



La détermination d'âge et d'origine géographique de l'ivoire d'éléphant africain

Projet de recherche de l'Agence Fédéral pour la Conservation de la Nature
et soutenu par des finances du Ministère de l'Environnement de la
République Fédérale de l'Allemagne

Institutions de recherche:
Université de Regensburg
Université de Mayence
WWF Allemagne

Avec la collaboration du Conseil International de la Chasse et de la
Conservation du Gibier (CIC) et l'Organisation pour la Conservation de la
Chasse de l'Allemagne
(Deutscher Jagdschutz Verband - DJV)

Nécessité

Dans les années 1980, le commerce international de l'ivoire a mené à une diminution dramatique de la population des éléphants dans des nombreux pays africains. En 1989, la communauté internationale a inscrit l'éléphant d'Afrique à l'Annexe I de la CITES et ainsi interdit toutes formes de commerce de l'ivoire. Les mesures d'interdiction stricte du commerce et de protection efficace ont permis, dans certains pays africains, de restaurer les populations d'éléphants, surtout en Afrique de l'Est et en Afrique australe où elles atteignent désormais un niveau de croissance annuel de 4 %. Grâce au nombre stable ou même croissant d'animaux en Afrique australe, les populations du Botswana, de Namibie et du Zimbabwe ainsi que la population d'Afrique du Sud ont été rétrogradées à l'Annexe II de la CITES respectivement en 1997 et en 2000. Parallèlement au maintien d'une protection stricte, ces pays se sont vu octroyer la possibilité de pratiquer le commerce de produits issus de l'éléphant. Toutefois, la CITES autorise pour l'instant uniquement les ventes exceptionnelles, et non pas le libre-échange de produits fabriqués à partir d'ivoire d'éléphants. L'un des principaux arguments en faveur de la quasi-interdiction du commerce est qu'il est très difficile de distinguer sur le marché l'ivoire légal de l'ivoire illégal, de sorte que le commerce de l'ivoire légal serait une couverture idéale pour la contrebande.

Par ailleurs, les données d'ETIS (Système d'information sur le commerce de produits d'éléphants), programme d'information et de surveillance du commerce et de la contrebande de produits d'éléphants, montrent que, depuis 2004, le commerce illicite de l'ivoire a augmenté dans certains pays d'Afrique centrale. Depuis la 10^{ème} Conférence des parties de la CITES (Résolution Conf. 10.10), ETIS est utilisé par TRAFFIC, un programme de conservation de la faune et de la flore sauvage mené conjointement par le WWF et l'UICN. La diminution constante, depuis 1981, des populations d'éléphants en Côte d'Ivoire, en République Démocratique du Congo et en République Centrafricaine signifie que, dans ces pays en particulier, les animaux sont tués par braconnage.

Les pays en Afrique du sud avec des populations d'éléphants significatives vont à moyen terme insister de leur donner par la communauté internationale l'accord d'avoir un commerce sans aucune restriction, pour leur permettre d'avoir des revenus réguliers pour financer les projets pour la conservation de la nature et des éléphants. Dans ce cas il sera plus difficile de distinguer entre l'ivoire légal et illégal et le commerce légal pourrait devenir un couvert pour le braconnage et la fraude.

Pour quand même assurer une protection efficace pour les populations des éléphants en Afrique de l'ouest et centrale, il faut établir un mécanisme de contrôle qui contribue à identifier l'origine géographique et l'âge de l'ivoire. Au moment il manque d'un tel instrument de contrôle objective pour les parties de la CITES. Le développement d'une méthode précise pour la détermination de l'âge de l'ivoire et la création d'une banque des données pour la détermination de l'origine de l'ivoire peut être une grande aide pour supporter les efforts des autorités de contrôle et d'améliorer les efforts de conservation de cette espèce énigmatique au niveau internationale.

C'est le seul moyen de créer une transparence objective, au sein des forums internationaux tels que la CITES, concernant l'âge et la provenance de l'ivoire. Cette transparence aidera à éviter les discussions et processus de négociation interminables et donc onéreux, et si nécessaire, elle assurera une conformité légale durant la phase de mise en œuvre. En outre, le projet permettra de spécifier et de mettre en œuvre le CITES Plan d'Action pour L'Eléphant Africain (CoP 15 Inf. 68) - et la stratégie plus spécifique 1.4 (revigorer la mise en œuvre de législation avec importance pour la conservation et la gestion des éléphants Africains) - et le plan d'action régional de la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC).

Les résultats du développement et de la validation des méthodes seront publiés dans la littérature scientifique (par exemple la série de publication de l'Agence Fédérale pour la Conservation de la Nature «BfN-Skripten»). La banque de données sera proposée aux autorités d'implémentation des lois de la conservation d'espèces ainsi qu'à la communauté internationale comme moyen de l'implémentation de CITES. Un événement spécifique dans le cadre de la prochaine Conférence des parties à la CITES en 2013 servira à l'information des états parties de la CITES sur les résultats du projet de recherche et les applications possibles.

1^{ère} Partie de Recherche

Datation de l'ivoire des dents de défense des éléphants africains: Développement d'une méthode par compilation des profils isotopiques ^{14}C , ^{90}Sr , $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$

Situation initiale

La datation au radiocarbone est considérée comme méthode standard permettant de dater des découvertes archéologiques d'origine biologique. Celle-ci consiste à connaître la teneur en ^{14}C , isotope radioactif du carbone. S'il s'agit de déterminer si la mort d'un organisme a eu lieu récemment ou plusieurs décennies auparavant, la datation au radiocarbone n'est pas en mesure, par principe, de fournir des résultats sans équivoque. La raison principale c'est que les essais nucléaires aériens ont modifié la teneur en $^{14}\text{C}/\text{C}$ de l'atmosphère ainsi que celle des êtres vivants (résorbé par la nourriture). Les valeurs les plus hautes ont été mesurées entre 1962 et 1965.

Le changement de l'activité spécifique du ^{14}C dans les organismes au cours du temps est présenté graphiquement par une courbe ainsi nommée la courbe de désintégration du radiocarbone. La comparaison des données $^{14}\text{C}/\text{C}$ d'un échantillon d'ivoire avec cette courbe, permet d'obtenir un intervalle de temps datant la mort de l'éléphant.

Même les méthodes de détermination précises ne permettent pas de déterminer la date exacte car le cours de la courbe (avec ses maxima) indiquera toujours deux dates de la mort possibles, dont une peut être datée avant et une après la date de protection valable. Néanmoins, la datation au radiocarbone joue un rôle important pour l'implémentation de la CITES comme indicateur primaire. Afin de déterminer la période du temps exacte, des analyses supplémentaires sont nécessaires comme la détermination de l'activité de strontium par gramme de calcium ($^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$) et le rapport d'activité $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$.

La présence de ^{90}Sr dans l'environnement n'était pas clairement établie à l'échelle mondiale jusqu'en 1955 car il était transmis aux chaînes alimentaires principalement par les tests d'armes nucléaires. Si une valeur sensiblement accrue de $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ est détectée, il est possible d'en déduire que la date de mort est comprise entre 1960 et 1970. Des valeurs plus faibles de $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ indiquent que la mort s'est produite avant 1960 ou après 1980. Si la valeur de $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ se situe en dessous de la limite de détection, la date de mort se situe avant 1955.

Les deux isotopes de thorium ^{228}Th et ^{232}Th sont des radionucléides naturels. Des analyses de tissu osseux humain montrent que le rapport d'activité $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ est nettement supérieur à l'unité si la mort s'est produite à une date pas trop éloignée dans le passé. Avec le temps passé depuis la mort cette valeur s'approche de plus en plus à la valeur. La composition chimique de l'ivoire étant semblable à celle des os, le même rapport se produit de ce cas.

Une combinaison des résultats des analyses de ces radionucléides permet donc de déterminer avec un degré de certitude suffisamment élevé la période de mort correcte. La combinaison des trois résultats indépendants permet de détecter plus facilement des erreurs possibles. La détermination de la date de la mort par l'analyse des trois éléments est donc recommandée.

Les analyses chimiques nécessaires

Détermination du rapport $^{14}\text{C}/\text{C}$

Le carbone de l'échantillon est réduit par combustion à l'état de dioxyde de carbone, puis s'accumule sous forme de carbonate. De ce carbonate se dégage du carbone en tant que CO_2 , lequel est stocké dans un cocktail de scintillation adéquat. Ce cocktail permet de détecter les rayonnements ionisants (β -rayonnement) du ^{14}C . Ce comptage permet ensuite de calculer la valeur pcm (pourcentage de carbone moderne; teneur ^{14}C d'un échantillon). En plus il est nécessaire de déterminer la quantité de carbone stable contenue dans le cocktail de scintillation. Le plus exacte la masse est connue le plus petit est l'intervalle de la date de la mort.

Détermination de l'activité spécifique du ^{90}Sr par rapport à l'élément calcium ($^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$)

Le rapport $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ est déterminé à partir de l'analyse du résidu de la combustion réalisée lors de l'analyse du ^{14}C . Actuellement, seule une partie du résidu peut être utilisée pour déterminer le rapport $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$, car le reste sert à effectuer l'analyse du thorium. Le ^{90}Sr est purifié de plusieurs radionucléides interférents (principalement du ^{40}K) par chromatographie d'échange d'ions. La détection des rayonnements ionisants du ^{90}Sr est réalisée à l'aide du comptage de la β -rayonnement à bas niveau avec des détecteurs à gaz. À partir du résultat de ce comptage, il est possible de calculer l'activité du ^{90}Sr .

Détermination du rapport d'activité $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$

Le rapport d'activité entre ^{228}Th et ^{232}Th est déterminé à partir de l'analyse du résidu de la combustion réalisée lors de l'analyse du ^{14}C . L'élément thorium est purifié en plusieurs étapes. En raison de sa teneur élevée en phosphates, le rendement chimique du thorium est limité à 60 % environ. La détection des émetteurs de la α -rayonnement du ^{228}Th et du ^{232}Th s'effectue par spectrométrie avec des détecteurs en silicium. Le rapport d'activité entre ^{228}Th et ^{232}Th se calcule à partir des résultats de la spectrométrie.

Activités pour atteindre les objectifs du projet de recherche

- Acquisition d'échantillons d'ivoire comprenant un éventail d'âges aussi large que possible.
- Optimisation des analyses des rapports $^{14}\text{C}/\text{C}$ en vue de déterminer plus précisément la quantité de carbone stable stockée dans le cocktail de scintillation.
- Développement d'une méthode d'analyse combiné pour la détermination de la teneur en ^{90}Sr et $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ dans une seule phase de travail afin de réduire les erreurs des analyses individuelles et augmenter la certitude des résultats.
- Augmentation du rendement chimique du thorium au-dessus de 60 %.
- Étude de l'élimination significative du ^{40}K de la préparation de ^{90}Sr en tant que radionucléide interférent principal.
- Validation de la méthode basée sur les profils isotopiques et s'appuyant sur des échantillons datés indépendamment.
- Analyse de l'ivoire pour rechercher d'autres radionucléides tels que césium ^{137}Cs , plomb ^{210}Pb , plutonium ^{238}Pu , $^{239/240}\text{Pu}$, ^{241}Pu afin d'étudier la possibilité d'affiner la datation.
- Tracé d'une courbe montrant la distribution isotopique dans une défense entière.
- Analyses d'environ 20 échantillons d'ivoire inconnus à des fins statistiques.
- Test de la méthode des profils isotopiques ^{14}C , ^{90}Sr , ^{228}Th et ^{232}Th sur des tissus d'autres espèces tels qu'écaille de tortue, pelage ou corne de rhinocéros.
- Documentation écrite des résultats (par l'internet et presse scientifique).
- Conception d'un événement spécifique («Side-event») dans le cadre de la 16ième Conférence des parties à la CITES (prévue pour mi-2013).

2^{ème} Partie de Recherche

Détermination de l'origine de l'ivoire

Création d'une banque de données de référence pour les organes de gestion de CITES

Niveau de connaissances

L'enrichissement isotopique de certains éléments chimiques contenus dans les défenses ou la matière osseuse des animaux est une bonne méthode pour identifier l'origine de l'ivoire d'éléphant de manière fiable. De plus, la banque de données isotopiques donne des informations sur l'origine géographique d'autres espèces de niveau trophique similaire (p. ex. les rhinocéros).

L'origine géographique de l'ivoire est déterminée par la combinaison de diverses analyses géochimiques de routine. La méthode la plus courante et la plus fructueuse est celle qui consiste à

déterminer la composition isotopique de l'élément strontium (Sr). Mais la composition des isotopes stables que sont le carbone (C), l'azote (N), l'oxygène (O), l'hydrogène (H) et le soufre (S) permet également une évaluation fiable de la provenance. Les éléphants ingèrent les isotopes biologiquement disponibles par la nourriture qu'ils absorbent. La composition isotopique de l'élément strontium, par exemple, que l'on peut trouver dans les aliments, comprend les isotopes ^{87}Sr et ^{86}Sr , l'un à l'autre existant dans un rapport spécifique. Ce rapport est défini par la composition chimique du sous-sol géologique: les jeunes régions volcaniques telles que le rift est-africain se caractérisent par un faible rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, tandis que les parties plus anciennes de la croûte terrestre présentent un rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ élevé. Les isotopes de carbone et d'azote peuvent servir d'indicateurs de la zone climatique dans laquelle l'éléphant avait vécu. Un très faible rapport $\delta^{13}\text{C}$ indique des habitats densément boisés tandis qu'un rapport élevé renvoie à des paysages de savane. De la même manière, un faible rapport $\delta^{15}\text{N}$ suggère des conditions humides tandis que dans les habitats d'éléphants plus secs, on peut s'attendre à un rapport plutôt élevé. Par conséquent, il est possible de déterminer l'origine de manière relativement précise en établissant la composition des défenses.

Depuis 1995, la répartition spatiale des populations d'éléphants en Afrique et leur nombre ont fait l'objet d'un suivi régulier par un groupe de spécialistes de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), ainsi que de publications dans des rapports de situation. Ceux-ci contiennent des données vectorielles qui représentent dans l'espace l'aire de répartition des différentes populations, donnant ainsi des informations sur la géologie, la végétation et les précipitations. Ces données spatiales ainsi que les résultats des analyses mentionnées ci-dessus d'environ 500 échantillons d'ivoire géo-référencés provenant des musées, des collections ainsi que des chasseurs privés permettent d'établir une banque de données de référence pour prouver l'origine de l'ivoire. Dans le cadre de ce projet, le matériel historique sera complété d'échantillons récents provenant d'États africains. À l'aide de méthodes géostatistiques (dites de «krigeage») des cartes de distribution isotopique de l'ivoire d'éléphant peuvent être dressées et être transférées dans une banque de données. Cette banque de données servira à la détermination de la provenance et à l'évaluation de la pertinence des informations de provenance de l'ivoire.

Activités pour atteindre les es objectifs du projet de recherche

Établissement d'une banque de données de référence pour l'ivoire d'éléphant:

- Documentation et analyse d'examen existants d'autres études pertinentes.
- Collecte d'échantillons de référence d'ivoire d'éléphant.
- Mobilisation de chasseurs de grand gibier en Europe pour obtenir des échantillons de référence certifiés d'ivoire d'éléphants africains.
- Catégorisation et traitement des échantillons de l'ivoire récents.
- Mesures de laboratoire et catalogage des signaux isotopiques extraits d'échantillons.
- Consolidation de banques de données de référence existantes sur la géologie et la végétation.
- Mise en place d'un système d'information géographique représentant, dans l'espace, les facteurs géologie, climat, végétation et population d'éléphants.
- Analyse statistique des signaux isotopiques et modèle de distribution spatiale des échantillons de référence au moyen de facteurs abiotiques.
- Détermination de l'hétérogénéité de la distribution des isotopes dans chaque dent de défense.
- Consolidation des résultats susmentionnés et établissement de la banque de données de référence et d'une carte de distribution des isotopes de l'ivoire d'éléphant.
- Documentation des résultats par écrit à l'internet et dans des publications scientifiques.
- Réalisation d'un 'Side-event' au 16^{ième} Conférence des Parties au mois de mars en 2013.