

RAPPORT D'INTERVENTION



MISE SOUS ATMOSPHERE INERTE MAMMOUTH YUKAGIR

*Musée Mondial du Mammouth et du Permafrost
YAKOUTSK - SIBERIE*

Date du rapport : Juillet 2007
Rapporteur : Aubert Gérard



Depuis des temps immémoriaux, les éleveurs de rennes trouvaient des défenses de mammoths dans le grand nord sibérien. En témoignent les très nombreux objets sculptés dans ce matériau, visibles dans certains musées.



Plus récemment, notre intérêt pour les mammoths s'est élargi aux tissus mous conservés congelés dans le sol (permafrost), afin de mieux connaître l'animal, sa façon de vivre et en vue d'étudier et d'utiliser son ADN pour tenter un clonage.

Lorsqu'un animal ou une partie de l'animal est sorti du sol, les tissus mous congelés doivent être conservés au froid, ceci est impératif.

Mais deux problèmes nouveaux apparaissent : la glace n'est plus stable : elle se sublime en vapeur d'eau et l'humidité de l'air supplémentaire se condense sur les surfaces froides puis congèle et altère les tissus superficiels.

Depuis une dizaine d'années, les restaurateurs d'oeuvres d'art utilisent la mise sous atmosphère inerte pour occire les populations d'insectes (xylophages et kératophages) grands destructeurs d'oeuvres d'art.

Cette technique de mise sous atmosphère inerte pouvait éventuellement aider à améliorer les conditions de conservation des mammoths sortis du sol.

Une première expérimentation a été réalisée en juin 2007 en Sibérie orientale.

Les objectifs étaient les suivants :

- limiter l'oxydation
- empêcher le développement des organismes aérobies
- stabiliser une très haute humidité relative (supérieure à 90 %)
- augmenter la pression de vapeur d'eau de l'atmosphère environnante
- arrêter la sublimation de la glace
- stopper la déshydratation des tissus mous
- empêcher la re-cristallisation de la vapeur d'eau sur l'épiderme
- apporter une protection sanitaire aux hommes contre les micro-organismes, bactéries et virus conservés dans les tissus congelés.



Date de l'intervention : Le 22 et 23 juin 2007

Lieu : Russie, Sibérie orientale, Yakoutsk, capitale de la Yakoutie Sahka, caves gelées de la compagnie Sahka Boul't (Sahka Chasse)
Température : moins 8° Celsius

Objet : La tête et la patte du mammoth Yukagir (- 18 000 ans).

Intervenants : Aubert Gérard, Emmanuel Martin

Assistants : Anatoli Bochorukov, Directeur général de la compagnie SEM Sakhe Expo Mammoth), et son équipe

Partenaire scientifique : Monsieur Vladimir Zhegallo, expert pour la Fédération de Russie



OBJECTIF PREMIER

Mise sous atmosphère inerte (sans oxygène) de la tête et de la patte congelée du mammoth Yukagir, en vue d'améliorer les conditions de conservation en réserve : limitation de l'oxydation, gêne pour tous les organismes aérobies, enveloppe close parfaitement imperméable à l'oxygène et à la vapeur d'eau avec une humidité relative élevée et une pression de vapeur importante ralentissant la sublimation de



Préparation de l'enveloppe pour la patte

la glace et la déshydratation des tissus mous ainsi que la recristallisation de la vapeur d'eau sur l'épiderme, protection sanitaire pour les hommes contre les micro-organismes, bactéries et virus présents sur/et dans la tête et la patte du mammoth.

TETE DU MAMMOUTH

La tête du mammouth Yukagir, avec une seule défense, la deuxième étant démontée.

Dimensions générales : hauteur 115 cm, longueur 195 cm, largeur 80,5 cm

Poids : 175,4 kg (mesure effectuée le 21 06 2007)

Température : moins 8° Celsius



Pesage de la tête avec une défense

Objectif complémentaire :

Une fois rendus sur place, les responsables yacoutes nous ont demandé de rendre compatible la mise sous bulle avec la mise en caisse et avec le transport en avion en caisson pressurisé. Ces contraintes nouvelles nous ont amené à limiter au maximum la taille de la bulle, à installer la bulle sur l'élément de base de la caisse pré-existante, à « dégonfler » la bulle pour faciliter le calage de la tête dans la caisse malgré la bulle.

Le volume assez exigu de la caisse ne facilite pas l'ensemble des opérations concernant la conservation et l'emballage pour un transport lointain.

La forme complexe de la tête, avec une défense de grande taille, nous éloigne d'un parallélépipède rectangle s'inscrivant harmonieusement sur la base existante.



Tête du mammouth sous la bulle

L'intervention :

Il est décidé de fabriquer une bulle en « papillote » dont les parties dépassant de la base seront dégonflée et pliées pour pouvoir s'insérer dans le volume de la caisse.

La compagnie SEM est sollicité pour enlever la tête du mammouth et libérer le socle dont nous avons besoin.

La moquette présente sur le socle est très encrassée. Elle est enlevée.

Le support complémentaire fixé au socle sous le mandibule droite, est enlevé.

Le socle est contrôlé ; des vis traversantes risquant de percer l'enveloppe (la bulle) sont enlevées.



Des vis sont utilisées pour renforcer la cohésion du socle nettement insuffisante. Un film de linoléum synthétique est vissé à l'envers sur le socle pour protéger l'enveloppe.



Tête du mammouth : détails



La bulle est composée de 4 lés de 1 x 3,2 m thermo-scellés. Du film aluminisé et du film transparent sont utilisés alternativement.

L'ensemble des 4 lés est posé sur le socle.

Une base en mousses de polyéthylène est mise en place :

- une couche sous-jacente très souple, noire, de 2 cm pour absorber les vibrations
- une couche plus ferme, blanche, de 10 cm pour absorber l'énergie en cas de choc important
- les angles sont arrondis
- le tout est recouvert par un intissé Tyvek©

20 m de linoléum avec revers feutré sont découpés pour protéger le film pendant l'opération de repose de la tête du mammouth Yukagir sur la base.

La tête est transportée par l'équipe de la compagnie SEM et elle est posée sur la base en mousse de polyéthylène.

Le dessus de la tête est protégé par de l'intissé Tyvek©.

Nous thermo-scillons le dessus de la bulle après relevage des deux côtés.

Nous thermo-scillons l'arrière de la tête. Nous mettons en place le tuyau d'azote, et thermo-scillons l'avant de la bulle (côté défense).

Nous découpons une plaque de mousse de polyéthylène blanche pour y insérer 160 absorbeurs d'oxygène Atco© FTM 2000. Nous y plaçons également un logger Hanwell© pour l'enregistrement de l'humidité relative et de la température. L'ensemble est placé dans la bulle à côté de la défense. Il est bloqué à l'aide d'une baguette de bambou.

Mise en route de la dilution avec le gaz azote (N₂, nitrogen), des 2 bouteilles fournies. Utilisation de 12 m³. Le taux d'oxygène résiduel dans l'enveloppe baisse de 20,9% à moins de 1%.

Le tuyau d'alimentation est enlevé, et nous dégonflons l'enveloppe (ou la bulle) pour faciliter la construction de la caisse et le calage de la tête dans la caisse.

Nous thermo-scillons définitivement l'enveloppe.



Absorbeurs d'oxygène rangés dans la bulle

Les absorbeurs d'oxygène vont continuer à absorber le peu d'oxygène restant dans les tissus ainsi que dans la mousse de polyéthylène. Le taux final d'oxygène résiduel dans l'enveloppe sera très faible, certainement inférieur à 0,1%

Il reste à l'équipe de la compagnie SEM à reconstruire la caisse en vissant les 4 côtés sur la base et entre eux, en évitant de percer l'enveloppe (qui sera soigneusement repliée), puis d'organiser le calage de la tête dans la caisse. Le dessus de la caisse sera vissé sur les côtés.

PATTE AVANT GAUCHE DU MAMMOUTH

Dimensions générales : hauteur ;40 cm, longueur 120 cm, largeur 47 cm

Poids : 64,8 kg (mesure effectuée le 21 06 2007)

A contrario de la tête, de très nombreux petits amas de glace sont visibles sur la patte.



Objectif complémentaire :



Une fois rendus sur place, les responsables yacoutes nous ont demandé de rendre compatible la mise sous bulle avec la mise en caisse et avec le transport en avion en caisson pressurisé. Ces contraintes nouvelles nous ont amené à limiter au maximum la taille de la bulle. Le volume trop exigü de la caisse ne facilite pas l'ensemble des opérations concernant la conservation et l'emballage pour un transport lointain.

L'intervention :

La compagnie SEM est sollicité pour sortir la patte du mammoth de sa caisse.

Il est décidé de fabriquer une enveloppe « parallélépipédique » pour pouvoir s'insérer dans le volume très limité de la caisse. Il est évident que l'espace restant est insuffisant pour obtenir un calage efficace en cas de choc sérieux sur la caisse. Mais la réutilisation de la caisse est imposée par SEM.

L'enveloppe est composée d'un dessous et de 4 côtés thermo-scillés avec du film aluminisé. Le dessus est réalisé avec un film transparent. Le dessus n'est thermo-scillé que sur un côté, et est enroulé, en attente de la mise en place de la patte.

L'enveloppe est placée sur un panneau posé sur le sol, composé de planches de bois de résineux assemblées par clouage.

Une base en mousses de polyéthylène est assemblée :

- une couche sous-jacente, blanche, de 5 cm d'épaisseur, pour absorber l'énergie en cas de choc important venant du dessous
- une couche plus souple, noire, de 2 cm pour absorber les vibrations
- les angles sont arrondis
- le tout est recouvert par un intissé Tyvek©

L'ensemble mousses/Tyvek© est placé au fond de l'enveloppe.



Patte à l'intérieur de la bulle : absorbeurs d'oxygène + logger

La patte est transportée par l'équipe de la compagnie SEM et elle est posée sur la base en mousse de polyéthylène, dans l'enveloppe.

La patte est protégée par de l'intissé Tyvek®.

Deux blocs de mousse de polyéthylène de 10 cm d'épaisseur sont découpés afin de caler latéralement la patte. Le bloc le plus grand est évidé pour y placer les 20 absorbeurs d'oxygène Atco® FTM 2000. Nous y plaçons également un logger Hanwell® pour l'enregistrement de l'humidité relative et de la température. Les blocs de mousse sont fixés sur la base générale en mousse à l'aide de petites baguettes de bambou.

Nous thermo-scillons le dessus de la bulle tout en conservant un passage pour le tuyau d'azote.

Mise en route de la dilution avec le gaz azote (N₂, nitrogen), des 2 bouteilles fournies. Utilisation de 2 m³. Le taux d'oxygène résiduel dans l'enveloppe baisse de 20,9% à moins de 1%.

Nous enlevons le tuyau, puis nous thermo-scillons définitivement l'enveloppe.

Les absorbeurs d'oxygène vont continuer à absorber le peu d'oxygène restant dans les tissus ainsi que dans la mousse de polyéthylène. Le taux final d'oxygène résiduel dans l'enveloppe sera très faible, certainement inférieur à 0,1%

Nous plaçons sous la bulle deux sangles, afin de faciliter l'introduction de l'enveloppe dans la caisse par l'équipe de SEM.



Cave de glace permettant la conservation des denrées alimentaires mais aussi du mammouth



Thermoscellage des lès de film



Manomètre de pression de sortie de l'azote dans la bulle



Container pour le transport du mammouth