillons, lesquelles se déroulent selon le même processus que les tests

d'identification des individus. Une fois les bases de données créées, on procède à une analyse statistique en vue d'identifier la population dans laquelle les échantillons ont probablement été prélevés. Toutefois, en raison du nombre limité de bases de données génétiques, de telles analyses ne sont actuellement effectuées que sur un petit nombre d'espèces évoluant dans quelques régions géographiques.

Afin de procéder aux analyses statistiques, les chercheurs doivent disposer de bases de données portant sur différentes espèces animales et sur les diverses populations de chaque espèce. Les échantillons d'ADN recueillis par les agents de protection de la faune et les biologistes de terrain permettront donc aux laboratoires d'élaborer les bases de données requises en vue d'accroître la disponibilité des techniques décrites aux paragraphes n^{os} 3, 5 et 6.

Inconvénients de l'analyse d'ADN

1. L'analyse d'ADN ne permet pas de déterminer l'âge d'un échantillon.
2. On ne peut procéder à l'analyse s'il est impossible d'extraire l'ADN d'un échantillon.
3. L'analyse d'ADN est une technique coûteuse qu'on ne doit utiliser qu'en cas de nécessité. Il ne convient donc pas d'effectuer une analyse d'ADN lorsque, par exemple, on peut prouver que deux échantillons proviennent du même animal en démontrant la correspondance physique des différentes parties du corps.

4. Le coût des appareils nécessaires aux analyses d'ADN constitue le principal inconvénient de la technique. Le phénomène pourrait d'ailleurs favoriser la création de centres d'expertise régionaux, car les laboratoires locaux ne seront pas en mesure d'assumer les coûts associés à l'acquisition des capacités internes d'analyse d'ADN. L'approche axée sur les «laboratoires régionaux» pose toutefois problème en raison des frais de déplacement des experts qui témoigneront aux procès se déroulant dans les juridictions concernées. De nouvelles initiatives de financement ou la signature d'ententes entre les différentes autorités législatives seront peut-être nécessaires pour régler la situation.

Prélèvement et manipulation des échantillons

Afin que les résultats d'une analyse d'ADN soient reconnus en cour, il importe de préserver l'intégrité des échantillons et d'assurer la continuité de possession des éléments de preuve. Les procédures de prélèvement et de manipulation des échantillons doivent donc être élaborées en conséquence. En effet, aucune analyse précise ne pourra être effectuée si un échantillon servant d'élément de preuve est prélevé, examiné ou manipulé de telle façon qu'il risque de se détériorer ou d'être contaminé, comme dans les cas suivants :

1. **Contamination croisée des échantillons au moment du prélèvement.** Après chaque prélèvement, on doit nettoyer les couteaux servant à prélever les échantillons d'une carcasse afin de prévenir les risques de contamination.

2. **Détérioration des échantillons provoquée par des techniques d'entreposage et d'expédition inadéquates.** Une fois qu'on a recueilli les éléments de preuve, ceux-ci doivent être conservés dans un environnement qui en freinera la détérioration. Par exemple, les tissus fraîchement prélevés et, plus particulièrement, les échantillons de sang liquide ont tendance à se décomposer rapidement s'ils ne sont pas congelés ou conservés à basse température. Il est toutefois possible de sécher les échantillons lorsque leur refroidissement pose problème en raison des conditions de travail sur le terrain. Une fois séché, l'ADN devient stable et on peut alors l'extraire aisément du sang ou des tissus déshydratés. On peut également manipuler les spécimens humides à l'aide de porte-échantillons et conserver les tissus dans l'éthanol ou dans une solution saline saturée additionnée de sulfoxyde de diméthyle et maintenue à température ambiante.
3. **Contamination croisée des échantillons pendant le transport.** Les échantillons prélevés aux fins d'expertise médico-légale sont souvent expédiés dans des sacs de plastique, ce qui convient parfaitement aux spécimens humides qui sont congelés ou gardés au froid. Par contre, les objets ayant des arrêtes effilées tels que les couteaux, les pierres et les fragments d'os risquent de percer l'emballage au cours du transport. Il en va de même pour les tissus qui ne présentent aucune « pointe » lorsqu'ils sont frais. Une fois congelés, ces tissus deviennent très durs et risquent de percer l'emballage s'ils

percutent un autre colis pendant le transport. En outre, il arrive que des sacs apparemment intacts au moment de la congélation de leur contenu ne soient plus étanches une fois arrivés à destination. Enfin, les échantillons déshydratés expédiés dans des sacs ou des enveloppes de papier risquent également de percer l'emballage ou d'être contaminés par d'autres substances.

Techniques d'expédition adéquates

Les éléments de preuve doivent être scellés adéquatement et expédiés dans des contenants appropriés. Il convient d'utiliser des contenants isothermiques tels que des glacières et des sacs de glace pour transporter les objets devant être gardés au froid. Emballer les éléments de preuve dans du papier journal et les placer dans une boîte de carton ne constituent pas une technique adéquate. On doit veiller à ce que l'objet utilisé comme source de froid ne présente pas de fuite, ce qui risquerait d'endommager les échantillons. Les éléments de preuve sont souvent expédiés aux laboratoires par le biais de services de messagerie, lesquels «garantissent» le respect des délais d'expédition. On devrait néanmoins envisager la possibilité que les échantillons parviennent à destination plus tard que prévu.

Il n'est pas nécessaire d'expédier tous les échantillons, car l'analyse d'ADN ne requiert que de petites quantités de matériel. De plus, les agents de protection de la faune pourront utiliser les éléments de preuve qu'ils gardent en leur possession si les échantillons originaux sont perdus ou endommagés. De même, ces éléments

pourront être mis à la disposition des avocats de la défense qui souhaitent les faire analyser par un laboratoire indépendant.

Tous les éléments de preuve doivent être accompagnés de la documentation appropriée, en particulier ceux qui traversent les frontières et que les douaniers pourraient inspecter, et ceux mettant en cause des espèces dont les déplacements font l'objet de lois ou d'ententes internationales. De plus, on doit prendre toutes les mesures requises afin d'assurer la continuité de possession des éléments de preuve ainsi qu'obtenir à l'avance tous les permis nécessaires.

Les agents de protection de la faune devraient communiquer avec le laboratoire avant d'expédier quelque échantillon que ce soit. Les employés du laboratoire pourront ainsi confirmer qu'ils sont en mesure de procéder aux analyses demandées, fixer les délais d'exécution, établir les coûts estimatifs et prodiguer des conseils sur la meilleure façon d'expédier les échantillons. Ces employés devraient également répondre à toutes les questions relatives au prélèvement des échantillons. Enfin, il importe de convenir d'une méthode d'expédition et d'une date de livraison approximative afin de permettre au laboratoire de destination de retracer les envois perdus avant qu'il ne soit trop tard.

Prescriptions juridiques relatives aux poursuites

Les échantillons prélevés aux fins d'analyse d'ADN sont soumis aux mêmes exigences que toutes les autres preuves matérielles, y compris l'obligation de maintenir la chaîne (ou la continuité) de possession et de préserver l'intégrité des éléments de

preuve. Ceux-ci risquent d'être inadmissibles si la chaîne de possession n'a pas été correctement maintenue. De même, les échantillons prélevés et conservés de façon inadéquate ne pourront être soumis à une analyse médico-légale. En outre, les procédures de manipulation employées à n'importe quelle étape de l'enquête peuvent être remises en question au cours d'un procès. Le recours aux analyses d'ADN ne peut se substituer aux techniques d'enquête reconnues ni valider une enquête au cours de laquelle les procédures appropriées n'ont pas été employées.

Les agents de protection de la faune et les laboratoires d'analyse ont la responsabilité d'apporter des preuves adéquates en cour. D'une part, les agents doivent veiller à ce que les prélèvements d'échantillons et les autres étapes de l'enquête se déroulent conformément aux règles établies. D'autre part, il incombe aux laboratoires médico-légaux de confier les analyses à des employés qualifiés, car les analystes doivent absolument posséder les compétences nécessaires pour agir à titre de témoins experts dans l'éventualité d'un procès. Les laboratoires médico-légaux doivent également manipuler et entreposer les éléments de preuve de façon à maintenir la chaîne de possession dès le moment où ils reçoivent les échantillons. Ces laboratoires tiennent des registres décrivant le déroulement des procédures d'analyse, lesquelles sont normalisées au sein d'un même établissement. Les laboratoires d'analyse médico-légale des espèces sauvages commencent d'ailleurs à uniformiser les techniques utilisées par les établissements effectuant les mêmes types d'essais. En outre, certaines installations ont été accréditées par un organisme extérieur

tandis que d'autres envisagent d'obtenir une telle accréditation. Les laboratoires qui n'ont reçu aucune accréditation officielle peuvent néanmoins prendre des mesures pour faire en sorte que leur travail satisfasse aux rigoureuses exigences des tribunaux.

Les prescriptions juridiques relatives à la présentation de la preuve varient d'un tribunal à l'autre. En outre, les modifications apportées aux lois sur la preuve de même que la jurisprudence, c'est-à-dire la façon dont ces lois ont été interprétées, exercent une certaine influence sur le déroulement des enquêtes, le type d'éléments recueillis et la présentation de la preuve. Les agents de protection de la faune doivent donc demeurer au fait de toutes les nouvelles prescriptions juridiques d'ordre technique.

Conclusion

Les analyses d'ADN, en particulier les épreuves de typage de l'ADN, bénéficient d'une excellente reconnaissance au sein de la collectivité scientifique. D'ailleurs, on utilise déjà les épreuves de typage de l'ADN en vue de résoudre des questions qui n'ont aucun lien avec l'expertise médico-légale. En outre, les éléments de preuve obtenus au moyen des analyses d'ADN sont reconnus en cour depuis quelque temps déjà, notamment dans les cas de crimes contre les personnes. Ces analyses revêtent une importance croissante pour les enquêtes et les poursuites relatives aux crimes contre les espèces sauvages et les fonctionnaires chargés de l'application des lois devraient en tirer davantage profit.

Renseignements supplémentaires

États-Unis

Special Operations
Division of Law Enforcement
U.S. Fish and Wildlife Service
P.O. Box 3247
4401 North Fairfax Drive, 5th Floor
Arlington, VA 22203
T (703) 358-1949
F (703) 358-2271
R9LE_www@fws.gov
<http://www.fws.gov>

Canada

Chef, Division de la faune
Environnement Canada
351, boul. St-Joseph
Place Vincent-Massey, 17^e étage
Hull (Québec) K1A 0H3
T (819) 953-4383
F (819) 953-3459
wildlife.enforcement@ec.gc.ca
<http://www.ec.gc.ca>

Mexique

Subprocurador de Recursos Naturales
Procuraduría Federal de Protección
al Ambiente (Profepa)
Periférico Sur 5000 - 2^o piso
Col. Insurgentes Cuicuilco
C.P. 04530, México, D.F.
T (525) 665-0757/665-0748
F (525) 666-9482
pfpaweb@correo.profepa.gob.mx
<http://www.profepa.gob.mx>