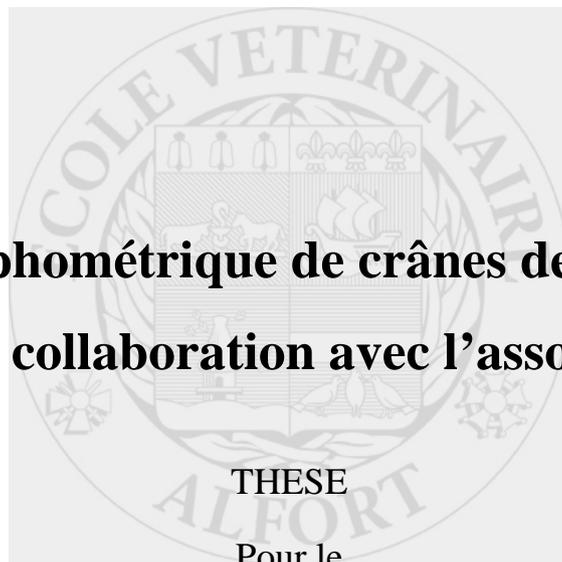


Année 2008

**Etude morphométrique de crânes de chevaux de  
Przewalski en collaboration avec l'association TAKH**



THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

Le

Par

**Susie LARDY et Sophie LATAPIE**

Née le 08 Juillet 1983 à Dieppe (Seine-Maritime)

Née le 25 Avril 1982 à Paris 15<sup>ème</sup> (Seine)

JURY

**Président :**

**Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL**

**Membres**

**Directeur : Céline ROBERT**

**Maître de conférences à l'ENVA**

**Assesseur : Fabienne CONSTANT**

**Maître de conférences à l'ENVA**



## LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur COTARD Jean-Pierre

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard

Professeurs honoraires: MM. BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, LE BARS Henri, MILHAUD Guy, ROZIER Jacques

### DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

**Chef du département : M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur - Adjoint : M. DEGUEURCE Christophe, Professeur**

|   |   |
|---|---|
| <p><b>-UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES</b><br/>Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur<br/>M. DEGUEURCE Christophe, Professeur*<br/>Mlle ROBERT Céline, Maître de conférences<br/>M. CHATEAU Henri, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE , MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE</b><br/>Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur*<br/>M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur</p> <p><b>-UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE</b><br/>M. BRUGERE Henri, Professeur<br/>Mme COMBRISSEON Hélène, Professeur*<br/>M. TIRET Laurent, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE</b><br/>Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur *<br/>M. TISSIER Renaud, Maître de conférences<br/>M. PERROT Sébastien, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE : BIOCHIMIE</b><br/>M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences<br/>M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences</p> | <p><b>- UNITE D'HISTOLOGIE , ANATOMIE PATHOLOGIQUE</b><br/>M. CRESPEAU François, Professeur<br/>M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur *<br/>Mme BERNEX Florence, Maître de conférences<br/>Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences</p> <p><b>- UNITE DE VIROLOGIE</b><br/>M. ELOIT Marc, Professeur *<br/>Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences</p> <p><b>-DISCIPLINE : PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES</b><br/>M. MOUTHON Gilbert, Professeur</p> <p><b>-DISCIPLINE : GENETIQUE MEDICALE ET CLINIQUE</b><br/>M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur<br/>Mlle ABITBOL Marie, Maître de conférences</p> <p><b>-DISCIPLINE : ETHOLOGIE</b><br/>M. DEPUTTE Bertrand, Professeur</p> <p><b>-DISCIPLINE : ANGLAIS</b><br/>Mme CONAN Muriel, Ingénieur Professeur agrégé certifié</p> |
|---|---|

### DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

**Chef du département : M. FAYOLLE Pascal, Professeur - Adjoint : M. POUCHELON Jean-Louis , Professeur**

|  |   |
|--|---|
| <p><b>- UNITE DE MEDECINE</b><br/>M. POUCHELON Jean-Louis, Professeur*<br/>Mme CHETBOUL Valérie, Professeur<br/>M. BLOT Stéphane, Maître de conférences<br/>M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences<br/>Mme MAUREY Christelle, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE CLINIQUE EQUINE</b><br/>M. DENOIX Jean-Marie, Professeur<br/>M. AUDIGIE Fabrice, Maître de conférences*<br/>Mme GIRAUDET Aude, Professeur contractuel<br/>Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel<br/>M. PICCOT-CREZOLLET Cyrille, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE</b><br/>Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, Maître de conférences* (rattachée au DPASP)<br/>M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences<br/>M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences<br/>M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP)<br/>M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences<br/>Mlle CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP)<br/>Mlle LEDOUX Dorothée, Maître de conférences contractuel (rattachée au DPASP)</p> | <p><b>- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE</b><br/>M. FAYOLLE Pascal, Professeur *<br/>M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences<br/>M. MOISSONNIER Pierre, Professeur<br/>Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences<br/>Mlle RAVARY Bérangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP)<br/>M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences contractuel<br/>M. HIDALGO Antoine, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE RADIOLOGIE</b><br/>Mme BEGON Dominique, Professeur*<br/>Mme STAMBOULI Fouzia, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE D'OPHTALMOLOGIE</b><br/>M. CLERC Bernard, Professeur*<br/>Mlle CHAHORY Sabine, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES</b><br/>M. CHERMETTE René, Professeur<br/>M. POLACK Bruno, Maître de conférences*<br/>M. GUILLOT Jacques, Professeur<br/>Mme MARNIGNAC Geneviève, Maître de conférences contractuel<br/>Mlle HALOS Léniaïg, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE NUTRITION-ALIMENTATION</b><br/>M. PARAGON Bernard, Professeur *<br/>M. GRANDJEAN Dominique, Professeur</p> |
|--|---|

### DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

**Chef du département : M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>-UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES</b><br/>M. BENET Jean-Jacques, Professeur*<br/>Mme HADDAD/ HOANG-XUAN Nadia, Maître de conférences<br/>Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE</b><br/>M. BOLNOT François, Maître de conférences *<br/>M. CARLIER Vincent, Professeur<br/>Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences<br/>M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences</p> <p><b>- DISCIPLINE : BIostatISTIQUES</b><br/>M. SANAA Moez, Maître de conférences</p> | <p><b>- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE</b><br/>M. COURREAU Jean-François, Professeur<br/>M. BOSSE Philippe, Professeur<br/>Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur<br/>Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences<br/>M. ARNE Pascal, Maître de conférences<br/>M. PONTER Andrew, Maître de conférences*</p> <p><b>- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAÏL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR</b><br/>M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences*<br/>Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur (rattachée au DSBP)<br/>M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences<br/>M. ADJOU Karim, Maître de conférences</p> |
|--|--|

Mme CALAGUE, Professeur d'Education Physique

\* Responsable de l'Unité

AERC : Assistant d'Enseignement et de Recherche Contractuel



# REMERCIEMENTS

A Monsieur le **Professeur de la faculté de Médecine de Créteil**,

Qui nous a fait l'honneur de présider notre jury de thèse.  
Sincères remerciements.

A Madame le **Docteur C. ROBERT**,

Qui nous a fait l'honneur de diriger cette thèse.  
Merci pour votre grande disponibilité et vos conseils.

A Madame le **Docteur F. CONSTANT**,

Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse,  
Merci pour les corrections que vous nous avez apportées.



# TABLE DES MATIERES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TABLE DES MATIERES .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>INTRODUCTION.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>IERE PARTIE : TRAVAIL BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1. LE CHEVAL DE PRZEWALSKI.....</b>   | <b>6</b>  |
| <i>1.1 Historique du cheval de Przewalski.....</i>   | <i>6</i>  |
| <i>1.2 Les caractéristiques du cheval de Przewalski .....</i>  | <i>7</i>  |
| <i>1.2.1 Systématique .....</i>  | <i>7</i>  |
| <i>1.2.2 Morphologie .....</i>   | <i>8</i>  |
| <i>1.2.3 L'habitat naturel du cheval de Przewalski .....</i>   | <i>9</i>  |
| <i>1.2.4 Particularités biologiques du cheval de Przewalski.....</i>   | <i>9</i>  |
| <i>1.3 Gestion génétique de la population de chevaux de Przewalski .....</i>                                 | <i>10</i> |
| <i>1.3.1 Etude chromosomique du cheval de Przewalski.....</i>  | <i>10</i> |
| <i>1.3.2 La perte de variabilité génétique du cheval de Przewalski.....</i>                                  | <i>11</i> |
| <i>1.3.3 La consanguinité dans la population de chevaux de Przewalski.....</i>                               | <i>11</i> |
| <i>1.3.4 Les solutions pour maintenir une diversité génétique maximale chez le cheval de Przewalski.....</i> | <i>12</i> |
| <i>1.4 La réintroduction du cheval de Przewalski .....</i>   | <i>13</i> |
| <i>1.4.1 Les projets de réintroduction.....</i>  | <i>13</i> |
| 1.4.1.1 La Chine.....  | 13        |
| 1.4.1.2 La Mongolie.....   | 13        |
| 1.4.1.2.1 Takhiin-Tal .....  | 13        |
| 1.4.1.2.1 Hustain Nuruu.....   | 13        |
| 1.4.1.2.1 Khomiin-Tal .....  | 14        |
| <i>1.4.2 Le projet TAKH .....</i>  | <i>14</i> |
| 1.4.2.1 Présentation de l'association TAKH .....   | 14        |
| 1.4.2.2 Le troupeau du Villaret .....  | 15        |
| 1.4.2.3 La réintroduction dans le parc national de Khar Us Nuur .....  | 17        |
| <b>2. ANATOMIE DU CRANE DES EQUIDES.....</b>   | <b>20</b> |
| <i>2.1. Ostéologie.....</i>  | <i>20</i> |
| <i>2.1.1 Les os du crâne .....</i>   | <i>21</i> |
| 2.1.1.1 L'os occipital .....   | 21        |
| 2.1.1.2 L'os sphénoïde.....  | 21        |
| 2.1.1.3 L'os temporal .....  | 21        |
| 2.1.1.4 L'os pariétal .....  | 21        |
| 2.1.1.5 L'os frontal.....  | 22        |
| 2.1.1.6 L'os ethmoïde .....  | 22        |
| <i>2.1.2 Les os de la face.....</i>  | <i>22</i> |
| 2.1.2.1 Le vomer .....   | 22        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1.2.2 Les cornets nasaux .....   | 22        |
| 2.1.2.3 L'os nasal .....   | 23        |
| 2.1.2.4 L'os lacrymal .....  | 23        |
| 2.1.2.5 L'os ptérygoïde .....  | 23        |
| 2.1.2.6 L'os palatin .....   | 23        |
| 2.1.2.7 L'os maxillaire .....  | 26        |
| 2.1.2.8 L'os incisif .....   | 28        |
| 2.1.2.9 La mandibule .....   | 30        |
| <b>2.1.3 La tête osseuse dans son ensemble .....</b>                               | <b>31</b> |
| 2.1.3.1. Face dorsale .....  | 31        |
| 2.1.3.2. Face ventrale .....   | 32        |
| 2.1.3.3. Face latérale .....   | 32        |
| 2.1.3.4 L'articulation temporo-mandibulaire .....                                  | 34        |
| <b>2.1.4 Modifications de la tête osseuse dues à l'âge .....</b>                   | <b>35</b> |
| <b>2.2 Etude de la morphométrie du crâne des chevaux .....</b>                     | <b>36</b> |
| <b>2.3 Odontologie équine.....</b>   | <b>38</b> |
| <b>2.3.1 Formule dentaire .....</b>  | <b>38</b> |
| 2.3.1.1 Chez le jeune.....   | 38        |
| 2.3.1.2 Chez l'adulte .....  | 39        |
| <b>2.3.2 Les incisives.....</b>  | <b>39</b> |
| 2.3.2.1 Conformation extérieure .....  | 39        |
| 2.3.2.2 Conformation intérieure .....  | 40        |
| 2.3.2.3 Arcade incisive.....   | 40        |
| <b>2.3.3 Les canines .....</b>   | <b>40</b> |
| <b>2.3.4 Les prémolaires et molaires.....</b>                                      | <b>40</b> |
| 2.3.4.1 Conformation extérieure .....  | 41        |
| 2.3.4.2 Conformation intérieure .....  | 41        |
| 2.3.4.3 Arcade molaire.....  | 41        |
| <b>2.3.5 Estimation de l'âge par l'examen de la dentition.....</b>                 | <b>42</b> |
| 2.3.5.1 L'éruption des dents.....  | 42        |
| 2.3.5.2 Les modifications des tables dentaires .....                               | 44        |
| 2.3.5.3 Les autres critères pour la détermination de l'âge .....                   | 46        |
| 2.3.5.3.1 La forme de la face occlusale des incisives permanentes inférieures..... | 46        |
| 2.3.5.3.2 Angle incisif.....   | 46        |
| 2.3.5.3.3 Arc incisif .....  | 46        |
| 2.3.5.3.4 Echancrure du coin supérieur.....  | 47        |
| 2.3.5.3.5 La cannelure des coins supérieurs.....                                   | 48        |
| <b>3. ANOMALIES DES MACHOIRES ET DES DENTS .....</b>                               | <b>49</b> |
| 3.1 Anomalies des mâchoires .....  | 49        |
| 3.1.1 Bec de perroquet.....  | 49        |
| 3.1.1.1 Description .....  | 49        |
| 3.1.1.2 Fréquence.....   | 50        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.1.1.3 Etiologie.....   | 51        |
| 3.1.2 <i>Mâchoire de bouledogue (« sow mouth », « monkey mouth »)</i> .....  | 53        |
| 3.1.2.1 Description.....   | 53        |
| 3.1.2.2 Fréquence.....   | 54        |
| 3.1.2.3 Etiologie.....   | 54        |
| 3.1.3 <i>Mâchoires croisées</i> .....  | 55        |
| 3.1.3.1 Description.....   | 55        |
| 3.1.3.2 Fréquence.....   | 58        |
| 3.1.3.3 Etiologie.....   | 58        |
| 3.1.4 <i>Fente et fissure palatine</i> .....   | 60        |
| 3.1.4.1 Description.....   | 60        |
| 3.1.4.2 Fréquence.....   | 60        |
| 3.1.4.3 Etiologie.....   | 61        |
| 3.2 <i>Anomalies des dents</i> .....   | 61        |
| 3.2.1 <i>Irrégularité de nombre et de forme</i> .....  | 62        |
| 3.2.1.1 Les polyodonties.....  | 62        |
| 3.2.1.2 L'oligodontie.....   | 62        |
| 3.2.1.3 Les dents hétérotypiques.....  | 62        |
| 3.2.1.4 Irrégularité de forme.....   | 62        |
| 3.2.1.5 Irrégularité de profondeur du cornet dentaire : la béguité.....  | 63        |
| 3.2.2 <i>Anomalies d'usure</i> .....   | 64        |
| 3.2.2.1 Usure des incisives.....   | 64        |
| 3.2.2.2 Usure des molaires.....  | 64        |
| <b>2<sup>EME</sup> PARTIE : TRAVAIL EXPERIMENTAL : ETUDE DESCRIPTIVE ET MORPHOMETRIQUE DE DOUZE TETES OSSEUSES DE CHEVAUX DE PRZEWALSKI.....</b> | <b>65</b> |
| <b>1 ANIMAUX, MATERIEL ET METHODE .....</b>  | <b>65</b> |
| 1.1 <i>Crânes, provenance et préparation</i> .....   | 65        |
| 1.2 <i>Description des formules dentaires, arcades incisives et molaires</i> .....   | 66        |
| 1.3 <i>Prise des clichés photographiques</i> .....   | 66        |
| 1.4 <i>Mesures des angles de déviation</i> .....   | 69        |
| 1.4.1 <i>Vue frontale de la tête osseuse</i> .....   | 69        |
| 1.4.2 <i>Vue frontale de la mâchoire inférieure, sans la mâchoire supérieure</i> .....   | 71        |
| 1.4.3 <i>Vue ventrale de la mâchoire supérieure, sans la mâchoire inférieure</i> .....   | 74        |
| <b>2 RESULTATS.....</b>  | <b>77</b> |
| 2.1 <i>Etude descriptive de la dentition et de la mâchoire</i> .....   | 77        |
| 2.1.1 <i>Bubo, mâle de 3 ans et demi</i> .....   | 77        |
| 2.1.2 <i>Belinda, femelle de 10 ans</i> .....  | 80        |
| 2.1.3 <i>Célès, femelle de 6 ans</i> .....   | 83        |
| 2.1.4 <i>Echo, mâle de 2 ans</i> .....   | 86        |
| 2.1.5 <i>Ellen, femelle de 13 ans</i> .....  | 89        |
| 2.1.6 <i>Emberiza, femelle de 4 ans</i> .....  | 92        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.1.7 Malek, mâle de 11 ans .....  | 95         |
| 2.1.8 Orion, mâle de 5 ans.....  | 98         |
| 2.1.9 Panicaut, mâle de 3 ans.....   | 101        |
| 2.1.10 Sain Bainou, femelle de 3 ans et demi .....   | 104        |
| 2.1.11 Scops, mâle de 4 ans.....   | 107        |
| 2.1.12 Sitelle, femelle de 1 an et demi .....  | 110        |
| 2.2 Etude des angles de déviation des mâchoires inférieure et supérieure .....                         | 114        |
| 2.2.1 Résultats .....  | 114        |
| 2.2.2 Analyses statistiques.....   | 115        |
| 2.2.2.1. Analyse en composantes principales - Indices de symétrie.....                                 | 115        |
| 2.2.2.2 Analyse factorielle discriminante – angles de déviation .....                                  | 119        |
| 2.2.2.3 Analyse en composantes principales – Différence droite/gauche.....                             | 122        |
| 2.3 Conclusions brutes .....   | 122        |
| 2.3.1 Conclusions de l'étude morphologique .....   | 122        |
| 2.3.2 Conclusions de l'étude statistique des résultats .....   | 123        |
| <b>3<sup>EME</sup> PARTIE : DISCUSSION .....</b>   | <b>127</b> |
| <b>1. CRITIQUE DE LA QUALITE ET DE LA VALIDITE DES RESULTATS.....</b>                                  | <b>127</b> |
| <b>2. CONFRONTATION DES RESULTATS AUX DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>                               | <b>129</b> |
| 2.1 Comparaison des anomalies observées par rapport à celles décrites dans la littérature .....        | 129        |
| 2.2 Comparaison de la fréquence des anomalies observées par rapport aux données bibliographiques ..... | 129        |
| 2.3 Etiologie des anomalies observées .....  | 130        |
| 2.3.1 Facteurs influençant la conformation du crâne.....   | 130        |
| 2.3.2 Les anomalies observées peuvent-elles être héréditaires ? .....                                  | 132        |
| <b>3 LES ANOMALIES OBSERVEES PEUVENT-ELLES AVOIR UN LIEN AVEC LE DECES DES CHEVAUX ? .....</b>         | <b>134</b> |
| <b>CONCLUSION.....</b>   | <b>137</b> |
| <b><u>ANNEXE 1</u> : MOYENNES ET ECARTS TYPES DES VARIABLES.....</b>                                   | <b>139</b> |
| <b><u>ANNEXE 2</u> : TABLEAU D'APPARTENANCE .....</b>  | <b>141</b> |
| <b><u>ANNEXE 3</u> : RAPPORTS D'AUTOPSIE.....</b>  | <b>143</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>  | <b>149</b> |

## Introduction

Le cheval de Przewalski est le dernier cheval sauvage au monde; il n'a jamais été domestiqué. A ce jour, l'espèce fait partie de la liste rouge des espèces menacées selon l'IUCN (International Union for the Conservation of the Nature). Grâce aux parcs zoologiques, le cheval de Przewalski a pu être sauvé de l'extinction. Ce mode de vie, dénué de sélection naturelle, risque d'être préjudiciable à son avenir à long terme. Ainsi, des plans de réintroduction se sont mis en place. L'Association TAKH (Takh en mongol signifie cheval sauvage), créée en 1990 sous l'égide de la Station Biologique de la Tour du Valat, du W.W.F et du Parc National des Cévennes contribue à la sauvegarde de l'espèce.

Intéressées par ce projet de réintroduction, nous avons contacté la directrice de l'association TAKH, Claudia FEH, qui nous a proposé un sujet de thèse expérimentale. L'association conservait depuis une dizaine d'années toutes les têtes osseuses des chevaux morts en vue d'une éventuelle exploitation. Les membres de TAKH avaient observé qu'un certain nombre de têtes osseuses semblaient présenter des déviations de la mâchoire. Claudia Feh nous a invitées à étudier de manière approfondie le matériel conservé.

L'objectif de ce travail est d'abord de répertorier les éventuelles anomalies des têtes osseuses, et plus particulièrement, de décrire la dentition et la conformation osseuse de la mâchoire. Puis, la mise en place d'un protocole de mesure nous permet, dans un second temps, de quantifier précisément les déviations de la mâchoire. Par ailleurs, se pose la question de savoir si les anomalies observées peuvent être mises en relation avec le décès des chevaux : nous tenterons donc d'apporter des éléments de réponses à cette problématique. Enfin, notre travail a pour but d'émettre des hypothèses quant à l'étiologie des anomalies constatées. En effet, la finalité de cette étude expérimentale est d'apporter une contribution modeste au travail de l'association TAKH afin d'améliorer la gestion de la population de chevaux de Przewalski et d'optimiser la sélection des animaux destinés à la réintroduction en Mongolie.

Dans un premier temps, nous exposerons une étude bibliographique portant sur le cheval de Przewalski et sa réintroduction, l'ostéologie de la tête et l'odonto-stomatologie des équidés. Puis, nous développerons la partie expérimentale : il s'agira d'abord de décrire le matériel et la méthode utilisés, puis une partie résultat regroupera d'une part une description détaillée de la dentition des chevaux, et d'autre part, le compte rendu des mesures réalisées sur les mâchoires. Cette partie se terminera par une exploitation statistique des résultats. Dans une troisième partie, nous discuterons de la qualité et de la validité des résultats, et de l'étiologie des anomalies observées.

# 1ère partie : Travail Bibliographique

## 1. Le cheval de Przewalski

### 1.1 Historique du cheval de Przewalski

Le cheval de Przewalski est le dernier cheval sauvage au monde. En effet, tous les autres chevaux « sauvages » : mustangs américains, chevaux camarguais, pottocks pyrénéens, sont en fait issus de races domestiques retournées à la vie libre.

D'après BOURDELLE (1938), c'est lui ou l'un de ses proches cousins que l'on retrouve sur les peintures rupestres des grottes de Lascaux.

Celles-ci nous montrent que l'espèce était présente à l'époque des dernières glaciations en Europe, il y a 20 000 ans. Des changements climatiques et très probablement déjà l'action de l'homme, l'ont ensuite reléguée dans les steppes d'Asie.

MORH (1971) raconte que la « redécouverte » du cheval de Przewalski a eu lieu à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. L'officier et explorateur russe, Nikolaï Przewalski ramena en 1879 la peau d'un équidé offert par un chasseur dans le désert de Gobi. A son retour, le Colonel Przewalski montra son trophée à I. S. Poliakov, le conservateur du musée zoologique de l'académie des sciences de Saint-Pétersbourg. Le nom officiel fût donné en 1881 : *Equus ferus przewalskii* Poliakov, 1881.

Les témoignages des explorateurs du siècle dernier confirment qu'à la charnière du XIX<sup>e</sup> et du XX<sup>e</sup> siècle, le cheval de Przewalski vivait en Asie dans la partie ouest de la Mongolie extérieure, et plus particulièrement du désert de Gobi : le Gobi dzoungare, ou Dzoungarie, d'après BANNIKOV (1958).

Selon BOUMAN et BOUMAN (1994), après sa découverte, pour répondre aux demandes de différents zoos, et en raison de son caractère sauvage, les chasseurs en ont abattus des groupes entiers pour s'emparer de quelques chevaux. Les campagnes de capture brutales, la concurrence des troupeaux domestiques dont les effectifs augmentaient et les rudes hivers qui peuvent régner dans le Gobi, ont alors entraîné l'extinction du cheval de Przewalski à l'état sauvage aux alentours de 1970. Mais l'espèce fut perpétuée par les spécimens des zoos de manière efficace, puisque à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, on comptait 1600 individus.

Seuls treize chevaux sont à l'origine des chevaux de Przewalski actuels :

- 11 chevaux issus de 53 chevaux de Przewalski capturés à l'état sauvage entre 1899 et 1903
- 1 jument domestique d'origine mongole, mère adoptive, utilisée une fois pour la reproduction en 1906
- 1 jument domestique d'origine mongole, capturée en 1947.

En 1959, un recueil de données sur les chevaux captifs au début du siècle est réalisé et le stud-book du cheval de Przewalski est publié.

En 1977, la Fondation pour la Préservation et la Protection du Cheval de Przewalski (F.P.P.P.H. : Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski Horses) fût créée. Cette organisation gère un fichier informatique basé sur les données du stud-book de manière à avoir un programme d'élevage international d'ensemble. Il répertorie notamment des informations sur les chevaux : détails sur les ascendants et les descendants, et des informations sur la conduite d'élevage, la reproduction et la composition des groupes dans chaque parc zoologique.

## **1.2 Les caractéristiques du cheval de Przewalski**

### **1.2.1 Systématique**

LANGLOIS (1973) décrit la place du cheval de Przewalski dans la classification animale :

Embranchement : Vertébrés

Classe : Mammifères

Super Ordre : Ongulés

Ordre : Périssodactyles

Sous-ordre : Hippomorphes

Famille : Equidés

Genre : Equus

Espèce : Equus ferus

Sous-espèce : Equus ferus przewalski

## 1.2.2 Morphologie

D'après GROVES (1994), les mesures les plus fiables de la taille du cheval de Przewalski ont été répertoriées par Masak et Dobroruka en 1967. Le mâle mesure entre 1,38 et 1,46 m de hauteur au garrot, et la femelle, entre 1,34 et 1,40 m. LE GOUAR et ROCHE (2000) rapportent un poids moyen d'environ 300 kg.

MOHR (1971) décrit le cheval de Przewalski comme étant caractérisé par sa stature compacte. La croupe est un peu avalée. Le dos est court et droit. Le garrot est peu saillant. L'encolure est courte et épaisse. La tête est large et semble importante par rapport à la taille du corps. Le chanfrein est droit ou busqué.

D'après GROVES (1994), les couleurs de la robe sont variables, allant du brun-grisâtre au bai. Les poulains naissent toujours plus foncés que les adultes. Le pelage s'éclaircit avec l'âge, devenant alors : brun-grisâtre, gris ou isabelle. Le cou et la tête sont plus foncés que le corps. Les lèvres, les naseaux et les oreilles sont bordés le plus souvent de poils noirs. Le bout du nez est généralement blanc. Le ventre est plus clair que le reste du corps. Quelle que soit la saison le poil reste court autour des yeux et de la bouche. Le reste du pelage prend un aspect plutôt long, laineux et rêche en hiver. L'été, la robe est plus foncée, le poil est lisse et court.

Les chevaux de Przewalski présentent des caractères « primitifs » au niveau de leur robe : la partie inférieure des membres est plus foncée et marquée de zébrures ; une raie de mulot, bande de couleur noire, parcourt le dos du garrot jusqu'à la base de la queue.

La crinière est dressée, courte et foncée, de marron à noire. Elle présente des poils plus clairs, jaunâtres, sur les bords. La hauteur des crins peut atteindre 20 cm, d'après MOHR (1971). Il n'y a pas de toupet. La queue comporte des touffes de poils courts et clairs sur sa moitié proximale et, des crins longs et noirs, sur sa moitié distale.

La photographie ci après illustre ces différentes caractéristiques (Figure 1).

Figure 1 : Cheval de Przewalski



D'après FEH et JOLY (2007-b)

### **1.2.3 L'habitat naturel du cheval de Przewalski**

WEISS S. (2003) décrit la Mongolie extérieure comme un vaste plateau bordé au Nord par la Russie et au Sud par la Chine. Les deux-tiers du pays sont couverts par des zones de montagnes et de steppes, et le dernier tiers correspond au désert de Gobi.

Pour BANNIKOV (1958), le cheval de Przewalski se distribuait historiquement dans une zone délimitée au Nord par L'Urungu et la chaîne de montagnes de l'Altaï, et au Sud, par les chaînes de montagnes de Baïtag-Bogdo et Takhin-Shar-Nuru.

Cette région est donc plutôt de type montagneux à semi-désertique et steppique, d'après GIRARD (1995). L'altitude est comprise entre 1500 et 2000 mètres. Le climat est continental. L'amplitude thermique est une des plus importantes du monde : de -45°C en hiver à +45°C en été. Le temps est donc plutôt sec, très venteux et les précipitations sont rares.

### **1.2.4 Particularités biologiques du cheval de Przewalski**

Peu d'études fournissent des informations sur le comportement du cheval de Przewalski dans son habitat naturel. Les semi-réserve permettent aujourd'hui de réaliser des observations. De plus, des données recueillies sur des chevaux domestiques retournés à l'état sauvage sont utilisées car il semblerait que l'organisation sociale soit relativement similaire, d'après BOYD (1991) et, HOUPTE et FRASER (1988).

Selon LEBLANC (1984), les chevaux s'organisent selon deux types d'unités. D'abord, le harem, c'est-à-dire l'unité reproductrice, regroupe un étalon, une à trois juments poulinières et leurs poulains jusqu'à l'âge de 2 ans. Il s'agit d'une structure stable au niveau des membres adultes. D'autre part, il existe des unités non reproductrices dont la composition est variée. Il peut y avoir un ensemble de jeunes mâles, chassés par l'étalon du harem. Parfois, elles se composent de vieux étalons destitués. On peut aussi rencontrer des femelles solitaires mais ceci est beaucoup plus rare, GIRARD (1995).

KEIPER et RECEVEUR (1992) expliquent que dans les harems stables, l'animal dominant n'est pas toujours l'étalon, comme on pourrait le penser. L'âge jouerait un rôle important et c'est donc l'animal le plus vieux qui prendrait la tête. Ainsi, on rencontre souvent des femelles dominantes car les femelles restent longtemps dans le groupe et leur ancienneté leur permet d'accéder au rang social le plus élevé. BOYD (1991) souligne que lors de la formation d'un nouvel harem, l'animal dominant est celui qui présente la morphologie la plus imposante et la meilleure condition physique. Son âge importe alors peu face à son agressivité.

### **1.3 Gestion génétique de la population de chevaux de Przewalski**

#### **1.3.1 Etude chromosomique du cheval de Przewalski**

BENIRSCHKE et al. (1965) découvrit que le nombre de chromosomes entre le cheval de Przewalski et le cheval domestique était différent. En effet, le cheval de Przewalski possède  $2n=66$  chromosomes alors que le cheval domestique en a  $2n=64$ . Cependant, la morphologie des chromosomes est très similaire pour ces deux espèces. Les hybrides sont fertiles et possèdent un nombre de chromosome intermédiaire de  $2n=65$ . MATTHEWS et DELHANTY (1979) précisent que lorsqu'un hybride est ensuite croisé avec un cheval de Przewalski, l'animal issu du croisement portera  $2n=66$  ou  $2n=65$  chromosomes. Ainsi, un cheval avec  $2n=66$  chromosomes n'est pas forcément un animal de souche pure.

DE FRANCE (1979) explique que la différence entre les deux caryotypes repose sur deux paires de chromosomes acrocentriques, présentes chez le cheval de Przewalski, et qui ont fusionnées en une seule paire submétacentrique chez le cheval domestique. Il s'agit d'une translocation Robertsonienne qui n'engendre pas de réarrangement du matériel chromosomique et ne provoque pas de changement dans le contenu génétique. L'hypothèse la plus probable est que la fusion résulte de la domestication et de la pression de sélection.

### **1.3.2 La perte de variabilité génétique du cheval de Przewalski**

D'après DE BOER (1988), une population possède un certain degré de variabilité génétique dépendante de l'hétérozygotie et du polymorphisme. Il semblerait que cette variabilité soit importante pour la survie de la population car elle permet de s'adapter aux modifications de l'environnement.

Le risque d'une population à effectif réduit, comme celle des chevaux de Przewalski est de perdre cette variabilité génétique beaucoup plus vite que pour un grand effectif. En effet cette population est issue d'un petit nombre d'individus fondateurs, rescapés d'un « goulet d'étranglement génétique », c'est-à-dire que seuls quelques individus ont apporté leur contribution génétique au patrimoine des populations suivantes. Rappelons que la population fondatrice est composée de treize individus. Ainsi tout le patrimoine génétique de la population originelle ne peut être transmis, occasionnant une perte importante de matériel génétique. La perte de variabilité génétique a été accentuée au départ par une sélection artificielle permettant de produire des chevaux ressemblant aux individus sauvages, par KNOWLES et WAKEFIELD (1992).

### **1.3.3 La consanguinité dans la population de chevaux de Przewalski**

La consanguinité est définie comme l'accouplement de deux individus apparentés. Ce phénomène entraîne une « homozygotie par descendance ». Le coefficient de consanguinité est la probabilité qu'un individu provenant de parents ayant un ancêtre commun possède deux loci homologues identiques. Plus les animaux sont issus de parents ayant un lien de parenté proche, plus le coefficient de consanguinité sera élevé. Un coefficient de consanguinité est considéré comme élevé lorsqu'il est supérieur à 0,25, selon BOUMAN-HEINSDIJK (1979).

La consanguinité entraîne une perte de la variabilité génétique par augmentation du nombre d'homozygote. La probabilité d'homozygotie pour des allèles récessifs, délétères ou létaux, est donc plus élevée. On retrouve ainsi plus de phénotypes récessifs, d'après VERNHET (1996).

Avec seulement treize individus fondateurs, la base génétique de l'espèce est très restreinte et les risques de consanguinité sont élevés. De plus, les croisements consanguins étaient relativement fréquents dans les zoos avant la mise en place du Stud-Book (registre généalogique).

### **1.3.4 Les solutions pour maintenir une diversité génétique maximale chez le cheval de Przewalski**

La variabilité génétique et sa conservation sont fondamentales aussi bien au niveau d'une population, qu'à l'échelle de l'individu. Il faut donc préserver au maximum un certain polymorphisme dans une espèce animale. Pour agir en faveur de la conservation de la variabilité génétique, plusieurs solutions sont possibles.

D'après BOUMAN-HEINDIJK (1979), des échanges d'étalons sont réalisés entre les principales zones de reproduction. Grâce aux données du stud-book, les coefficients de consanguinité sont calculés. Par logiciel informatique, on peut réaliser des modélisations pour calculer les coefficients de consanguinité de la descendance hypothétique issue de l'étalon que l'on souhaite introduire. Une condition s'impose cependant : seuls les mâles et femelles indemnes d'anomalies génétiques susceptibles d'être transmises seront utilisés.

Afin de pallier à l'homozygotie importante vis-à-vis de gènes nuisibles, des gènes de chevaux domestiques pourraient être introduits, selon SHEPPER (1979). L'introduction de gènes s'est toutefois déjà produite par le passé de manière involontaire. On décida alors d'interdire l'accouplement entre les chevaux de sang « pur » et la lignée issue de l'hybride. L'objectif était de séparer de manière distincte la lignée sauvage de la lignée hybride, mais cela est sujet à controverse. A l'état sauvage, les croisements entre les chevaux de Przewalski et les chevaux domestiques étaient fréquents. Certains de ces hybrides ont été capturés pour les zoos, en étant considérés comme des chevaux de Przewalski. Il est aujourd'hui certain qu'une jument domestique mongole faisait partie des treize fondateurs.

Le choix d'individus génétiquement importants, peu apparentés, et en quantité suffisante pour une reproduction visant à maintenir le maximum de matériel génétique, est une condition nécessaire mais non suffisante. En effet, même si la variabilité génétique au sein de la population captive est satisfaisante, l'objectif ultime reste la réintroduction de l'espèce dans la nature. Car bien que la population présente les qualités requises pour se maintenir, rien ne garantit le succès des programmes de réintroduction. C'est pourquoi, il faut tester les aptitudes des chevaux à réintroduire dans un environnement naturel ; c'est le rôle des semi- réserves et des réserves semi-naturelles.

## **1.4 La réintroduction du cheval de Przewalski**

### **1.4.1 Les projets de réintroduction**

#### **1.4.1.1 La Chine**

D'après WEISS (2003), en 1985, onze chevaux issus de zoos de Grande-Bretagne et d'Allemagne, sont relâchés dans le centre d'élevage du cheval sauvage de Przewalski dans la région de Jimsar, dans le Xianjiang, dans le Nord-Ouest de la Chine. En 1988, cinq nouveaux chevaux provenant d'Allemagne de l'Ouest sont réintroduits dans ce centre. Il naît cette année-là un premier poulain. En 1989, vingt-cinq chevaux sont relâchés dans une pâture clôturée de 200 hectares dans le bassin de Junggar. Fin 1996, le centre possède une quarantaine de chevaux, cependant, ils ne peuvent être relâchés en raison d'une sécheresse importante. Le centre continue de recevoir des chevaux importés des Etats-Unis, de Grande-Bretagne et d'Allemagne. XINHUA (2007) dénombre 290 chevaux dans ce centre en 2007. La plupart sont en captivité mais une réintroduction de quelques chevaux dans un environnement semi-sauvage a débuté en 2001. Au total, 45 chevaux ont été relâchés.

#### **1.4.1.2 La Mongolie**

##### ***1.4.1.2.1 Takhiin-Tal***

D'après WEISS (2003), en Juin 1992, cinq chevaux arrivent à Takhiin-Tal. En Septembre 1992, on répertorie une première naissance. En Juin 1993, six juments et deux étalons en provenance d'Ukraine, rejoignent le groupe. Entre 1992 et 1999, 59 chevaux venant de Suisse, Australie, Autriche, et Allemagne, arrivent à Takhiin-Tal. Selon BOUMAN (2008), On compte actuellement 110 individus.

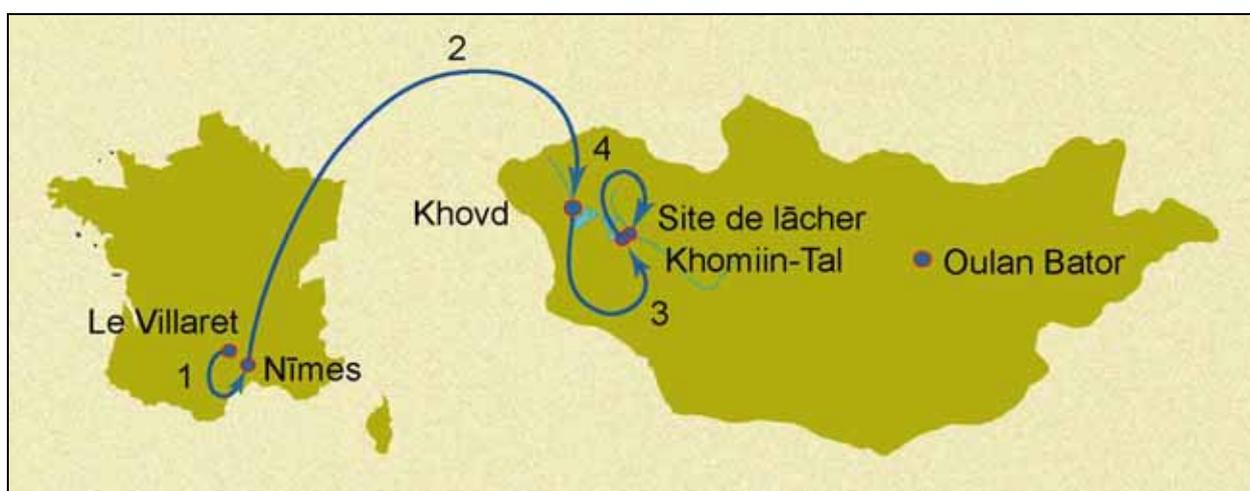
##### ***1.4.1.2.1 Hustain Nuruu***

En Juin 1992, un groupe de 16 chevaux est relâché à Hustain Nuruu. Le premier poulain naît en 1994. Au total, 80 chevaux ont été transportés vers ce site entre 1992 et 1999. La plupart des chevaux provenaient des semi-réserves de Hollande et d'Allemagne, d'Ukraine et du zoo de Cologne. Selon BOUMAN (2008), Il y aurait 200 chevaux à Hustain Nuruu en ce moment.

### 1.4.1.2.1 Khomiin-Tal

Ce projet, mené par l'association TAKH, a démarré en 2004. Deux transports ont eu lieu en 2004 et en 2005. Les chevaux réintroduits proviennent tous de la réserve française du Villaret sur le Causse-Méjean. Au total, 22 individus ont été relâchés sur le site de Khomiin-Tal. La figure ci jointe illustre le trajet réalisé en avion pour le transport des chevaux en Mongolie (Figure 2).

Figure 2 : Transport des chevaux du Villaret au site de Khomiin-Tal (Mongolie)



D'après FEH, JOLY (2007-b)

## 1.4.2 Le projet TAKH

### 1.4.2.1 Présentation de l'association TAKH

L'association pour le cheval de Przewalski, TAKH, a été créée en 1990. Elle reçoit le soutien financier du WWF France, du Conseil Général de Lozère, du Conseil Régional du Languedoc-Roussillon, et de l'Union Européenne, d'après VERNHET (1996). Elle travaille en partenariat avec le groupe des spécialistes des équidés de l'IUCN (International Union for the Conservation of Nature and natural resources), le WWF et le Parc National des Cévennes.

La mission de l'association se définit comme suit : « A travers la sauvegarde et l'étude de l'espèce porte-drapeau qu'est le cheval de Przewalski, l'association TAKH mène un projet de conservation intégré alliant la restauration des steppes, de zones humides, et

la protection des espèces menacées qui leur sont liés, à la promotion d'un développement durable. » FEH et al. (2003).

Afin de remplir cette mission, l'association s'est fixé cinq objectifs principaux, d'après FEH et al.(2003) :

- 1.« Maintenir un troupeau naturel de chevaux de Przewalski au Villaret en vue de la réintroduction en Mongolie.»
- 2.« Contribuer à la restauration des milieux steppiques désertiques et des zones humides du Parc National de Khar Us Nuur, et de leurs espèces, en collaboration étroite avec ses habitants, et y établir une population viable de chevaux de Przewalski. »
- 3.« Développer la connaissance sur les petites populations de mammifères en alliant démographie, génétique et relations sociales, et l'appliquer dans le cadre d'une approche de conservation des espèces menacées, en collaboration avec L'IUCN et d'autres projets de réintroduction. »
- 4.« Approfondir les connaissances sur les relations entre la diversité biologique et la présence de chevaux de Przewalski sur le Causse Méjean, notamment par leur contribution au maintien de l'ouverture du milieu. »
- 5.« A travers l'espèce porte-drapeau qu'est le cheval de Przewalski, sensibiliser le public à des aspects plus généraux de la conservation, comme la protection de la diversité biologique et des habitats. »

#### **1.4.2.2 Le troupeau du Villaret**

WEISS (2003) souligne que les semi-réserves et les réserves semi-naturelles sont des étapes intermédiaires indispensables entre les zoos et la réintroduction en milieu naturel. La semi-réserve du projet TAKH a été installée sur le Causse Méjean, dans le Parc National des Cévennes, à une vingtaine de kilomètres de Florac. Ce site présente de grandes étendues entre 800 et 1000 mètres d'altitude. Il est entouré par des clôtures électrifiées. La superficie était de 375 ha en 2001, selon FEH et JOLY (2007-a). La rigueur du climat et la pauvreté du sol ont favorisé le développement d'une végétation réduite composée principalement de graminées et légumineuses inférieures à 10 cm (VERNHET, 1996). Ces conditions semblent être celles qui se rapprochent le plus en France de l'habitat originel du cheval de Przewalski.

Le hameau de Villaret a été acquis en 1991 et restauré. Le but de l'association au Villaret est de produire des individus qui puissent affronter la réintroduction en Mongolie. Pour cela, la philosophie du projet réside dans la non-intervention car dans un premier temps, les chevaux doivent retrouver la capacité à survivre sans intervention humaine. De plus, un des objectifs est de reproduire les mécanismes de la sélection naturelle, en permettant notamment le libre choix des partenaires de reproduction.

Enfin, le projet doit permettre aux individus de reconstituer des groupes familiaux susceptibles d'être réintroduits (FEH et JOLY, 2007-b).

Entre 1993 et 1994, un troupeau de 11 chevaux provenant de différents zoos européens est arrivé sur le site (Figure 3).

Figure 3 : Localisation des différents parcs zoologiques européens



D'après FEH, JOLY (2007-b)

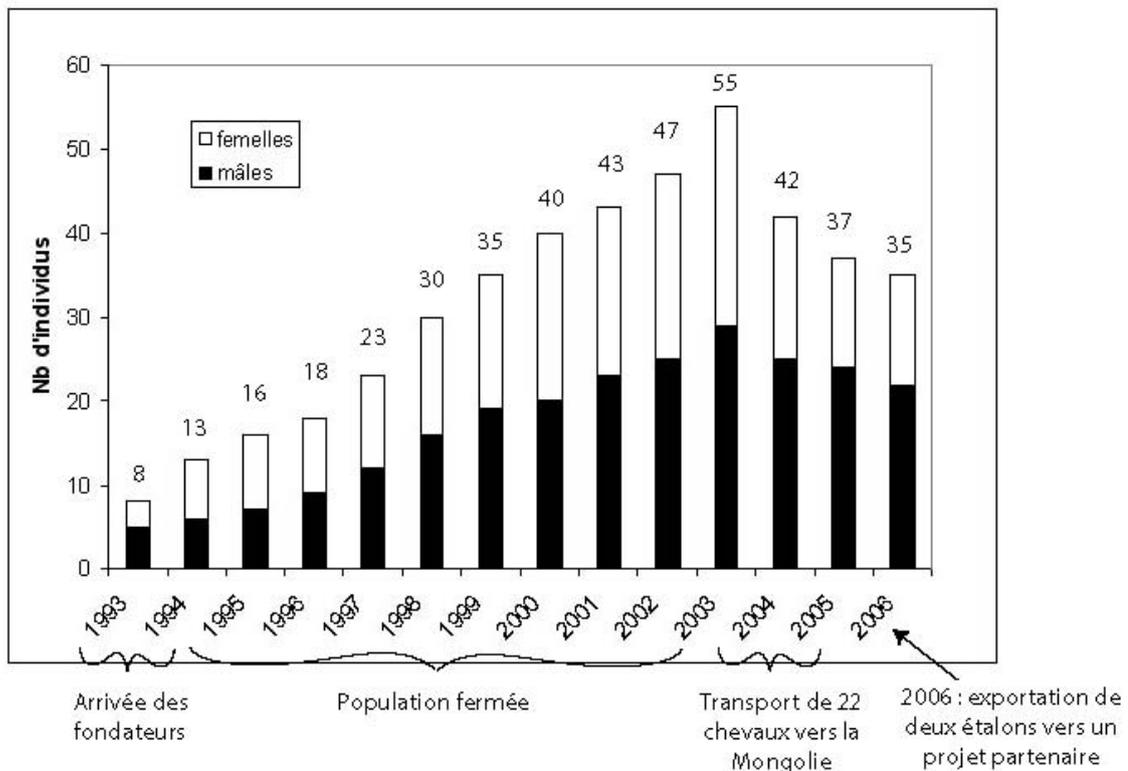
Le choix des chevaux a été réalisé selon différents critères et notamment, l'âge, le sexe, et les critères génétiques. Il a été décidé d'avoir un sexe ratio biaisé en faveur des femelles afin de réduire les comportements agressifs dus aux rivalités entre mâles.

De plus, le choix s'est porté sur des femelles plus âgées que les mâles, afin d'établir une dominance des juments sur ces derniers.

La sélection génétique des individus s'est basée sur le respect de la représentativité des fondateurs et les coefficients de consanguinité. On peut considérer le patrimoine génétique des individus fondateurs du troupeau comme représentatif de la population captive mondiale (Figure 4). Le coefficient de consanguinité des 11 chevaux à l'origine du programme est de 0,177 pour les femelles et de 0,136 pour les mâles. Or, la valeur moyenne pour la population mondiale est de 0,21 (FEH, 1994).

L'objectif de créer un troupeau naturel a été atteint. La population est passée de 11 chevaux importés en 1994, à 55 en 2003. Le taux de croissance est donc satisfaisant (FEH et al, 2003). Il n'y a pas eu de nouvelle importation. En 2002, une jument a quitté le troupeau pour rejoindre son zoo d'origine. En 2004 et 2005, 22 chevaux ont été transportés vers la Mongolie (Figure 4). En 2006, deux étalons ont été exportés vers un projet partenaire. La population se compose, fin 2007, de 37 individus (FEH et JOLY, 2007-a).

Figure 4 : Evolution démographique du troupeau du Villaret

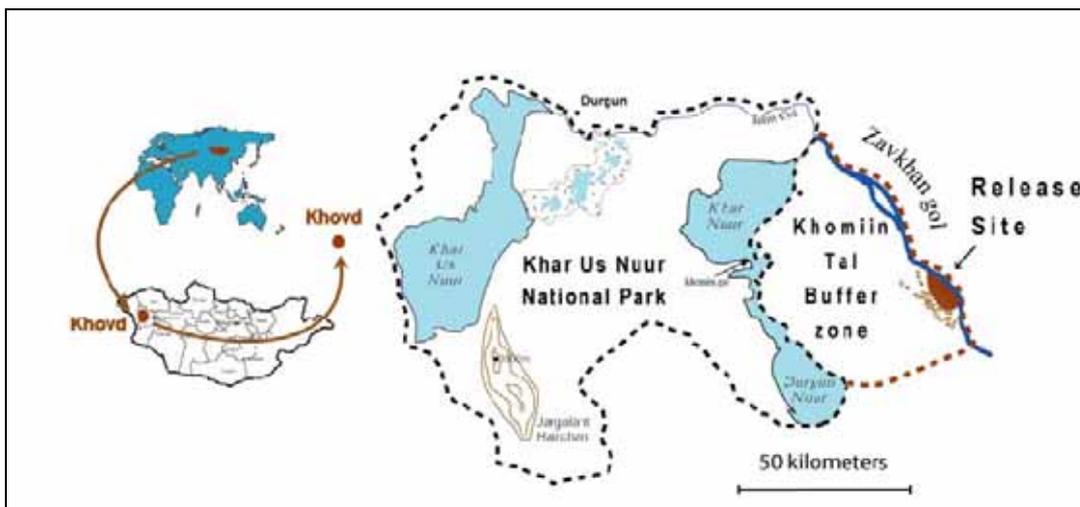


D'après FEH, JOLY (2007-b)

### 1.4.2.3 La réintroduction dans le parc national de Khar Us Nuur

Le site de réintroduction des chevaux se trouve dans la région de Khomiin-Tal, à l'ouest de la Mongolie et jouxte le parc national de Khar Us Nuur (Figure 5). Le parc national a une surface de 850 000 ha et contient trois lacs connectés entre eux. L'autorisation officielle de projet du ministère Mongole de l'environnement a été obtenue fin 2002. En 2004 et 2005, 22 individus, structurés en cinq groupes préformés, ont été transportés par avion sur le site de Khomiin-Tal.

Figure 5 : Khomiin-Tal, site de réintroduction des chevaux de Przewalski



D'après FEH, JOLY (2007-b)

A l'heure actuelle, cette première étape de réintroduction a été une réussite. Aucune mortalité n'est à déplorer, alors que lors de l'hiver 2004-2005 la température est descendue jusqu'à  $-48^{\circ}\text{C}$ .

Pour les quatre prochaines années, le programme de conservation du projet TAKH peut être résumé en 4 objectifs (FEH et JOLY, 2006-a) :

1. Etablir une population viable de 500 chevaux de Przewalski.
2. Dans l'idée d'assurer des populations viables de chevaux de Przewalski et d'autres herbivores sauvages, mettre en place un programme de gestion durable des pâturages et des zones humides, basé sur une étude de la végétation en collaboration avec les éleveurs locaux.
3. Dans le but d'appliquer le plan de gestion durable des pâturages et des zones humides, améliorer les pratiques d'élevage, développer des débouchés fiables pour les productions d'élevage et étendre les activités alternatives pour diversifier les revenus.
4. Avec l'aide de la population locale, contribuer à la réalisation des plans d'action pour la protection des espèces menacées et des espèces régionales.

Le cheval de Przewalski est donc une espèce en voie d'extinction dont la population mondiale actuelle descend uniquement de 13 individus fondateurs. Il est caractérisé par sa petite taille et sa robe isabelle marquée d'une raie de mulet. Comme les autres équidés vivant à l'état sauvage, ils forment de petits groupes dont le harem constitue l'unité reproductrice. Leur caryotype constitué de  $2n = 66$  chromosomes constitue une caractéristique génétique unique dans le monde équin. L'aspect génétique représente par ailleurs un des facteurs limitants quant à l'évolution de la population. En effet, avec 13 individus fondateurs, tous les projets d'élevage sont confrontés à des problèmes de consanguinité importants et doivent sans cesse trouver des solutions pour assurer une certaine diversité génétique. Le projet de l'association TAKH est le seul à respecter une politique de non intervention sur les animaux réintroduits en Mongolie.

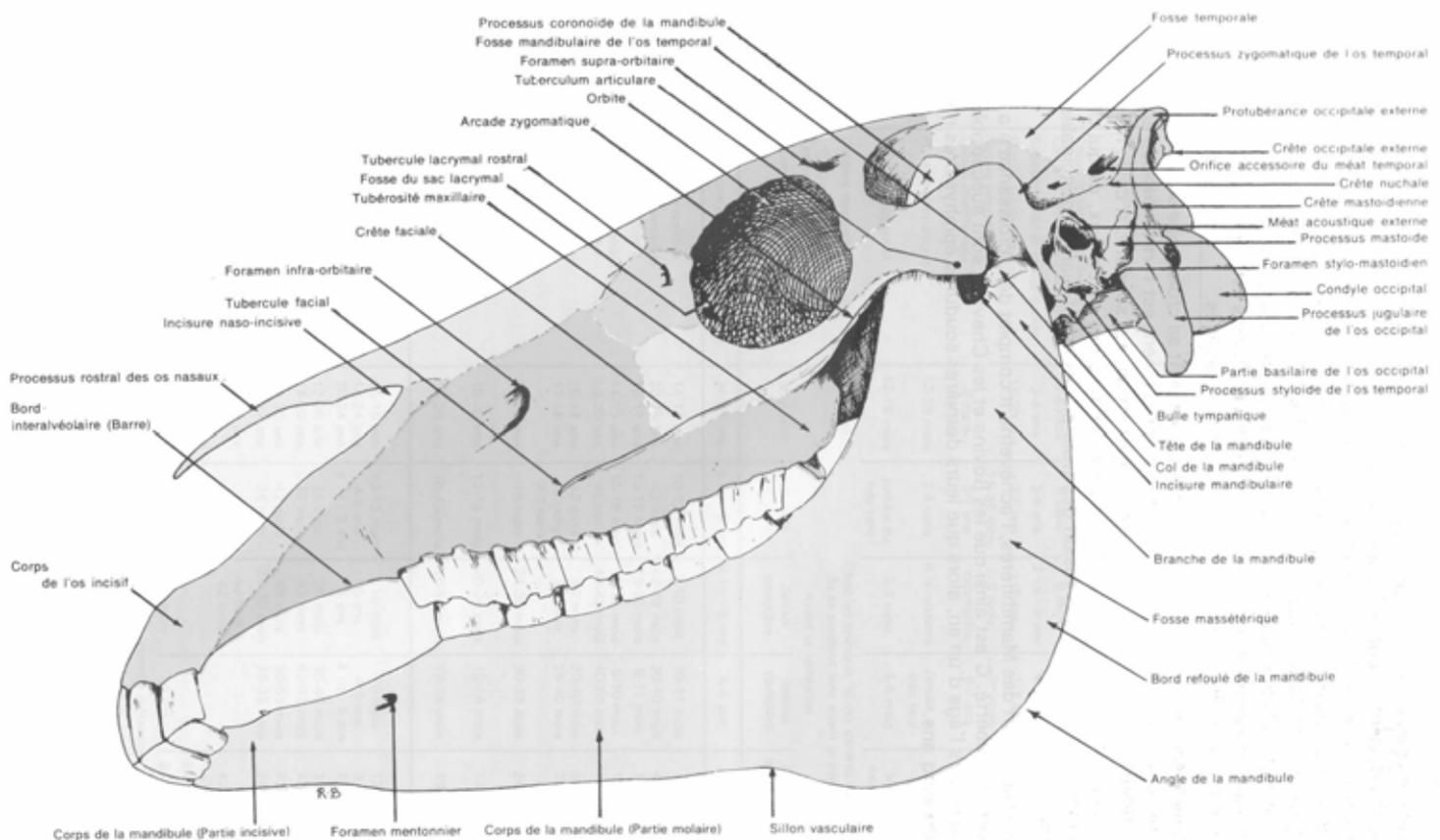
Afin de réaliser notre étude expérimentale, et notamment, pour décrire et quantifier d'éventuelles anomalies, il est nécessaire de rappeler quelques bases de l'anatomie de la tête osseuse des équidés.

## 2. Anatomie du crâne des équidés

### 2.1. Ostéologie

Le profil dorsal de la tête varie selon les races. Il peut être convexe, droit ou concave et correspond à l'alignement des os occipital, basisphénoïde et présphénoïde (Figure 6).

Figure 6 : Vue latérale gauche de la tête osseuse du cheval



D'après BARONE (1993)

D'après BARONE (1993), le crâne du cheval a une forme de pyramide à quatre côtés. Le squelette de la tête est composé par le crâne qui renferme l'encéphale, et la face qui comprend les deux mâchoires. La mâchoire supérieure est soudée au crâne. L'inférieure formée par deux mandibules, est articulée au crâne par la jonction temporo-mandibulaire.

## **2.1.1 Les os du crâne**

Ils définissent la cavité du crâne.

### **2.1.1.1 L'os occipital**

Os impair, il est placé dans la région caudale du crâne. Il s'articule avec la première vertèbre cervicale. Au centre de l'os occipital, on distingue une perforation nommée le foramen magnum. Le point culminant du crâne se situe au niveau de la saillie transversale de la protubérance occipitale externe.

### **2.1.1.2 L'os sphénoïde**

Os impair, il est situé rostralement à l'os occipital, sur le plancher de la cavité du crâne. Il est composé de deux os distincts : l'os basisphénoïde et l'os présphénoïde.

### **2.1.1.3 L'os temporal**

Os pair et asymétrique, il constitue la base de la région de la tempe. Il se situe dorsalement à l'os sphénoïde et rostralement à l'os occipital. Il est articulé avec la mandibule. L'os temporal comprend quatre parties : la partie pétreuse ou rocher, la partie tympanique, la partie écailleuse et la partie auriculaire ou tubéreuse.

La partie auriculaire est creusée de la cavité de l'oreille moyenne ou caisse du tympan. Sur la face latérale, on distingue le méat acoustique externe. Il s'agit d'un canal qui s'ouvre à l'extérieur par le pore acoustique externe. Il est en communication à l'intérieur avec la caisse du tympan.

La partie écailleuse forme sur sa face latérale la fosse temporale, base de la région de la tempe.

### **2.1.1.4 L'os pariétal**

Os pair, il est situé dorsalement à l'os temporal, entre les os occipital et frontal. Il a une forme de coquille. Sur la face externe, on distingue le planum temporale ou surface temporale qui fait partie de la fosse temporale. C'est la zone d'insertion du muscle temporal. La face externe est parcourue en direction rostro-latérale par la ligne

temporale. Les deux lignes fusionnent caudalement en une crête sagittale externe qui se poursuit jusqu'à la protubérance occipitale externe.

### **2.1.1.5 L'os frontal**

Os pair, l'os frontal est la base de la région du front. Il est situé dans la partie dorso-rostrale du crâne. Sur la face externe, on distingue une partie dorsale avec au-devant de l'os pariétal, l'écaille frontale qui concourt à former la cavité du crâne, et une portion nasale, formant la base du nez. Latéralement et plus ventralement, se situe la partie orbitaire de l'os frontal. Entre les deux orbites, les os frontaux présentent une surface pratiquement plane qui peut être légèrement convexe ou concave selon les individus. Le bord sagittal est denticulé et s'unit à l'os frontal du côté opposé par la suture interfrontale. Le bord nasal forme une pointe : l'épine frontale.

La suture interfrontale se fait tardivement dans le développement.

### **2.1.1.6 L'os ethmoïde**

Os impair et symétrique, il se situe à l'intérieur de la tête. Il s'unit aux os frontaux et sphénoïdes.

## **2.1.2 Les os de la face**

### **2.1.2.1 Le vomer**

Os impair, il est aplati et s'étend sur la ligne médiane depuis l'os sphénoïde jusqu'aux os incisifs (figure).

### **2.1.2.2 Les cornets nasaux**

Os pairs, ils sont formés d'une lamelle osseuse fine, enroulée sur elle-même. Il y a quatre cornets nasaux : deux ventraux et deux dorsaux. Les cornets ménagent sur la paroi latérale de la cavité du nez trois espaces appelés méats dorsal, moyen et ventral. Le cornet dorsal est connecté à l'ethmoïde dans sa partie caudale. Le cornet ventral s'insère sur le maxillaire.

### **2.1.2.3 L'os nasal**

Os pair et plat, il s'unit sur le plan médian à l'os nasal du côté opposé, caudalement à l'os frontal et latéralement à l'os lacrymal, au maxillaire et au processus nasal de l'os incisif.

L'os nasal est long et fort. Il est terminé rostralement en une pointe médiale, formant un processus rostral. Le bord latéral forme avec le processus nasal de l'os incisif un angle : l'incisure naso-incisive. Au niveau de la jonction avec l'os nasal opposé, on distingue une dépression longitudinale. La partie caudale est large et s'enclave dans l'os frontal. A cet endroit, l'os nasal dessine avec l'os opposé une échancrure médiane.

### **2.1.2.4 L'os lacrymal**

Petit os pair et plat, il se situe entre les os frontaux, nasal, maxillaire et zygomatique. Sa partie faciale présente un processus lacrymal rostral saillant. Sa face orbitaire est creusée d'une fosse pour le sac lacrymal. La face latérale est convexe. Elle présente une protubérance longitudinale : la crête faciale. La face orbitaire, large, forme le plancher de l'orbite.

### **2.1.2.5 L'os ptérygoïde**

Os pair, il est uni à l'os sphénoïde et à l'os palatin (Figure 7).

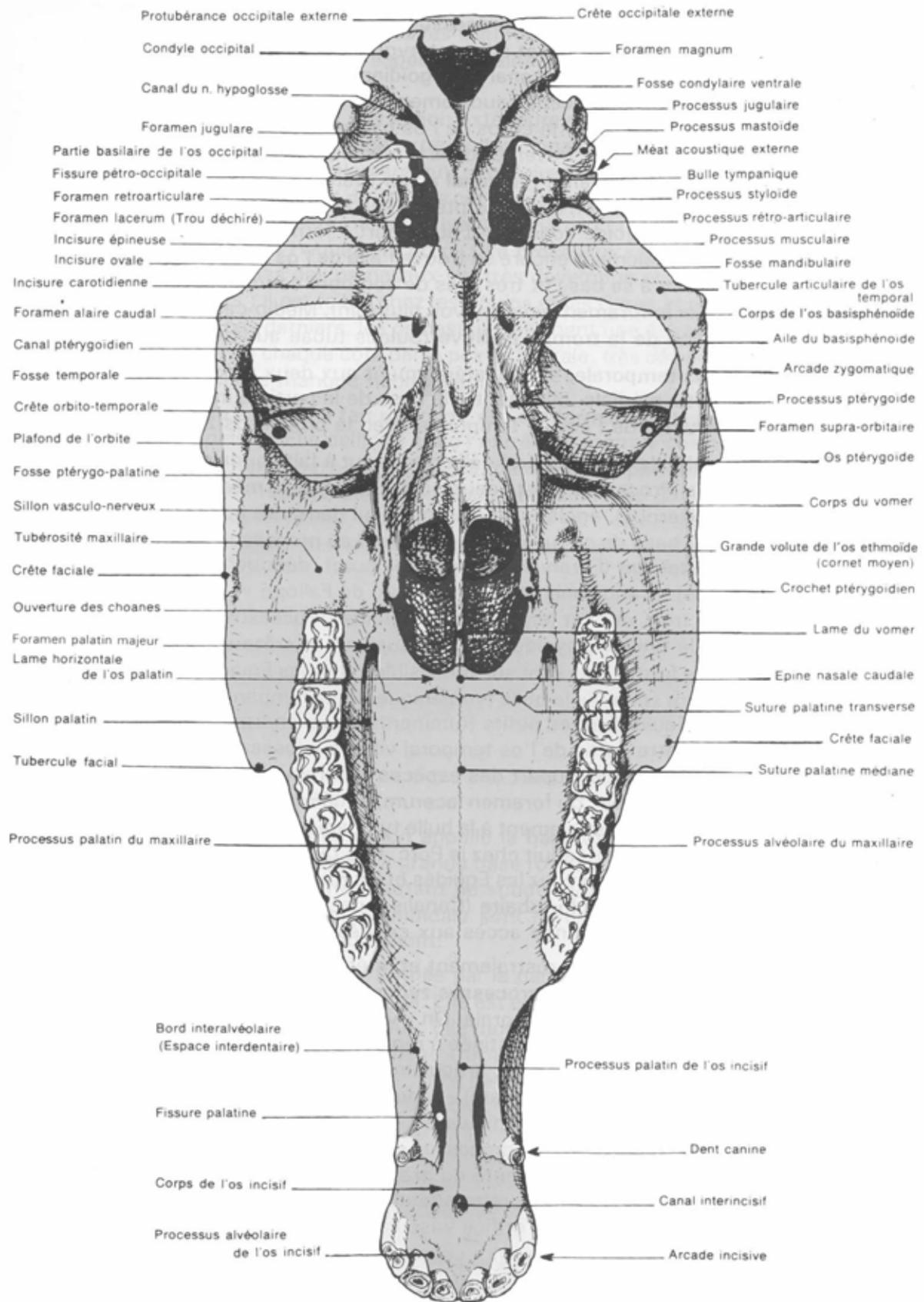
### **2.1.2.6 L'os palatin**

Os pair, asymétrique, il participe à former la voûte osseuse du palais, caudalement au processus palatin du maxillaire. Il est en contact avec les os frontal, ethmoïde, vomer, maxillaire, ptérygoïde et sphénoïde.

La lame horizontale possède un bord rostral qui se soude au processus palatin du maxillaire. Le bord rostral et le bord latéral délimitent le foramen palatin majeur. Le bord médial, soudé à l'os opposé, forme longitudinalement, sur la ligne médiane, le torus palatin. Le bord caudal, libre, se relève et forme avec l'os opposé, l'épine nasale caudale.

La lame perpendiculaire délimite latéralement l'ouverture gutturale du nez. La face maxillaire, latérale, s'unit au maxillaire par sa partie rostrale. Elle forme avec le maxillaire un sillon : le canal palatin majeur. Le bord rostral est uni au maxillaire et à l'os ethmoïde. Il forme le foramen sphéno-palatin. Le bord caudal possède un processus pyramidal en forme de lame éversée qui s'enclave dans la fosse ptérygoïdienne (figure 7).

Figure 7 : Vue ventrale, sans les mandibules, de la tête osseuse du cheval



D'après BARONE (1993)

### 2.1.2.7 L'os maxillaire

Os pair, asymétrique, il constitue la mâchoire supérieure avec l'os incisif.

La partie faciale présente caudalement deux reliefs : ventralement, la tubérosité maxillaire, et dorsalement, le processus zygomatique. Dans la continuité de ce processus, on distingue la crête faciale qui se termine par le tubercule facial. Rostralement, on peut voir le foramen infra-orbitaire. Les dents molaires, implantées dans le maxillaire créent des reliefs alvéolaires en région ventrale.

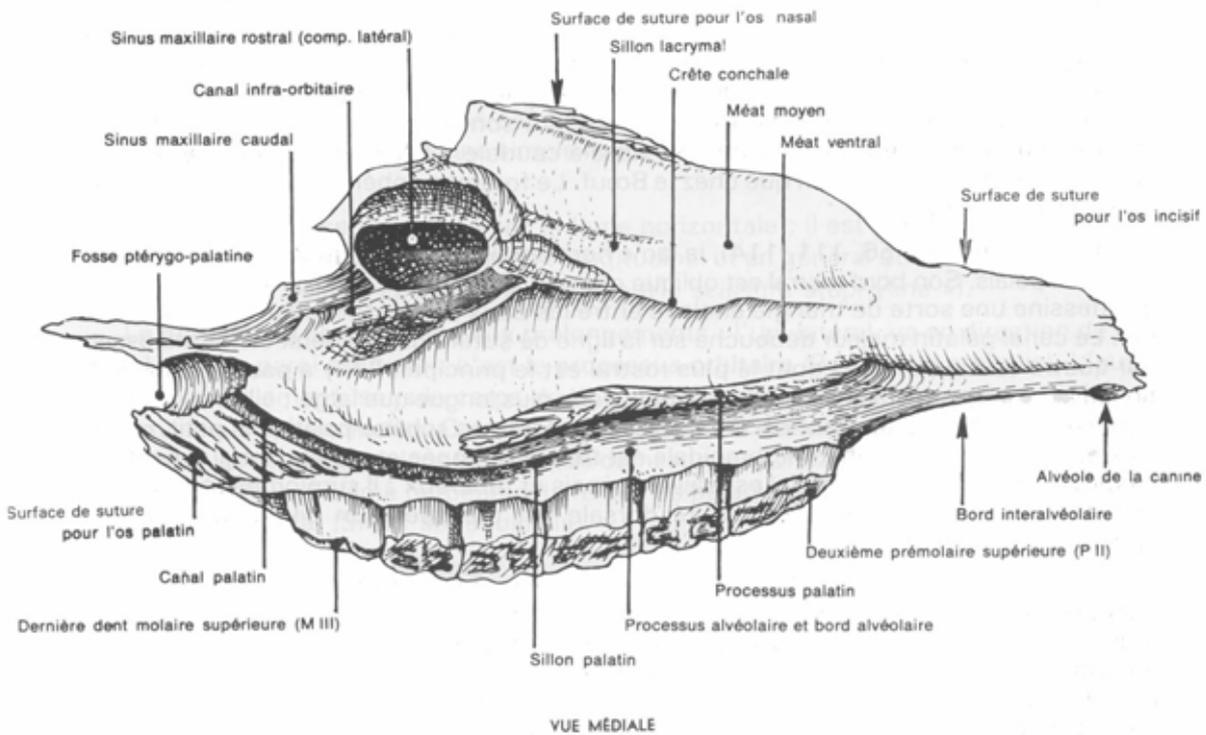
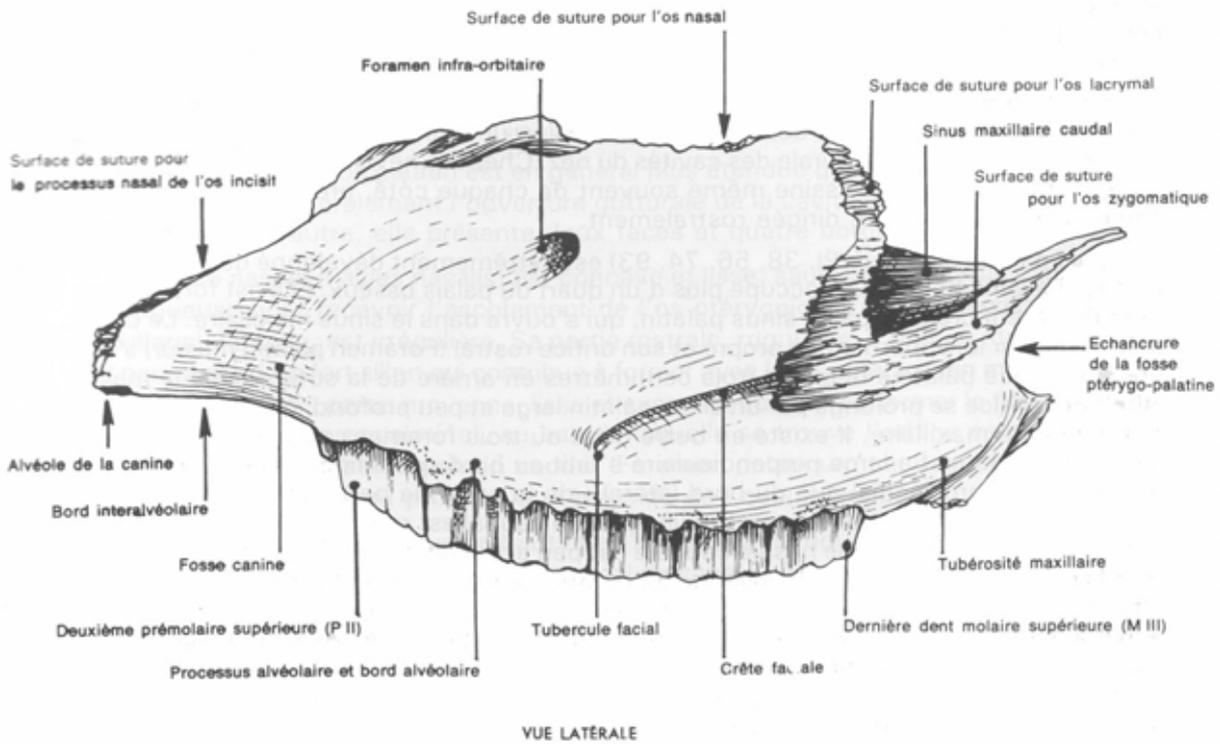
La face nasale est interne. Elle forme la paroi latérale du nez et porte le processus palatin. Ce processus est une lame osseuse qui s'attache perpendiculairement à la face nasale, en région ventrale. Il est soudé à son homologue du côté opposé au niveau de la suture palatine. Il concourt à former le palais osseux avec l'os incisif et l'os palatin.

Le bord dorsal du maxillaire est composé rostralement d'une partie en biseau qui s'unit avec le processus nasal de l'os incisif. Une partie intermédiaire s'unit à l'os nasal. Enfin, une partie caudale, longue et denticulée, répond aux os lacrymal et zygomatique.

Le bord ventral possède une région appelée processus alvéolaire, lieu d'implantation des dents prémolaires et molaires. Entre la zone d'implantation des incisives et de la canine lorsqu'elle est présente, et la zone où sont regroupées les prémolaires et les molaires, il existe une région où aucune dent n'est implantée : la barre. En vue médiale, on distingue deux parties : le bord alvéolaire avec les alvéoles dentaires, au niveau des dents prémolaires et molaires, et le bord interalvéolaire, correspondant à la barre.

Au niveau de l'extrémité caudale, on distingue au dessus de la dernière dent molaire un relief épais et arrondi, la tubérosité maxillaire (Figure 8).

Figure 8 : Vues latérale et médiale du maxillaire gauche du cheval



D'après BARONE (1993)

### 2.1.2.8 L'os incisif

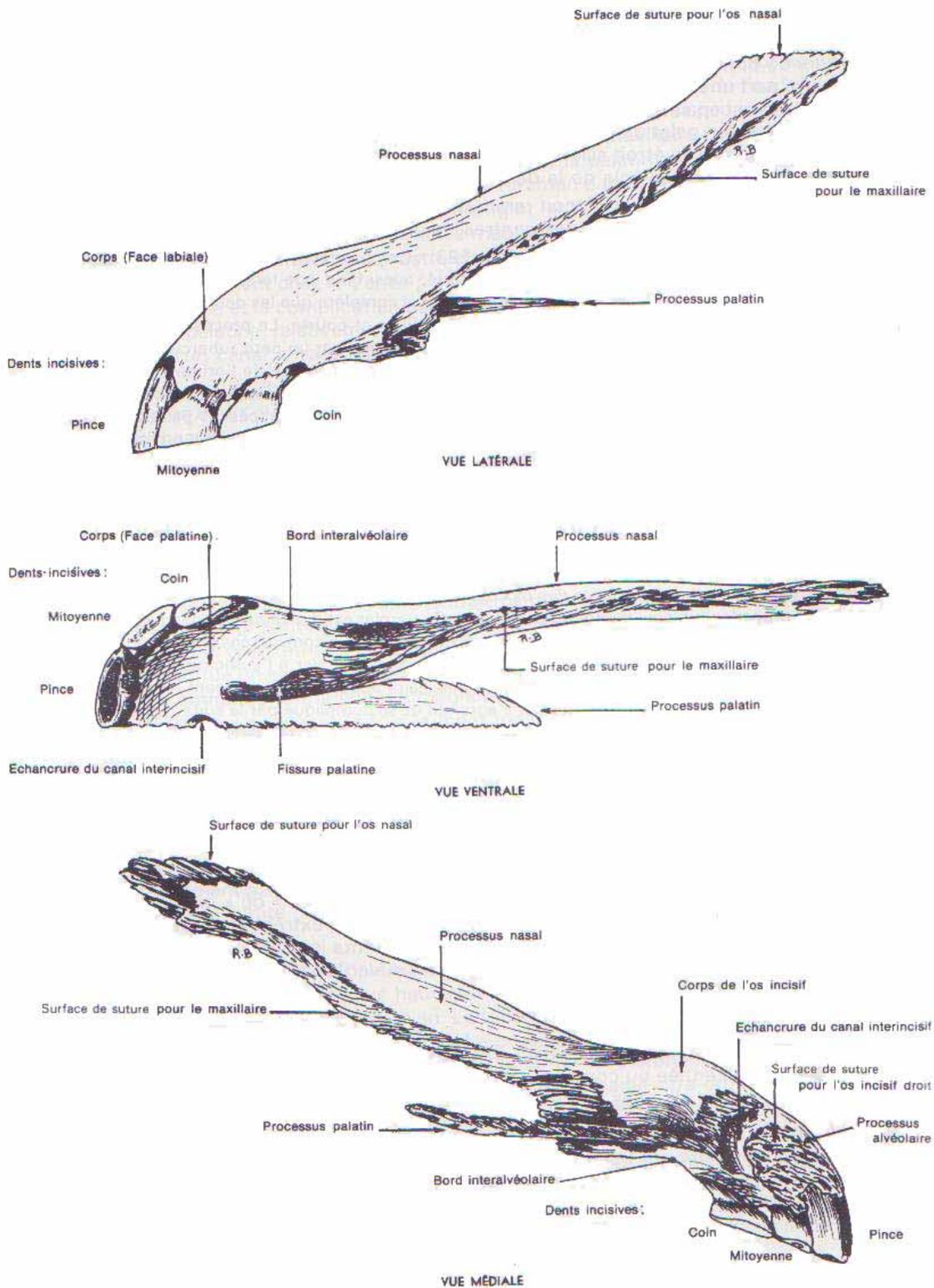
Os pair, asymétrique, il se trouve à l'extrémité rostrale de la tête, en avant du maxillaire.

Le corps de l'os incisif porte les incisives. La face labiale est convexe. La face palatine est concave. Le bord médial forme une zone de suture pour l'os incisif du côté opposé. Le bord rostrolatéral correspond à la zone d'implantation des dents incisives. On distingue un processus alvéolaire, incurvé en arc de cercle et trois alvéoles séparées par des septums interalvéolaires.

Le processus nasal s'unit caudalement au maxillaire. Le sommet, biseauté, répond à l'os nasal, avec lequel il forme une incisure naso-incisive très nette et profonde.

Le processus palatin concourt à former la voûte du palais. Le bord médial s'accôle au processus palatin du côté opposé. Le bord latéral ménage une ouverture, la fissure palatine. Le sommet répond au processus palatin du maxillaire (Figure 9).

Figure 9 : Vue latérale, ventrale et médiale de l'os incisif gauche du cheval



D'après BARONE (1993)

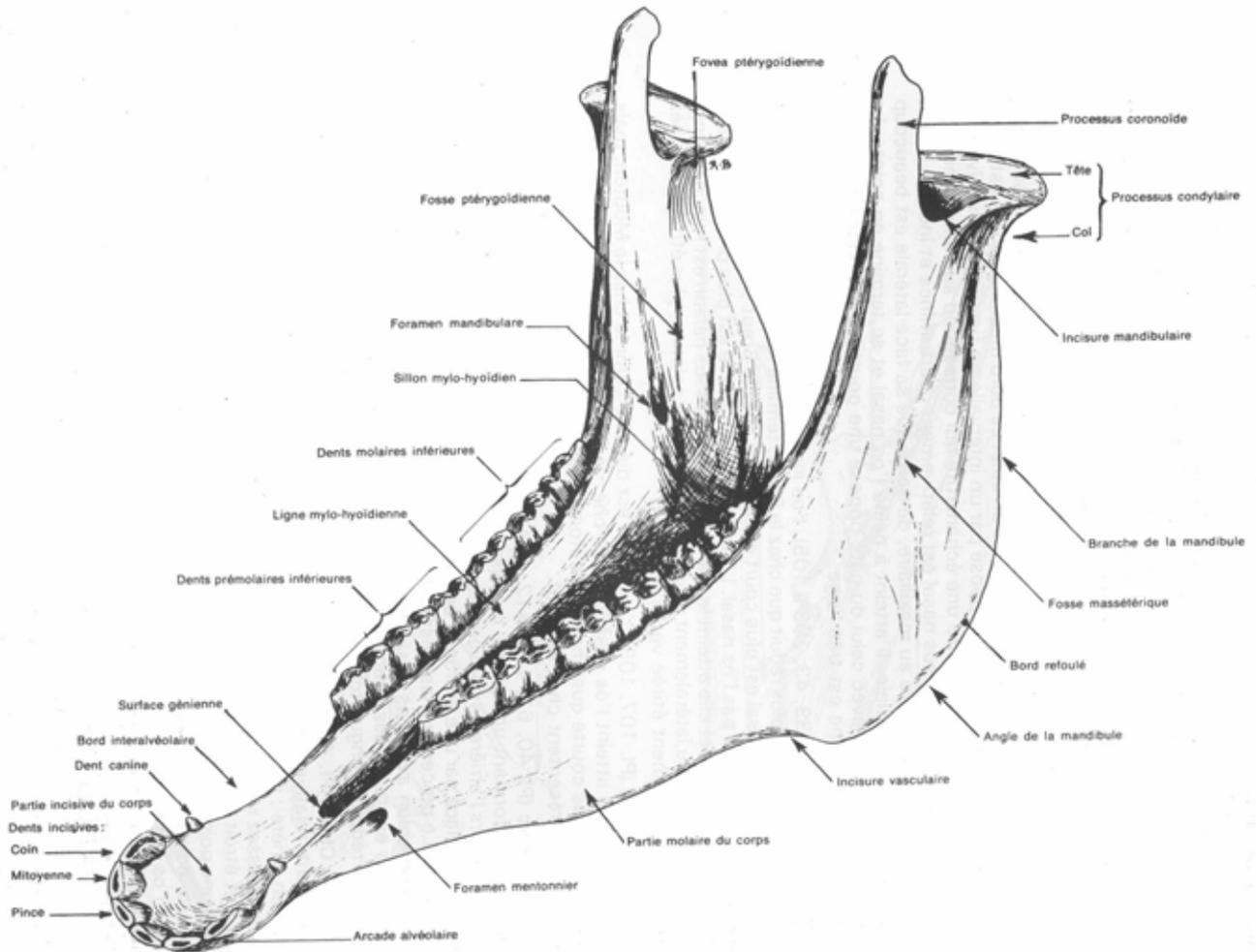
### 2.1.2.9 La mandibule

Os pair, asymétrique, il forme la mâchoire inférieure. Elle est unie à l'os temporal par une articulation synoviale.

Le corps de la mandibule présente une partie incisive qui porte les dents incisives et la canine lorsqu'elle est présente. La face labiale est concave et la face vestibulaire, convexe. La face latérale forme une suture qui l'unit à son homologue du côté opposé. L'extrémité rostrale des deux mandibules forme une arcade alvéolaire qui se continue caudalement par le bord interalvéolaire. La partie molaire est plus étendue. Son bord dorsal présente rostralement le bord interalvéolaire qui correspond à la barre et le bord alvéolaire avec les alvéoles des dents prémolaires et molaires.

La branche de la mandibule s'élève perpendiculairement au corps. La face latérale présente une fosse d'insertion pour les muscles masséters. La face médiale sert de zone d'insertion pour le muscle ptérygoïdien médial. On distingue sur cette face, le foramen mandibulaire. Le bord rostral s'étend de la dernière molaire jusqu'au processus coronoïde. L'extrémité articulaire comprend deux reliefs séparés par l'incisure mandibulaire : caudalement, le processus condyalaire qui s'articule à l'os temporal, et rostralement, le processus coronoïde (Figure 10).

Figure 10 : Mandibules de cheval



D'après BARONE (1993)

### 2.1.3 La tête osseuse dans son ensemble

Chez le cheval, la partie faciale est deux fois plus étendue que le crâne.

#### 2.1.3.1. Face dorsale

La partie crânienne est limitée caudalement par la protubérance occipitale externe. De cette protubérance, part un relief médian, la crête sagittale externe. La partie frontale est large et porte latéralement les processus zygomatiques des os frontaux. La partie faciale est très allongée. Elle présente distalement un processus rostral en pointe qui est encadré par deux incisures naso-incisives (Figure 11).

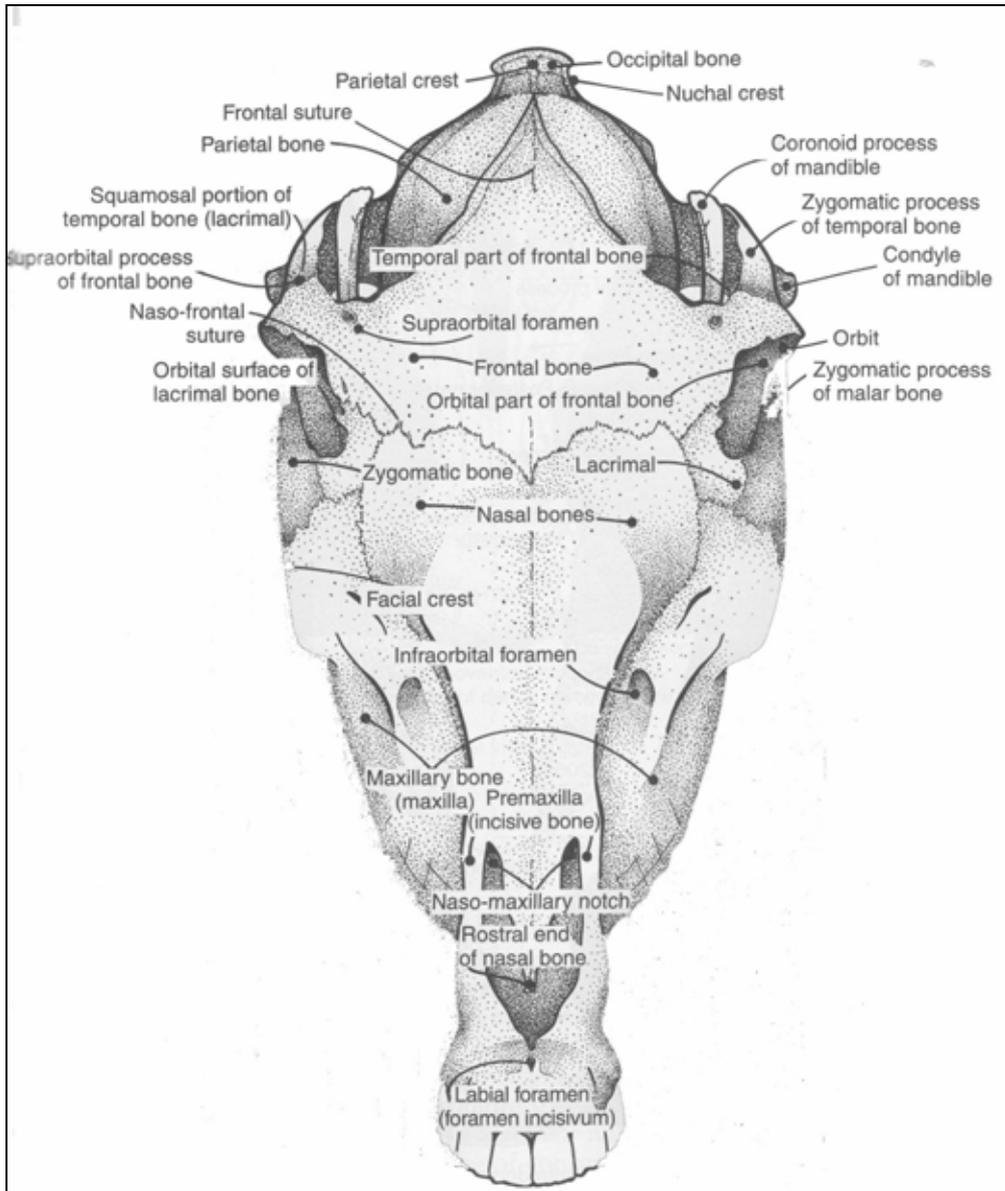
### **2.1.3.2. Face ventrale**

La partie crânienne montre caudalement deux condyles occipitaux régulièrement convexes. La partie gutturale présente des choanes elliptiques, larges. L'épine nasale caudale de la bordure palatine est courte et nette. La partie faciale est longue. Sur la partie latérale de la suture palatine transverse s'ouvre le foramen palatin majeur, qui se prolonge rostralement par un sillon palatin. Le bord alvéolaire du maxillaire comprend de chaque côté six alvéoles molaires. Le bord interalvéolaire est rectiligne. Il comporte chez l'adulte mâle et plus rarement chez la femelle, une alvéole pour la dent canine au niveau de son tiers rostral. Le processus alvéolaire incisif présente de chaque côté trois alvéoles pour les dents incisives.

### **2.1.3.3. Face latérale**

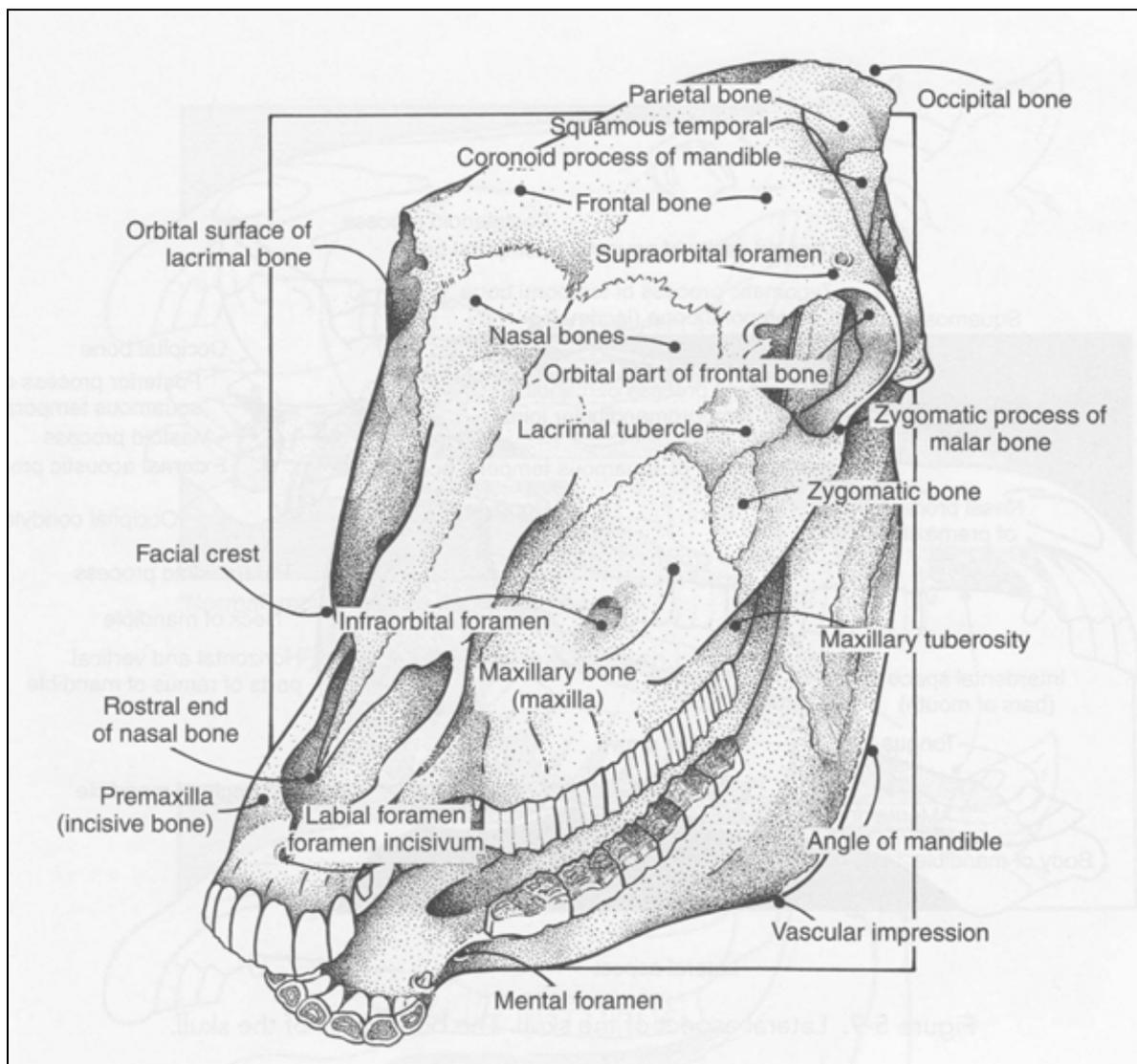
La partie crânienne montre une fosse temporale ovale et convexe. Elle s'étend jusqu'à la protubérance occipitale externe. L'arcade zygomatique est bien marquée. La partie faciale se distingue par une crête faciale saillante qui va de l'arcade zygomatique jusqu'au tubercule facial, au niveau de la première dent molaire (Figure 12).

Figure 11 : Vue frontale d'une tête osseuse de cheval



D'après ALLEN (2003)

Figure 12 : Vue latérale d'une tête osseuse de cheval



D'après ALLEN (2003)

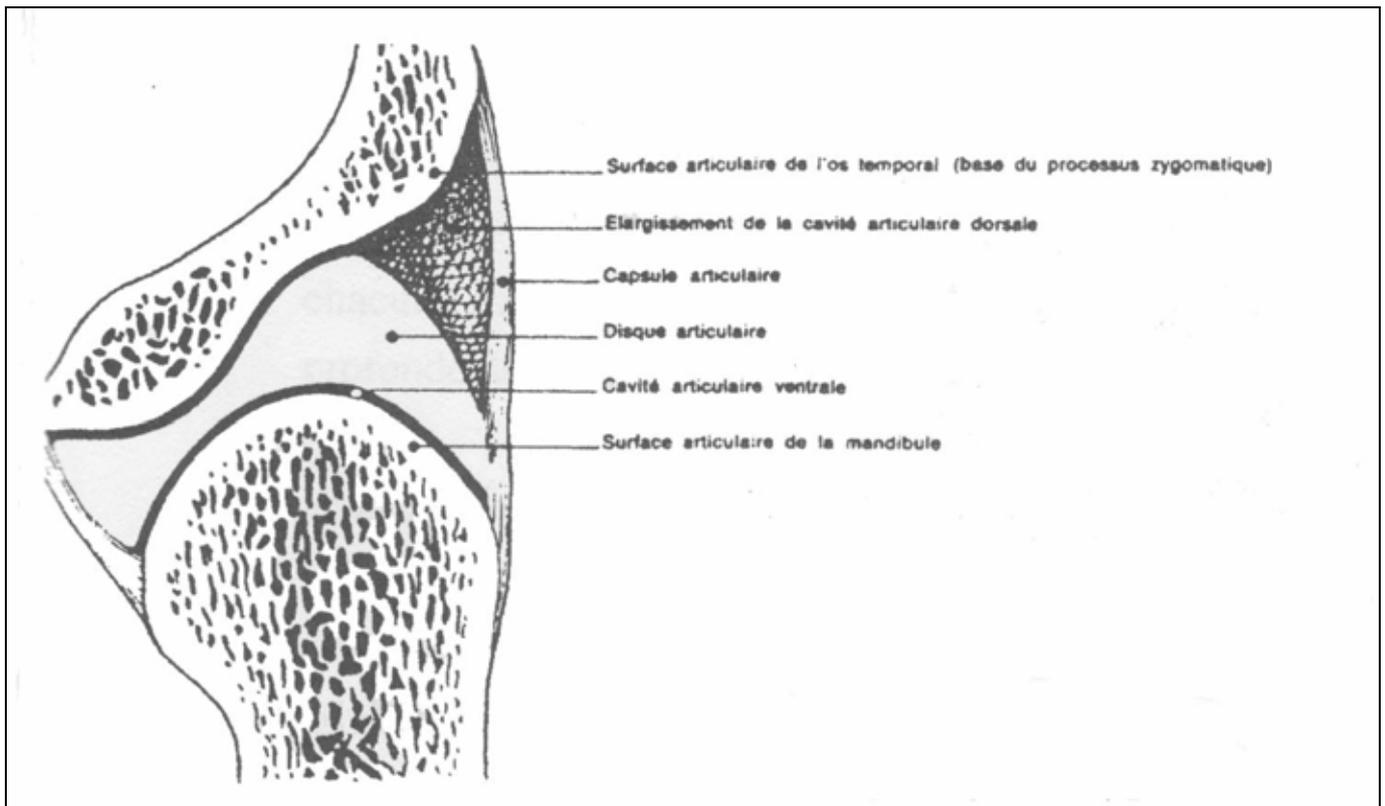
#### 2.1.3.4 L'articulation temporo-mandibulaire

Il s'agit d'une articulation synoviale de type condylienne qui unit la mandibule à la région sous-temporale du crâne. Chez les mammifères, sa mise en mouvement permet d'assurer la mastication ; elle présente donc des variations spécifiques liées au régime alimentaire. Il y a deux surfaces articulaires : l'os temporal avec d'avant en arrière, un condyle, une cavité glénoïdale et un processus rétro articulaire, et la mandibule avec un condyle simple, porté par un col épais (UNITE PEDAGOGIQUE D'ANATOMIE (1989)).

La coaptation des surfaces articulaires est assurée par un disque de fibrocartilage (Figure 13). Les différents mouvements permis par cette articulation sont :

1. l'opposition, c'est-à-dire, l'écartement et le rapprochement des mâchoires
2. la prépulsion et la rétro-pulsion, permises par des mouvements de glissements de la mandibule
3. la diduction, ou mouvement latéral qui permet l'adduction et l'abduction de la mandibule.

Figure 13 : Articulation temporo-mandibulaire



D'après BARONE (1993)

#### **2.1.4 Modifications de la tête osseuse dues à l'âge**

Avec l'âge, certains reliefs deviennent plus saillants. C'est le cas pour la protubérance occipitale, la crête sagittale externe, et les lignes temporales. De plus chez le poulain, l'os frontal est très bombé. Il va s'aplatir en vieillissant. On constate que les changements les plus importants concernent les maxillaires et les mandibules. En effet, lors de l'éruption des dents molaires, les supports osseux de ces dents s'amincissent. Ainsi, le bord ventral de la mandibule devient-il de plus en plus mince avec l'âge. Le maxillaire se creuse petit à petit.

## 2.2 Etude de la morphométrie du crâne des chevaux

Dans la littérature, peu d'articles traitent de l'étude morphométrique des crânes des chevaux.

DUSEK (1978) propose une méthode pour quantifier la courbe du profil nasal. Dans ce but, il pose l'hypothèse que le profil nasal s'inscrit dans un arc de cercle.

RADINSKY (1984) met en avant la composition du crâne en deux parties : le neurocrâne et le splanchnocrâne. Ainsi, il mesure les longueurs des os crâniens et faciaux séparément.

EVANS et Mc GREEVY (2006) publient une étude ayant pour objectif d'établir une méthode afin d'évaluer la morphologie du crâne des chevaux. Cette étude porte sur une série de mesures réalisées post-mortem sur 30 chevaux adultes de races différentes. Les mesures ont été prises à partir de photos des têtes prélevées. La longueur du crâne a été mesurée depuis le cartilage nasal dorso-latéral jusqu'à la protubérance occipitale externe. La profondeur zygomatique a été mesurée au niveau de la commissure nasale palpébrale. Le ratio longueur crâne / longueur os nasal a été évalué. La profondeur mandibulaire a été mesurée de la ligne de suture fronto-nasale jusqu'au point le plus large de l'angle de la mandibule. L'index mandibulaire a été calculé selon la formule suivante :  $\text{profondeur mandibulaire} \times 100 / \text{longueur du crâne}$ . Afin de pouvoir comparer les mesures indépendamment de la taille des crânes, plusieurs indices ont été calculés :

- Index du crâne :  $\text{profondeur zygomatique} \times 100 / \text{longueur du crâne}$
- Index crânial :  $\text{profondeur du crâne} \times 100 / \text{longueur du crâne}$
- Index nasal :  $\text{profondeur zygomatique} \times 100 / \text{longueur os nasal}$

Puis, à partir des photos en vue latérales, les auteurs ont calculés l'aire créée au-dessus de la courbe du profil.

Des tests statistiques ont été réalisés afin de déterminer les corrélations entre les différentes mesures du crâne. La longueur du crâne était corrélée positivement avec la profondeur du crâne, la profondeur zygomatique et la profondeur mandibulaire. La longueur du crâne était corrélée positivement avec la longueur de l'os nasal, la profondeur crâniale et la profondeur zygomatique. Puis, il a été établi des comparaisons entre la morphométrie du crâne des chevaux de races différentes afin de mettre en évidence les caractéristiques de chacune.

Cette étude confirme les travaux de RADINSKY (1984) qui avait montré qu'il était utile de subdiviser le crâne en deux parties, neurocrâne et splanchnocrâne pour comparer les longueurs du crâne chez différents chevaux. Les différences observées entre la morphométrie du crâne de chevaux de races différentes ont été, en effet, trouvées au

niveau du splanchnocrâne. Cette étude constitue le point de départ de la mise en place de notre protocole de mesures des crânes de chevaux de Przewalski.

Ces rappels anatomiques ont pour objectif de nous fournir une référence pour la réalisation du travail d'observation et de description des têtes osseuses des chevaux de Przewalski. L'article d'EVANS et Mc GREEVY (2006) constitue le point de départ de notre réflexion en vue de l'élaboration de notre protocole expérimental. Néanmoins, les auteurs ont réalisé ce travail à des fins purement descriptives. Pour répondre à notre problématique, nous devons adapter leur méthode de travail, puisque l'objectif n'est pas seulement de décrire, mais de quantifier de manière précise les déviations de mâchoires observées.

Afin de réaliser la description de la dentition des chevaux de Przewalski, nous devons exposer quelques notions d'odontologie équine.

## 2.3 Odontologie équine

« Les dents sont des instruments mécaniques, plus durs que les os, placés, dans les animaux vertébrés, à l'entrée du canal alimentaire, pour saisir, couper, déchirer, briser, ou broyer les substances nutritives avant leur transmission de la bouche ou de l'arrière-bouche dans l'œsophage. Elles peuvent encore servir à l'animal d'arme offensive ou défensive. » CUVIER (1800)

Pour la rédaction de cette partie, nous nous sommes appuyées essentiellement sur l'ouvrage de GOUBAUX et BARRIER (1884) et le document d'enseignement de CHUIT (2006).

### 2.3.1 Formule dentaire

La formule dentaire permet d'indiquer le nombre et le type de dents par demi- mâchoire (supérieure et inférieure). Elle diffère selon le sexe et l'âge de l'animal. De plus, il existe des variations individuelles.

D'après l'étude radiographique du développement des dents chez des fœtus de chevaux, SOANA et al. (1999), montrent que les premiers germes dentifères observés sont ceux des troisièmes prémolaires à 138-140 jours de gestation. A 146 jours, les germes des deuxièmes et des quatrièmes prémolaires sont visibles. A 160-168 jours les germes des premières incisives déciduales apparaissent ; à 180-188 jours les germes des secondes, et à 224 jours, le germe des troisièmes, sont détectables. A 275 jours les germes dentifères des premières molaires inférieures font leur apparition.

#### 2.3.1.1 Chez le jeune

Le jeune possède entre 24 et 28 dents de lait, sa formule dentaire est :

I 3/3 (C 1/1) PM 3/3.

A la naissance, généralement, seul le moulage sous la gencive est appréciable. Les incisives déciduales (pincés, mitoyennes et coins), inférieures et supérieures font éruption progressivement, lors des premier mois de la vie de l'animal. En général, ce sont les incisives supérieures qui apparaissent en premier, par le bord antérieur de la dent.

Les pincés peuvent être présentes dès la naissance ou font éruption dès la première semaine de vie ; les mitoyennes sortent entre la quatrième et la sixième semaine, et les coins entre la sixième et la neuvième semaine d'âge.

Les canines déciduales peuvent faire éruption dans les six premiers mois, mais souvent n'y parviennent pas.

Les prémolaires déciduales font éruption dans les deux premières semaines de vie pour les deuxième et troisième prémolaires, jusqu'à un mois pour la quatrième. La première prémolaire supérieure (« dent de loup »), atrophiée, n'est jamais remplacée et apparaît seulement entre 5 et 6 mois. La première prémolaire inférieure (« dent de cochon ») est rarissime, et atrophiée, elle aussi, quand elle existe.

### **2.3.1.2 Chez l'adulte**

Le mâle possède 42 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 1/1 PM 4/3 M 3/3

La femelle possède 38 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/0 PM 4/3 M 3/3.

En général, seul le mâle possède des canines ; cependant certaines femelles en ont : les juments bréhaignes. Dans la formule dentaire adulte, seul un type de dent reste déciduale : la première prémolaire de la mâchoire supérieure (« dent de loup »), plus rarement celle de la mâchoire inférieure. La présence de dents surnuméraires est assez fréquente, essentiellement des molaires sur la mâchoire supérieure.

### **2.3.2 Les incisives**

Elles sont au nombre de six par mâchoire (inférieure et supérieure) : 2 pinces, 2 moyennes et 2 coins.

#### **2.3.2.1 Conformation extérieure**

Les incisives permanentes sont de forme arquée à concavité linguale. Leur largeur va en diminuant de l'extrémité occlusale à l'extrémité enchâssée, alors que leur épaisseur va en augmentant. On souligne un aplatissement vestibulo-lingual à l'extrémité libre et mésio-distal à l'extrémité enchâssée. L'extrémité occlusale se transforme avec le temps en table dentaire.

Les incisives d'une même arcade sont de taille décroissante en allant de la pince au coin. Le bord distal des incisives est plus mince que le bord mésial et, est tranchant au niveau des coins. L'infundibulum est très souvent fissuré.

On note quelques variations entre les incisives supérieures et inférieures.

En effet, les incisives supérieures sont en règle générale plus grandes (de quelques millimètres), plus volumineuses, et plus larges que les incisives inférieures. Elles sont dessinées d'une cannelure double sur la face vestibulaire alors que celle-ci est simple sur les inférieures. Enfin, elles possèdent un infundibulum plus profond.

Les incisives évoluent dans le temps. Ainsi, les incisives déciduales sont beaucoup moins longues, et moins blanches que les incisives permanentes. De plus, ces dernières s'usent avec le temps mais cette usure compense leur croissance.

### **2.3.2.2 Conformation intérieure**

La couronne et les parois de l'infundibulum sont revêtues par l'émail. La cavité dentaire se comble avec le temps de dentine primaire puis secondaire, teintée en marron au niveau de la table dentaire. Enfin, du cément recouvre la racine et les cannelures et s'immisce dans l'infundibulum.

### **2.3.2.3 Arcade incisive**

Chaque arcade décrit un arc de cercle (« anse de panier »), qui s'atténué avec l'âge (« anse de panier surbaissée » puis « rectiligne »). Les incisives sont parallèles voire divergentes puis tendent vers la convergence.

L'affrontement des deux arcades débute en « mors de tricoises », devient « ogival » puis « angulaire ».

On notera que l'arcade incisive supérieure est plus grande que l'inférieure.

### **2.3.3 Les canines**

Présentes en temps normal chez les mâles, elles sont rares chez les femelles. Elles sont placées dans le diastème qui sépare les incisives des molaires. Les canines supérieures sont plus caudales que les inférieures, il n'y a donc pas de chevauchement.

L'extrémité libre de la dent est tranchante, en ogive.

### **2.3.4 Les prémolaires et molaires**

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires. Une quatrième prémolaire, qui correspond à la première molaire déciduale, peut persister (« dent de loup »).

### **2.3.4.1 Conformation extérieure**

Les prémolaires et les molaires sont de forme et de volume semblables (molarisation des prémolaires) ; néanmoins, les molaires supérieures et inférieures sont différentes.

Les molaires supérieures sont des parallélépipèdes à base carrée. La face vestibulaire contient deux cannelures, la face linguale est surmontée d'un relief allongé médian, les faces mésiale et distale sont planiformes. L'extrémité libre devient, avec l'usure, une table dentaire carrée, sur laquelle se dessine un « B » provoqué par la disjonction de l'émail central et de l'émail périphérique. L'extrémité enchâssée se termine par quatre racines. D'après CHUIT (1991), la face masticatoire n'est pas perpendiculaire aux surfaces labiales et linguales ; le côté labial est beaucoup plus haut que le côté lingual.

La face vestibulaire des molaires inférieures contient un seul sillon longitudinal, la face linguale est séparée en deux par un sillon. L'extrémité libre devient, après usure, une table dentaire rectangulaire, avec une obliquité par rapport à l'axe de la dent, inverse de celle des dents supérieures. Sur cette table, se dessine un « E », formé par la continuité de l'émail central et de l'émail périphérique. Enfin, l'extrémité enchâssée se termine par deux racines. D'après CHUIT (1991), de manière inverse à la mâchoire supérieure, le côté lingual de la face masticatoire est nettement plus haut que le côté labial.

### **2.3.4.2 Conformation intérieure**

L'émail recouvre la totalité de la couronne. La dentine primaire forme une cavité dentaire, qui se remplit de dentine secondaire. Le cément est présent dans les cannelures de la couronne, et comble donc les infundibulums.

### **2.3.4.3 Arcade molaire**

Les arcades supérieures sont à convexité vestibulaire, et sont plus écartées que les inférieures. Elles débordent donc latéralement de celles ci.

Les arcades inférieures, quant à elles, sont rectilignes, et divergentes en région caudale.

L'affrontement des deux arcades est donc imparfait, et chaque dent répond donc à deux dents de l'arcade opposée puisque les molaires inférieures sont plus rostrales que les supérieures.

### 2.3.5 Estimation de l'âge par l'examen de la dentition

La détermination de l'âge des chevaux par l'examen des incisives notamment a été largement pratiquée depuis plus de cent ans. Cette technique est particulièrement fiable sur les chevaux de moins de huit ans d'après VIREVIALLE (2005). Pourtant WALMSLEY (1993) montre dans son étude que des chevaux ayant le même âge compris entre cinq et huit ans peuvent avoir de grandes différences dans l'apparence de leurs incisives. Ainsi, cela peut mener à des erreurs dans l'estimation de l'âge de ces chevaux.

#### 2.3.5.1 L'éruption des dents

Les dents du cheval font éruption à des périodes bien déterminées. Celles-ci ont été observées et décrites par de nombreux auteurs. Ces études permettent de déterminer précisément l'âge d'un cheval jusqu'à l'âge de 5 ans environ, date à laquelle, on considère qu'il a la bouche « faite » (CHUIT, 2006).

Le tableau 1 montre la correspondance entre l'éruption des dents et l'âge des chevaux.

Tableau 1 : Date d'éruption et d'usure des dents.

| PERIODE DE DENTURE DECIDUALE |               |             |
|------------------------------|---------------|-------------|
| DENTS                        | OBSERVATIONS  | AGE         |
| PINCES DECIDUALES            | ERUPTION      | 6-8 JOURS   |
|                              | DEBUT D'USURE | 2 MOIS      |
|                              | RASEMENT      | 1 AN        |
| MITOYENNES DECIDUALES        | ERUPTION      | 30-40 JOURS |
|                              | DEBUT D'USURE | 15 MOIS     |
|                              | RASEMENT      | 15-18 MOIS  |
| COINS DECIDUALES             | ERUPTION      | 6-10 MOIS   |
|                              | DEBUT D'USURE | 15 MOIS     |
|                              | RASEMENT      | 2 ANS       |
| PREMOLAIRES DECIDUALES       | ERUPTION      | 14-28 JOURS |

| PERIODE DE DENTURE MIXTE           |                          |            |
|------------------------------------|--------------------------|------------|
| DENTS                              | OBSERVATIONS             | AGE        |
| PINCES ADULTES                     | ERUPTION                 | 2,5 ANS    |
|                                    | ARRIVEE A LA TABLE       | 3 ANS      |
| MITOYENNES ADULTES                 | ERUPTION                 | 3,5 ANS    |
|                                    | ARRIVEE A LA TABLE       | 4 ANS      |
| COINS ADULTES                      | ERUPTION                 | 4,5 ANS    |
|                                    | ARRIVEE A LA TABLE       | 5 ANS      |
| CANINES ADULTES                    | ERUPTION                 | 4-4,5 ANS  |
| PREMOLAIRES ET<br>MOLAIRES ADULTES | ERUPTION M1              | 12 MOIS    |
|                                    | ERUPTION M2              | 20-36 MOIS |
|                                    | ERUPTION PM2 INFERIEURES | 26-32 MOIS |
|                                    | ERUPTION PM2 SUPERIEURES | 28-34 MOIS |
|                                    | ERUPTION PM3 INFERIEURES | 30-34 MOIS |
|                                    | ERUPTION PM3 SUPERIEURES | 38-42 MOIS |
|                                    | ERUPTION PM4 INFERIEURES | 40-44 MOIS |
|                                    | ERUPTION M3              | 40-50 MOIS |
|                                    | ERUPTION PM4 SUPERIEURES | 45-50 MOIS |

| PERIODE DE DENTURE PERMANENTE |             |               |           |
|-------------------------------|-------------|---------------|-----------|
| DENTS                         |             | OBSERVATIONS  | AGE       |
| PINCES PERMANENTES            | INFERIEURES | RASEMENT      | 6 ANS     |
|                               |             | ROTONDITE     | 9 ANS     |
|                               |             | NIVELLEMENT   | 13 ANS    |
|                               |             | TRIANGULARITE | 14 ANS    |
|                               |             | BIANGULARITE  | 18 ANS    |
|                               | SUPERIEURES | RASEMENT      | 9 ANS     |
|                               |             | NIVELLEMENT   | 17 ANS    |
| MITOYENNES<br>PERMANENTES     | INFERIEURES | RASEMENT      | 7 ANS     |
|                               |             | ROTONDITE     | 10 ANS    |
|                               |             | NIVELLEMENT   | 13 ANS    |
|                               |             | TRIANGULARITE | 15 ANS    |
|                               |             | BIANGULARITE  | 19 ANS    |
|                               | SUPERIEURES | RASEMENT      | 10 ANS    |
|                               |             | NIVELLEMENT   | 17 ANS    |
| COINS PERMANENTS              | INFERIEURES | RASEMENT      | 8 ANS     |
|                               |             | ROTONDITE     | 11-12 ANS |
|                               |             | NIVELLEMENT   | 17 ANS    |
|                               |             | TRIANGULARITE | 16-17 ANS |
|                               |             | BIANGULARITE  | 20-22 ANS |
|                               | SUPERIEURES | RASEMENT      | 11-12 ANS |
|                               |             | NIVELLEMENT   | 13 ANS    |

### 2.3.5.2 Les modifications des tables dentaires

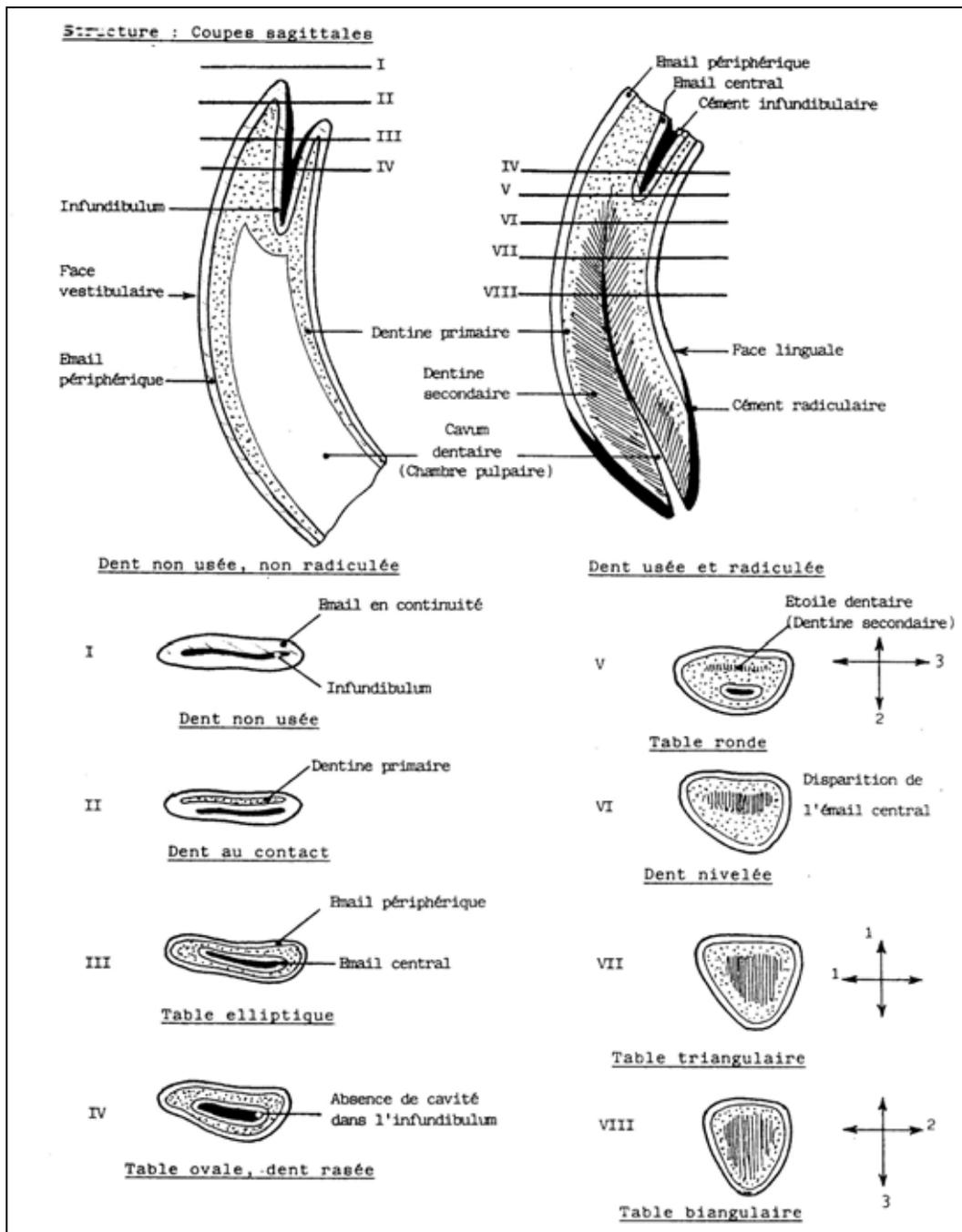
Les travaux de GOUBAUX et BARRIER (1884) dénombrent 5 périodes dans la modification de la dentition, en fonction de l'âge :

1. éruption des premières incisives de première dentition : de la naissance à l'usure
2. rasement et déchaussement des incisives de première dentition : de 12 mois à 2 ans et demi
3. chute des incisives lactéales et leur remplacement : de 2 ans et demi à 6 ans
4. rasement des incisives permanentes : de 6 ans à 15 ans
5. nivellement et formes successives que prend leur table : à partir de 15 ans

Le tableau 1 montre la correspondance entre l'usure des tables dentaires et l'âge des chevaux.

D'après CHATELAIN (1992), l'âge modifie l'aspect de la dent essentiellement au niveau du bord occlusal. L'usure de l'émail se traduit d'abord par la mise à nue de la dentine primaire. Ensuite, le bord vestibulaire commence à s'user puis les extrémités latérales du bord occlusal, et enfin, le bord lingual. Cela aboutit à isoler l'émail central de l'émail périphérique. Puis, l'usure atteint le cément, comblant l'infundibulum. Ainsi, les cavités du cornet dentaire disparaissent : la dent est rasée. Dans un second temps, une ligne sombre de dentine secondaire, l'étoile dentaire, apparaît dans la dentine primaire. Elle s'étend avec l'âge. Au fur et à mesure que la dent s'use, le fond de l'infundibulum finit par disparaître : la dent est nivelée. Enfin, l'usure atteint la racine et l'émail périphérique disparaît alors en partie. La figure 14 ci dessous illustre les différents stades d'usure en fonction de l'âge.

Figure 14 : Stade d'usure de la table dentaire



D'après CHATELAIN (1992)

BAKER et EASLEY (2005) soulignent que de nombreux autres facteurs peuvent aussi influencer l'usure de la dentition, tels que la nature et la qualité de l'alimentation, les conditions environnementales, les blessures et les maladies.

### **2.3.5.3 Les autres critères pour la détermination de l'âge**

CHUIT (2006) précise que les critères suivants sont très subjectifs et ne donnent que des estimations floues de l'âge des chevaux.

#### **2.3.5.3.1 La forme de la face occlusale des incisives permanentes inférieures**

La forme de la face occlusale des incisives se modifie avec l'âge. Les bords de l'infundibulum sont parallèles dans un premier temps : la table est dite elliptique. Puis, le bord lingual devient convexe : la table dentaire prend alors une forme ovale. Dans un second temps, il s'arrondit pour former un demi-cercle : la table est ronde. Avec l'âge, le bord lingual est peu à peu anguleux : la table a une forme de triangle. Enfin, après 18 ans, le bord lingual disparaît presque complètement et les bords latéraux tendent à être parallèles : la table est dite biangulaire.

#### **2.3.5.3.2 Angle incisif**

L'angle incisif est l'angle formé par la direction des incisives par rapport au plan de rencontre des mâchoires. Cet angle, de presque 180° chez les jeunes chevaux, diminue avec l'âge jusqu'à atteindre environ 100° chez les trentenaires. Ce critère est difficile à évaluer pour différentes raisons. D'abord, aucune méthode de mesure n'a été établie précisément. De plus, la longueur des dents, les malocclusions et une dentition incomplète peuvent fausser l'observation.

#### **2.3.5.3.3 Arc incisif**

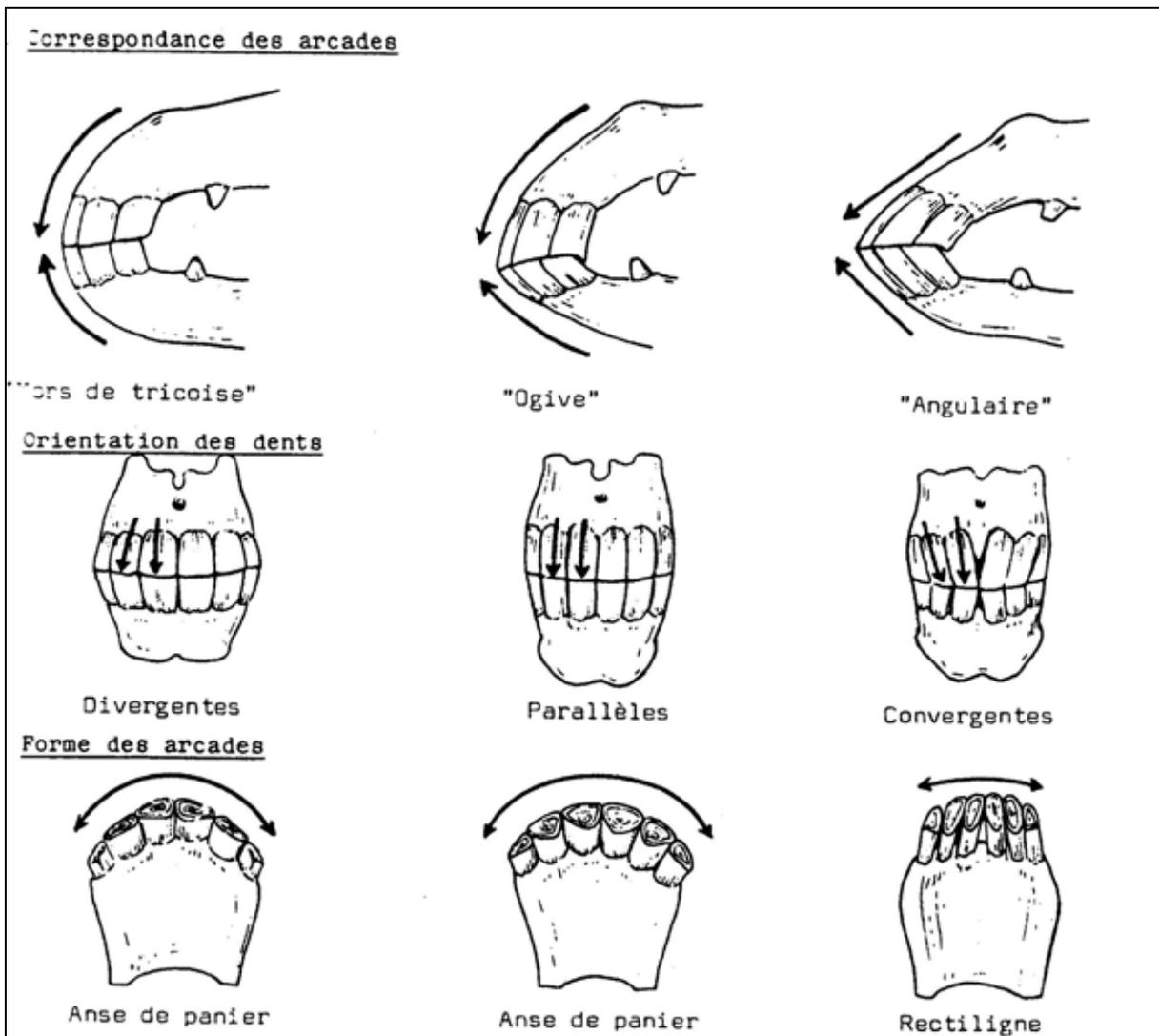
L'arc incisif se définit comme la direction des incisives par rapport au plan médian. La forme et la correspondance des arcades incisives évoluent avec le temps, et peuvent contribuer de ce fait à établir une diagnose de l'âge de l'animal.

La forme des arcades, au début, arrondie en « anse de panier », a tendance à se surbaïsser, jusqu'à devenir rectiligne. La correspondance des arcades est au départ, en « mors de tricoises », elle est dite en « ogive » vers dix ans d'âge et enfin, « angulaire » au-delà de vingt ans.

Enfin, l'orientation des incisives varie elle aussi avec le temps. Elles sont d'abord divergentes puis elles deviennent parallèles et enfin, convergent (Figure 15). De plus,

l'espace interdentaire à hauteur du collet est inexistant chez les jeunes. Avec l'âge, les dents s'écartent et on peut observer un espace interdentaire parfois important.

Figure 15 : Evolution de l'arc incisif avec l'âge



D'après CHATELAIN (1992)

#### **2.3.5.3.4 Echancre du coin supérieur**

L'échancre du coin supérieur, autrement appelée queue d'aronde, se définit comme l'usure prononcée de la partie postérieure de l'extrémité libre des coins supérieurs. Cette échancre survient vers 7-8 ans, puis vers 12-13 ans, et parfois, vers 16-18 ans,

voire, 21-22 ans. WALMSEY (1993) conteste fortement la fiabilité de ce signe pour évaluer l'âge d'un cheval, en raison de son inconstance.

### **2.3.5.3.5 La cannelure des coins supérieurs**

La cannelure des coins supérieurs est aussi appelée signe de Galvayne. Il s'agit d'une rainure sur la face externe du collet des coins supérieurs. Ce signe apparaît vers l'âge de 10 ans et atteint le bord inférieur des coins vers 20 ans. BAKER et EASLEY (2005) expliquent que le signe de Galvayne est absent sur plus de 50% des chevaux âgés de 10 à 30 ans.

Ces notions d'odontologie équine nous permettent d'aborder dans la partie expérimentale, la description détaillée de la dentition des chevaux de notre étude. Nous appliquerons la méthode d'estimation de l'âge par l'observation des dents, décrite dans cette partie, à l'ensemble des têtes osseuses dont nous disposons.

Après avoir exposé la conformation normale de la tête osseuse et de la dentition du cheval, nous allons répertorier et décrire brièvement les principales anomalies des mâchoires et des dents que l'on peut rencontrer chez les chevaux.

### **3. Anomalies des mâchoires et des dents**

MUELLER (1991) rapporte que la prévalence des problèmes dentaires chez les chevaux est estimée entre 10 et 24%.

#### **3.1 Anomalies des mâchoires**

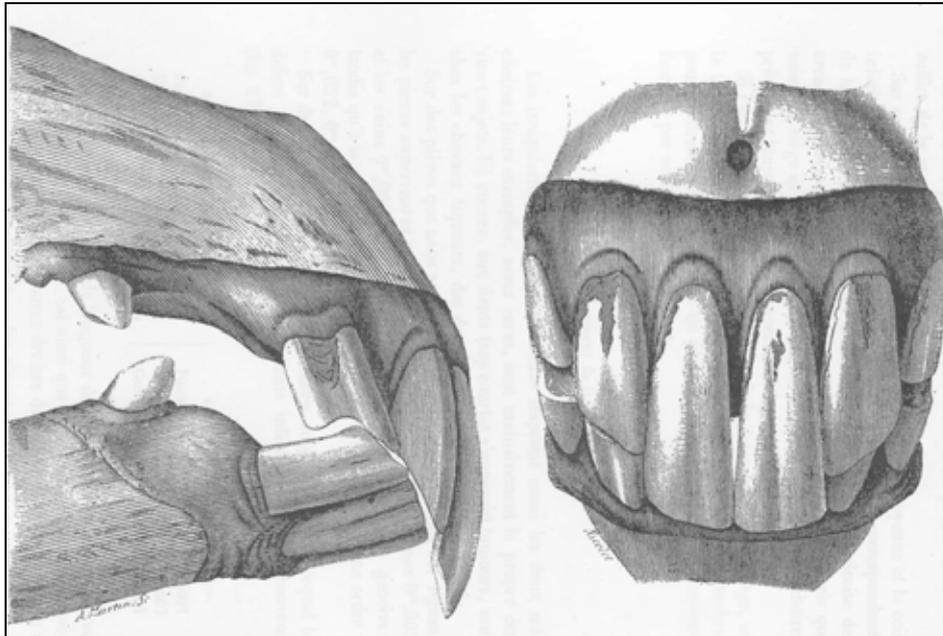
D'après KAINER (1993), le poulain a une face courte et un crâne bombé, qui évolue peu à peu au cours de la croissance vers une forme allongée. Les variations dans le développement des mâchoires entraînent parfois un brachygnathisme ou un prognathisme. D'autres affections sont également décrites, comme les mâchoires croisées et la fente palatine. Ces anomalies sont graves ; elles mettent souvent en péril la vie du poulain.

##### **3.1.1 Bec de perroquet**

###### **3.1.1.1 Description**

Le bec de perroquet est aussi appelé bec de corbin. Il se traduit par un maxillaire plus long que la mandibule. Il peut s'agir soit, le plus souvent, d'une brachygnathie, mandibulaire, c'est-à-dire que le développement en longueur est insuffisant soit d'une prognathie maxillaire, un développement en longueur trop important du maxillaire. Dans une grande partie des cas, le bec de perroquet résulte d'une association des deux. BAKER (1982) constate qu'il y a le plus souvent moins de 25% de différence entre la longueur de la mâchoire inférieure et celle de la mâchoire supérieure (Figure 16).

Figure 16 : Bec de perroquet



D'après GOUBAUX B et BARRIER (1884)

Cette anomalie fait que les incisives supérieures, n'usant plus leur surface occlusale, présentent un excès de longueur. BAKER et EASLEY (2005) expliquent que dans la plupart des cas, la brachygnathie inférieure engendre une malocclusion mineure des incisives. Le plus souvent, ces individus ne rencontrent pas de difficultés pour la préhension des aliments. MUELLER (1991) souligne que dans les cas sévères de brachygnathie inférieure, il observe des excroissances sur les deuxièmes prémolaires supérieures et sur les troisièmes molaires inférieures ; ceci est dû à une superposition incomplète des mâchoires.

GIFT et al (1992) constatent que le développement d'une malocclusion au niveau des incisives a peu de conséquence pour le poulain avant le sevrage mais qu'elle gêne de manière conséquente la préhension et la mastication des aliments. Cela est d'autant plus vrai que les animaux évoluent sur des pâtures dont la taille des végétaux est peu élevée.

### **3.1.1.2 Fréquence**

PUYALTO-MOUSSU et al. (1999) ont réalisé une étude des malformations congénitales chez les équidés en région Basse-normandie. Entre 1994 et 1998, ils ont fait une recherche systématique des anomalies sur 359 fœtus et 317 poulains de moins d'un

mois adressés à l'AFSSA pour autopsie. L'incidence des malformations était de 28,4% chez les fœtus et 7,2% chez les poulains. Dans la population autopsiée, ils ont recensés 4% de malformations cranio-faciales, soit 23% des malformés. 20% des malformations cranio-faciales étaient des cas de brachygnathie inférieure (5 cas) ou de prognathie supérieure (1 cas). L'étiologie de ces malformations est encore mal connue et on peut s'interroger sur la part génétique et environnementale de ces anomalies.

### **3.1.1.3 Etiologie**

MOLLER et JAMES (1975) rapportent que le brachygnathisme a un déterminisme génétique mais que les auteurs ne s'accordent pas sur le mode de transmission chez les chevaux.

DEBOWES (1990) ainsi que QUESNEL et al. (1981) considèrent que la brachygnathie est une anomalie héréditaire. HUSTON et al. (1977) émettaient déjà l'hypothèse que le bec de perroquet pourrait être dû à un déterminisme génétique dominant chez les poulains.

D'après GAUGHAN et DEBOWES (1993), la brachygnathie est considérée comme étant une anomalie congénitale mais certains chevaux ayant une forme acquise ont été identifiés. En effet, dans une récente étude de GIFT et al. (1992) concernant 20 chevaux atteints de brachygnathisme, 8 d'entre eux étaient affectés à la naissance, 7 chevaux étaient normaux à la naissance et ont développé cette anomalie entre 1 et 6 mois, 5 avaient d'autres défauts musculo-squelettiques, notamment des déformations des membres. Chez ceux présentant une forme acquise, le développement du brachygnathisme est devenu plus significatif avec l'âge et la croissance. Dans ce cas, le décalage entre la mandibule et le maxillaire pourrait résulter d'une différence de développement dans la phase de croissance rapide. Les mâles étaient affectés 5,7 fois plus fréquemment que les femelles. Les mesures de l'espace entre les mandibules et les maxillaires variaient entre 0,75 et 3 cm. Il n'a pas été rapporté de guérison spontanée de cette anomalie.

L'étiologie du bec de perroquet n'a pas été clairement établie chez les chevaux. Pour formuler des hypothèses, il est intéressant de se pencher sur ce qui est connu dans les autres espèces.

HENNET (1997) constate chez les carnivores que le déterminisme génétique des malocclusions est polygénique. En effet, la croissance de la mâchoire supérieure et de la mâchoire inférieure est régie par des gènes différents.

GLUHOVSCHI et al. (1968) ont travaillé sur un troupeau de 162 vaches et 5 taureaux de race Tachetée Roumaine pour essayer de prouver que la brachygnathie est une maladie héréditaire. Dans ce but, ils ont réalisé des croisements sur une période de 7 ans. Ils ont ainsi montré que le brachygnathisme inférieur dans cette race est héréditaire et que le gène pathologique mutant, récessif, autosomal se trouve à l'état homozygote chez les sujets atteints. Par ailleurs, tous les veaux malades présentaient un caryotype normal.

HEIDARI et al. (1985) ont montré sur une étude de 7 cas de bovins de race Angus atteints de brachygnathie, que l'étiologie de cette anomalie est d'origine génétique et que son mode de transmission est autosomal récessif. Le brachygnathisme serait associé à un gène autosomal récessif dans la race bovine Angus. Cependant, cette hypothèse serait controversée dans une étude sur la race Simmental. D'autres causes possibles sont mises en évidence sur le bétail : l'infection du fœtus par la maladie des muqueuses, des déformations faisant suite à une ostéopétrose, ou bien une maladie héréditaire associant brachygnathie et maladie dégénérative des articulations.

SMITH (2002) décrit chez le bétail trois types de brachygnathie. La brachygnathie inférieure dans sa forme simple possède un déterminisme génétique soit polygénique soit récessif ; il s'agit d'une malformation fréquente. La brachygnathie inférieure avec des molaires impactées serait une anomalie létale présente chez les bovins de race shorthorn. La brachygnathie inférieure accompagnée d'un défaut chromosomique, la trisomie 18, donne des veaux morts nés ou des animaux qui meurent peu de temps après leur naissance. En effet, cette maladie occasionne des anomalies cérébrales graves. Elle est connue dans la race shorthorn. D'ailleurs, DUNN et JOHNSON (1972) ont réalisé une étude sur 5 veaux atteints d'une forme létale de la brachygnathie inférieure qui se traduit en général par une agnathie inférieure c'est-à-dire une absence totale de mandibule. Dans leur caryotype, ils constatent que ces animaux présentent une trisomie autosomale concernant un chromosome acrocentrique. Au lieu de posséder 60 chromosomes, ils en avaient 61. Ces deux derniers types de brachygnathie sont rares.

D'après une étude réalisée sur du bétail en Nouvelle Zélande, et en particulier, chez des jumeaux univitellin, HANSET et MICHAUX (1978) pensent qu'en dehors du caractère héréditaire, des facteurs non génétiques agissant pendant le développement embryonnaire influencent la longueur du maxillaire. Dans une autre étude réalisée sur des races Blanc Bleu Belge, ils démontrent que la dysharmonie maxillo-mandibulaire est due à un développement insuffisant de la mandibule et non à une croissance excessive du maxillaire.

### 3.1.2 Mâchoire de bouledogue (« sow mouth », « monkey mouth »)

#### 3.1.2.1 Description

Un cheval ayant une mâchoire de bouledogue présente une mandibule plus longue que le maxillaire. L'origine la plus fréquente de cette anomalie est une prognathie mandibulaire, c'est-à-dire un développement en longueur trop important de la mandibule. Il peut s'agir aussi d'un brachygnathie maxillaire, soit le développement en longueur insuffisant du maxillaire. Dans certains cas il s'agit de l'association des deux. (Figure 17)

Figure 17 : Mâchoire de bouledogue



D'après PENCE (2002)

COLAHAN et al. (1999) distinguent deux formes de prognathisme mandibulaire : une forme partielle, et une forme totale. Dans la forme partielle, le pourcentage de contact entre les tables dentaires des incisives supérieures et inférieures varie entre 10 et 90°. Dans la forme totale, la surface occlusale est nulle.

D'après ALLEN (2003), dans la plupart des cas de chevaux ayant une mâchoire de bouledogue, les premières prémolaires inférieures développent une excroissance au niveau de leurs bords rostraux ; parfois même la croissance de toute la dent est augmentée. De plus, les dernières molaires supérieures présentent souvent aussi une

excroissance au niveau de leurs bords caudaux. Cette déformation peut conduire à l'ulcération de la joue et de la langue.

BAKER et EASLEY (2005) constatent que dans les cas sévères de prognathie inférieure, il peut y avoir une déformation des naseaux résultant du raccourcissement de l'os maxillaire et prémaxillaire. La plupart des chevaux sont capables de survivre avec ce défaut, bien qu'il entraîne des difficultés de préhension surtout sur les pâturages où l'herbe est courte.

### **3.1.2.2 Fréquence**

MUELLER (1991) précise que le prognathisme supérieur est beaucoup plus rare que le brachygnathisme. Mais nous n'avons trouvé aucune étude qui estime précisément le taux d'incidence de cette anomalie.

### **3.1.2.3 Etiologie**

DEBOWES et CAUGHAN (1998) décrivent que cette anomalie est consécutive à un défaut de développement du maxillaire. La cause exacte de cette anomalie est inconnue. Il semblerait que le déterminisme soit génétique, mais dans ce cas, on ignore le mode de transmission.

CHUIT (2004) précise que sur le plan génétique, le déterminisme de cette anomalie n'a pas été élucidé, mais qu'il est probable, si on se réfère à ce qui est connu chez les lapins, qu'elle soit sous le contrôle d'un gène autosomal.

Pour mieux comprendre le mécanisme de transmission de cette anomalie, on peut étudier ce qui se passe chez les bovins. SMITH (2002) rapporte que la prognathie inférieure est une maladie héréditaire à mode de transmission dominant. Il décrit que lorsqu'un veau est atteint de cette maladie, ses incisives inférieures font protrusion en avant de la lèvre supérieure.

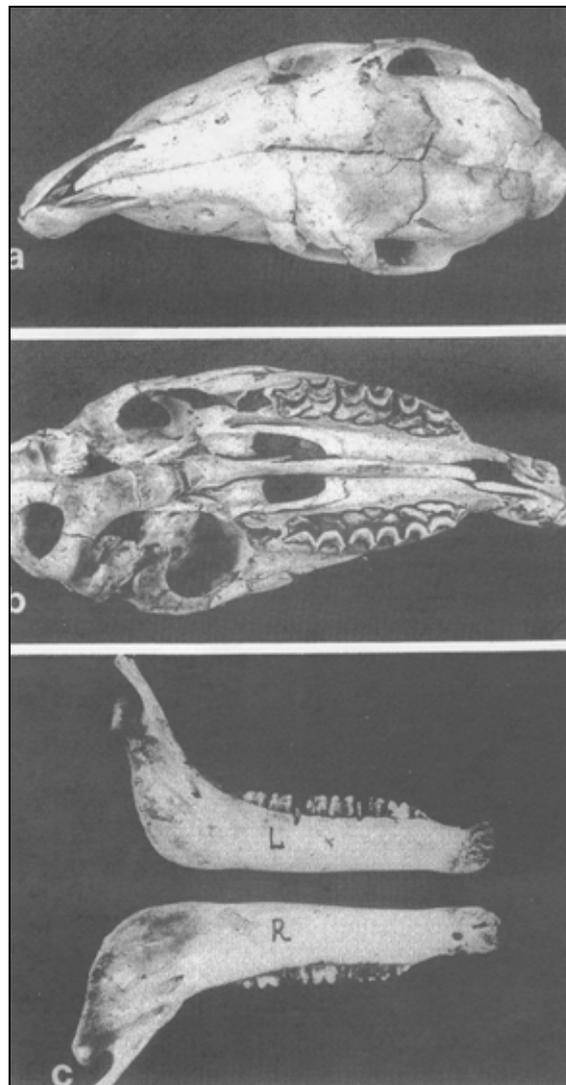
JAYO et al. (1987) ont réalisé l'autopsie de 17 veaux de race Angus atteints de brachygnathie supérieure et d'une maladie dégénérative des articulations. Ils émettent l'hypothèse que ces deux anomalies seraient liées. Cela pourrait résulter selon eux d'un défaut de structure des glycosaminoglycanes ou d'une accumulation de cette molécule dans les articulations.

### 3.1.3 Mâchoires croisées

#### 3.1.3.1 Description

D'après CHUIT (2006) cette anomalie est également appelée « *Campylorrhinus lateralis* » ou « wry nose ». Elle est en générale observée à la naissance. Il s'agit d'une différence de longueur entre les deux arcades, et une courbure de celles-ci dans leur grand axe. On observe soit une torsion du maxillaire, soit de la mandibule, soit des deux. Cette torsion peut-être limitée en partie rostrale ou s'étendre jusqu'aux articulations temporo-mandibulaires (Figure 18).

Figure 18 : Tête osseuse présentant une mâchoire croisée (a : Vue dorsale, b : vue ventrale du maxillaire, c : mandibules)



D'après VANDERPLASSCHE, SIMOENS, BOUTERS, et al. (1984)

CROWE et SWERCZEK (1985) ont réalisé une étude de différentes anomalies congénitales en autopsiant 608 fœtus ou nouveaux-nés déformés entre 1970 et 1982. Chez tous les individus atteints de mâchoires croisées, le prémaxillaire était dévié d'un angle d'environ 90° par rapport au plan médian. La mandibule avait une conformation normale.

BEECH (1991) définit la mâchoire croisée comme un défaut congénital caractérisé par une déviation vers un côté, du maxillaire, de l'os nasal, de l'os incisif et du septum nasal, et un aspect sigmoïde avec une bosse dorsale du côté opposé. Parfois cela peut aussi se traduire par une déviation de la partie rostrale de la mandibule et un poulain avec une mâchoire croisée sévère peut aussi présenter une fente ou une fissure palatine. Les animaux affectés font un bruit respiratoire anormal à l'expiration et à l'inspiration mais en principe, ils n'ont pas de difficulté à prendre leur nourriture et à mastiquer, sauf dans des cas sévères où l'on peut observer une malocclusion incisive marquée.

TUDOR et al. (1999) présentent un cas de déviation du maxillaire d'un poulain de 1 mois causé par un espace caverneux dans l'os prémaxillaire et le maxillaire, rostro-ventralement à l'arcade zygomatique. Cette anomalie fait penser à un défaut congénital. L'espace aurait été agrandi et entretenu par l'accumulation continue de nourriture dans cette structure caverneuse.

PUCHOL et al. (2004) décrivent un cas de mâchoire croisée sur une pouliche de 13 mois. Celle-ci ne semblait pas avoir de difficultés pour mastiquer. Cependant, la pouliche dégageait une odeur fétide due à la fermentation de la nourriture qui s'accumulait au niveau de l'angle concave formé par le maxillaire dévié.

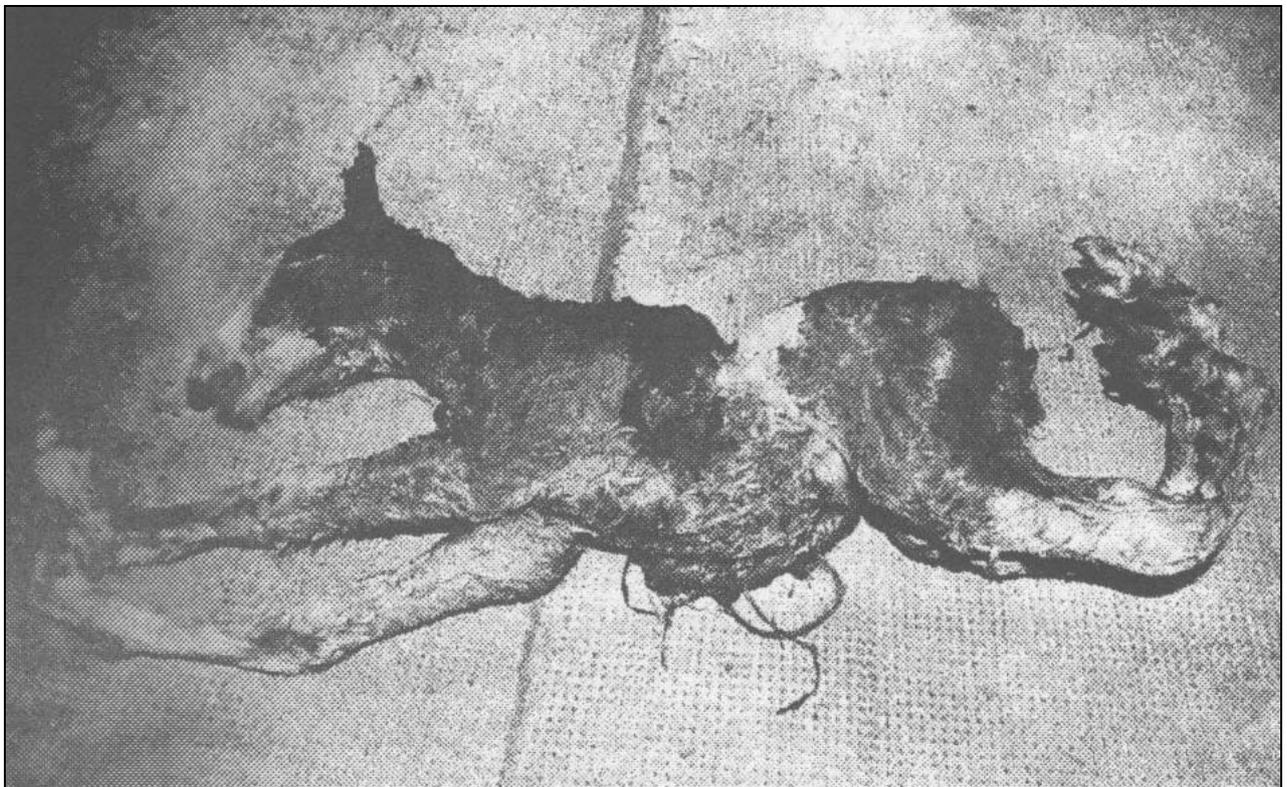
D'après CHUIT (2006) cette affection est souvent associée à d'autres anomalies congénitales : fente palatine, hernie ombilicale ou bouleture. En effet, les mâchoires croisées sont une des manifestations cliniques d'une affection appelée l'arthrogrypose, ou « syndrome du poulain contracté ».

ROONEY (1965) a réalisé une étude portant sur 50 fœtus et poulains atteints d'arthrogrypose, sur une période de 4 ans. L'âge moyen des juments ayant donné naissance à ces poulains est de 11,54 ans. Ce syndrome se traduit par un ensemble de signes cliniques présents selon les cas, seuls ou combinés les uns aux autres : un torticolis, une scoliose, une éventration, une asymétrie du crâne et des contractures au niveau des articulations. Le crâne était asymétrique avec une déviation de degrés variable des parties nasale et occipitale par rapport au plan médian.

FINOCCHIO (1973) décrit un cas d'arthrogrypose chez un fœtus mort intra utero. La jument fût présentée pour une dystocie. Le poulain avait une présentation par l'arrière. L'autopsie révéla l'expression clinique habituelle de ce symptôme : bouleture, torticolis, déviation du maxillaire, et éventration. On constata aussi le développement incomplet du diaphragme.

BOYD (1976) décrit deux cas de déformations congénitales chez deux poulains Clydesdale. Un des cas est un poulain mort-né à la suite d'un poulinage dystocique. Il présente une scoliose, un torticolis et une déviation médiale de l'extrémité distale des membres antérieurs (Figure 19). De plus, le crâne est asymétrique. En effet, l'os occipital gauche et les deux ailes, temporale et orbitale de l'os sphénoïde sont plus petits que les structures correspondantes de droite. Il y a une dépression bilatérale au niveau de la région fronto-nasale. La branche gauche de la mandibule est plus courte en longueur que la droite.

Figure 19 : Poulain présentant une scoliose, un torticolis et une déviation médiale de l'extrémité distale des membres antérieurs



D'après BOYD (1976)

Parfois, les mâchoires croisées ne sont pas visibles dès la naissance et elles apparaissent bien plus tard. GREET et HOWART (1995) décrivent une forme acquise de déviation du septum nasal. Elle se développerait à la suite d'un traumatisme externe ou serait consécutive à une pression continue occasionnée par lésion occupant les voies nasales, telle qu'une néoplasie

### 3.1.3.2 Fréquence

Dans l'étude de CROWE et SWERCZEK (1985) l'arthrogrypose (ou syndrome du poulain contracté) représente 33,2% des malformations observées ; les malformations faciales, 4,3%. L'arthrogrypose était l'anomalie observée la plus communément. 1,8 % des poulains présentaient une déviation prémaxillaire.

Rappelons que PUYALTO-MOUSSU et al. (1999) ont réalisé une étude des malformations congénitales chez les équidés en région Basse-normandie. Parmi les malformations cranio-faciales observées, les auteurs ont dénombré une large prédominance des déviations du maxillaire et du septum nasal avec 18 cas sur 27. Les déformations liées à l'arthrogrypose représentaient 14% des malformations, soit 2,4% du total des fœtus et poulains autopsiés. Ce syndrome était accompagné dans 37% des cas de malformations cranio-faciales.

### 3.1.3.3 Etiologie

Dans les travaux de ROONEY (1965) un élément est en faveur d'une origine congénitale plutôt qu'héréditaire. Une jument avait avorté à 10 mois de gestation de jumeaux bivitellins ; un des deux fœtus était atteint d'arthrogrypose et le deuxième était tout à fait normal.

VANDERPLASSCHE et al. (1984) remettent en cause l'origine génétique du syndrome des mâchoires croisées. En effet, grâce à une étude menée sur 214 juments présentant une dystocie à la mise bas, ils ont pu étudier l'étiologie et la pathogénie de ce syndrome. Leurs principaux arguments, suite à l'exploitation de leurs données sont :

1. la malformation n'est pas associée dans tous les cas, à une déformation des vertèbres
2. l'incidence du syndrome est élevée : 85 cas sur 171 poulains nés suite à un poulinage dystocique, soit environ 49%
3. la déformation typique de la mâchoire est souvent associée à une présentation fœtale caudale ou transverse
4. la malformation concerne plusieurs races de chevaux
5. il n'y a pas de différence significative de la malformation à droite ou à gauche
6. les fœtus males et femelles sont atteints
7. après la naissance, les poulains retrouvent rapidement une morphologie normale.

Selon BEECH (1991) la cause des mâchoires croisées est inconnue mais une position intra-utérine non favorable ou des facteurs génétiques sont suspectés.

GAUGHAN et DEBOWES (1993) soulignent que chez les humains ayant la même affection, 90 % retrouvent leur conformation faciale normale spontanément dans les deux ans. Cependant si la déviation est supérieure à 20°, les chances de guérison spontanée sont faibles. La guérison spontanée de certains poulains, l'égalité de représentation des sexes et le fait que la déviation soit indifféremment à droite ou à gauche suggèrent que cette anomalie n'est pas héréditaire.

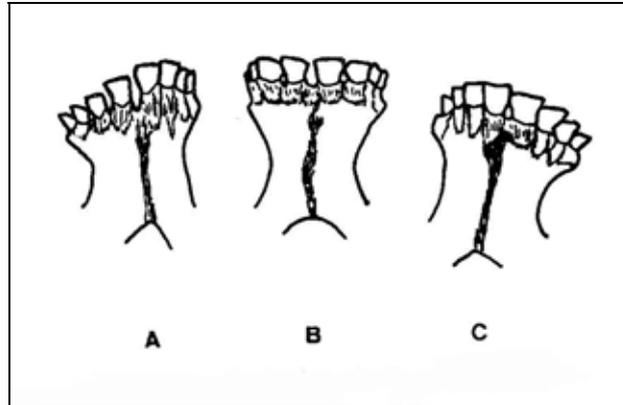
SMITH (2002) classe cette malformation dans les maladies génétiques, à transmission récessive.

En ce qui concerne l'étiologie spécifique du syndrome du poulain contracté beaucoup d'hypothèses sont formulées. D'après PUYALTO-MOUSSU et al. (1999) l'arthrogrypose est une maladie congénitale multifactorielle quelque soient les espèces concernées. Plusieurs causes sont suspectées : infectieuse (virus Akabane, virus de la border disease, et virus de la blue tongue chez les ruminants), alimentaires (ingestion d'herbe hybride sudan par les juments, intoxication aux alcaloïdes du lupin chez les ruminants, déficience en manganèse) et génétiques.

Dans l'étude de CROWE et SWERCZEK (1985), l'exposition à des substances tératogènes n'a pas été prise en compte comme éventuel facteur étiologique des anomalies observées. Cependant, l'occurrence des déviations du prémaxillaire n'a jamais été rapportée avant 1968. On peut donc émettre l'hypothèse que cette déformation serait due à l'introduction d'un tératogène.

Chez les bovins, SMITH (2002) rapporte que les mâchoires croisées ont un mode de transmission autosomal récessif dans la race bovine Jersey. Mais d'autres causes possibles de mâchoires croisées ont été avancées dans cette espèce. HANSET et MICHAUX (1978), d'après leur étude déjà citée auparavant, ont observé sur des bovins de race Blanc Bleu Belge, une déviation de l'arc incisif (Figure 20). Celle-ci se traduit par une torsion latérale de la partie antérieure de la mandibule. Elle est accompagnée par une macroglossie qui pourrait en être l'origine.

Figure 20 : Déviations de l'arc incisif observées sur des bovins de race blanc bleu Belge (A : déviation à droite, B : témoin normal, C : déviation à gauche)



D'après HANSET et MICHAUX (1978)

### **3.1.4 Fente et fissure palatine**

#### **3.1.4.1 Description**

BOWMAN et al. (1990) définissent la fente palatine comme une longue ouverture du palais dur ou du palais mou ou des deux dans le sens de la longueur.

Selon GAUGHAN et DEBOWES (1993) les fentes palatines du palais dur sont associées à un défaut dans le processus de fusion qui a lieu normalement environ vers le 47<sup>ème</sup> jour de gestation. Cette maladie empêche le poulain de téter correctement car il ne peut créer un vacuum avec sa cavité orale. Les complications telles que le défaut de transfert d'immunité passive, la malnutrition et la pneumonie par fausse déglutition, mettent rapidement en danger la vie de l'animal. D'après PENCE (2002), le pronostic est mauvais.

#### **3.1.4.2 Fréquence**

Dans une étude menée sur 13 ans par CROWE et SWERCZEK (1985), concernant les maladies congénitales équinnes, et réalisée sur 608 fœtus déformés ou morts nés, le nombre d'individus atteint de fente palatine s'élève à 24, soit 4,0%. La plupart de ces

poulains avaient une fente palatine complète du palais dur. Seuls cinq d'entre eux avait une lésion du palais mou uniquement.

GAUGHAN et DEBOWES (1993) expliquent que la fente palatine est une anomalie congénitale peu commune chez les chevaux. La prévalence serait de 0,1 à 0,2 % des nouveaux nés.

Dans l'étude de PUYALTO-MOUSSU et al. (1999) réalisée sur les malformations congénitales chez les équidés en région Basse-Normandie, la fente palatine représente 2,6 % des malformations observés. Cela correspond à 0,4% de la totalité des fœtus et poulains observés.

### **3.1.4.3 Etiologie**

Selon GAUGHAN et DEBOWES (1993) l'hérédité de la fente palatine est inconnue chez les chevaux. La fente palatine a été diagnostiquée comme héréditaire dans 10% des cas pour les petits animaux. D'autres facteurs sembleraient responsables de cas dans cette population comme des carences en vitamines, l'irradiation, des produits chimiques toxiques, des anomalies hormonales, des maladies infectieuses ou immunologiques. Chez les humains, des influences « raciales » et environnementales ont été prouvées dans l'incidence de la fente palatine.

Selon CHUIT (2006) cette anomalie est classée parmi les anomalies congénitales. Néanmoins, des fentes palatines peuvent être observées suite à l'action de facteurs tératogènes ou nutritionnels (excès de vitamine A) durant la gestation.

Chez les bovins et les porcs, on suspecte d'autres causes. SMITH (2002) rapporte qu'une des origines de la fente palatine chez le bétail est l'ingestion de lupin par la mère entre le 40<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de gestation. Il précise que la fente palatine est parfois combinée à l'arthrogrypose.

LEIPOLD et al. (1983) montrent que le mode de transmission de la fente palatine chez les veaux shorthorn est autosomal récessif.

## **3.2 Anomalies des dents**

Selon CRABIL et SCHUMACHER (1998), les dents des chevaux sont prédisposées au développement d'anomalies car elles sont constamment en éruption. Les signes précoces d'anomalie dentaire acquise sont souvent inapparents. Seul un amaigrissement ou une déformation des mâchoires peuvent attirer l'attention.

### **3.2.1 Irrégularité de nombre et de forme**

#### **3.2.1.1 Les polyodonties**

Le nombre de dents est augmenté par rapport à la formule dentaire. Il s'agit en fait souvent de la persistance d'une dent de lait.

Au niveau des incisives, il est très rare qu'il y ait une double rangée de dents. Le plus souvent, il s'agit seulement d'un dédoublement d'une ou deux dents, en général sur la mâchoire supérieure. Ceci est à différencier des surdents ou « chicots », qui sont des vestiges de dents de lait.

Les molaires surnuméraires sont moins fréquemment rencontrées que les incisives surnuméraires.

D'après JONES et BOGART (1971), cette anomalie est considérée comme congénitale. En effet, selon BAKER (1974) elle résulterait d'une différenciation inappropriée des éléments germinatifs des dents de remplacement pendant le développement embryonnaire.

#### **3.2.1.2 L'oligodontie**

Cette anomalie est très rare chez le cheval. Il s'agit de l'absence de l'ébauche dentaire, ou de la rétention et de l'inclusion d'une dent à l'intérieur de la mâchoire.

#### **3.2.1.3 Les dents hétérotypiques**

Synonyme, de kystes dentifères, il s'agit de la présence d'une dent à un emplacement anormal. Le plus souvent elle se localise à la base de l'oreille, ou au niveau du rocher. Dans une étude réalisée par FESSLER (1988) de 1969 à 1986 sur neuf chevaux, tous avaient une polyodontie hétérotypique unilatérale localisée à la base de l'oreille, six à droite et trois à gauche.

#### **3.2.1.4 Irrégularité de forme**

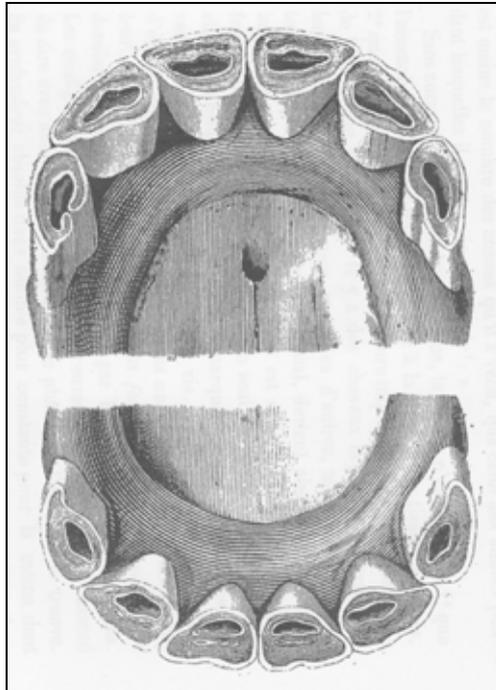
Parfois, le bord postérieur de l'incisive est beaucoup moins développé que la normale, et ne ferme plus en arrière la cavité dentaire extérieure, ce qui forme une fissure.

La duplicité du cornet dentaire entraîne la présence de deux cavités extérieures sur la même surface de frottement. Ceci est à différencier de la soudure de deux dents.

### 3.2.1.5 Irrégularité de profondeur du cornet dentaire : la béguité

Le cheval bégue a une persistance de la cavité dentaire extérieure sur la surface de frottement à une époque où elle aurait dû disparaître (figure 21). Ce fait s'explique principalement par la faible épaisseur de l'assise cémenteuse. De plus, la dureté des tissus dentaires et la nature des aliments ingérés sont mises en cause.

Figure 21 : Arcade incisive d'un cheval bégue



D'après GOUBAUX et BARRIER (1884)

La persistance du cul-de-sac du cornet dentaire à une époque où il ne devrait plus exister constitue la fausse béguité. Le cheval est dit faux bégue.

## **3.2.2 Anomalies d'usure**

### **3.2.2.1 Usure des incisives**

Il s'agit d'irrégularité dans la longueur des extrémités libre des incisives. Ainsi, la ligne formée par l'accolement des incisives supérieures et inférieures devient arquée, en escalier ou de travers. D'après l'article de DIXON et DACRE (2005), cette dernière anomalie peut être consécutive à une atteinte d'un des nerfs trijumeaux (gauche ou droit) et par suite, de la paralysie des muscles de la mastication du même côté.

### **3.2.2.2 Usure des molaires**

L'arcade molaire a une usure en escalier, lorsque la dureté d'une dent et de son antagoniste est différente. La dureté est altérée suite à une carie ou à une fracture dentaire. Le cas arrive aussi lorsqu'un espace interdentaire est trop important ou qu'il manque la dent antagoniste.

La dentition ondulée concerne l'arcade molaire, lorsque la table dentaire des molaires présente une ondulation sur toute la longueur de l'arcade.

La dentition lisse est rencontrée pour la grande majorité des cas, sur des chevaux âgés, extrêmement rarement sur des jeunes. Les chevaux présentent alors une usure exagérée des molaires, et une cémentation excessive. Par la suite, ces dents tombent, laissant l'arcade « lisse ».

Les anomalies de la mâchoire et des dents sont donc fréquentes chez les équidés. Le plus souvent, elles ne perturbent pas la santé de l'animal. L'origine de ces anomalies est en général multifactorielle. On notera tout de même la prédominance du facteur génétique.

Cette partie bibliographique nous permet maintenant d'aborder la partie expérimentale de notre étude. Celle-ci s'articulera autour de quatre parties : la description du matériel et du protocole expérimental, le compte rendu de l'observation et de la prise de mesures effectuées sur les têtes osseuses, l'analyse statistique et les conclusions brutes.

## **2<sup>ème</sup> partie : Travail expérimental : étude descriptive et morphométrique de douze têtes osseuses de chevaux de Przewalski**

Lors de l'observation des têtes osseuses, nous avons remarqué sur trois des têtes une légère déviation maxillaire. Après discussion avec la directrice de l'association TAKH, Claudia FEH, nous avons décidé de monter un protocole expérimental afin de quantifier la déviation des mâchoires supérieures et inférieures des douze têtes osseuses.

### **1 Animaux, matériel et méthode**

#### **1.1 Crânes, provenance et préparation**

Notre étude s'est basée sur quatorze têtes osseuses, de chevaux de Przewalski morts entre Février 1996 et Août 2005 (Tableau 11). Ces animaux sont morts sur le site du Villaret de l'association TAKH, dans le département de la Lozère. En effet, l'association a pris comme initiative de conserver les têtes de tous les chevaux morts dans le but de réaliser ultérieurement d'éventuelles études.

La technique utilisée par un des membres de l'association (Sébastien Carton de Grammont) pour la conservation des têtes a été la suivante. Il les a enterrées pendant six mois à un an à environ 20 centimètres sous terre (mis à part Orion dont le crâne est resté enterré 10 ans et celui de Belladonna 5 ans), puis un premier nettoyage est effectué par les vautours, suite au déterrage. Les têtes sont ensuite plongées dans du sable humide pendant six mois à un an pour parfaire le nettoyage.

Une des têtes osseuses récupérée, celle du cheval Argon, n'a pas pu être utilisée pour l'étude puisqu'elle a été retrouvée fortement érodée et fracturée en de multiples endroits lors du déterrage.

De plus, trois des têtes osseuses étudiées (correspondant aux chevaux Ellen, Emberiza et Belladonna) présentaient lorsque nous les avons récupérées, encore de nombreux lambeaux de peau non décomposés. Par commodité, nous les avons rapportés à l'ENVA, afin d'accélérer leur décomposition, à l'aide de bains d'enzymes.

Par la suite, nous avons écarté de notre étude la tête osseuse de Belladonna. En effet, toute la zone caudale droite des mâchoires supérieure et inférieure était manquante (pas de processus coronoïde ni de processus condyloïde), et ne permettait donc pas de

réaliser des mesures fiables pour le reste de l'étude. Sa formule dentaire a tout de même été relevée.

## **1.2 Description des formules dentaires, arcades incisives et molaires**

Notre premier objectif a été de décrire la formule dentaire complète et détaillée de chaque tête osseuse, dans un but descriptif, afin d'avoir des données de base sur ce sujet.

Le système universel de numérotation des dents nous a servi de base pour la description des formules dentaires (Annexe).

Nous voulions mesurer la taille de l'ensemble des dents, mais nous avons été limitées à seulement douze d'entre elles puisque toutes les autres étaient encore adhérentes au reste de la mâchoire. Or, nous avons pour consigne de laisser en état les crânes, et donc de ne pas en désolidariser les dents. Cependant, pour les dents mobilisables, nous avons utilisé un pied à coulisse et mesuré en prenant les deux points les plus éloignés entre l'extrémité occlusale et l'extrémité enchâssée de la dent mesurée.

Pour chaque dent, nous avons précisé sa génération (denture déciduale, mixte ou permanente) en se basant exclusivement sur l'aspect extérieur de la dent. L'examen des tables dentaires nous a permis de décrire les stades d'usure (Figure). Les particularités éventuelles ont également été répertoriées (queue d'aronde, dent atrophiée, dent de loup).

Nous nous sommes ensuite attardées sur la forme des arcades incisives afin de décrire la correspondance et la forme des arcades, ainsi que l'orientation des dents.

Enfin la description de l'affrontement des arcades molaires a fait l'objet de nos dernières observations concernant la dentition.

## **1.3 Prise des clichés photographiques**

Afin de faciliter la prise de mesures, nous avons préféré travailler sur photos. Ainsi, tous les reliefs osseux se retrouvent sur un même plan et sont donc plus facilement exploitables qu'en trois dimensions.

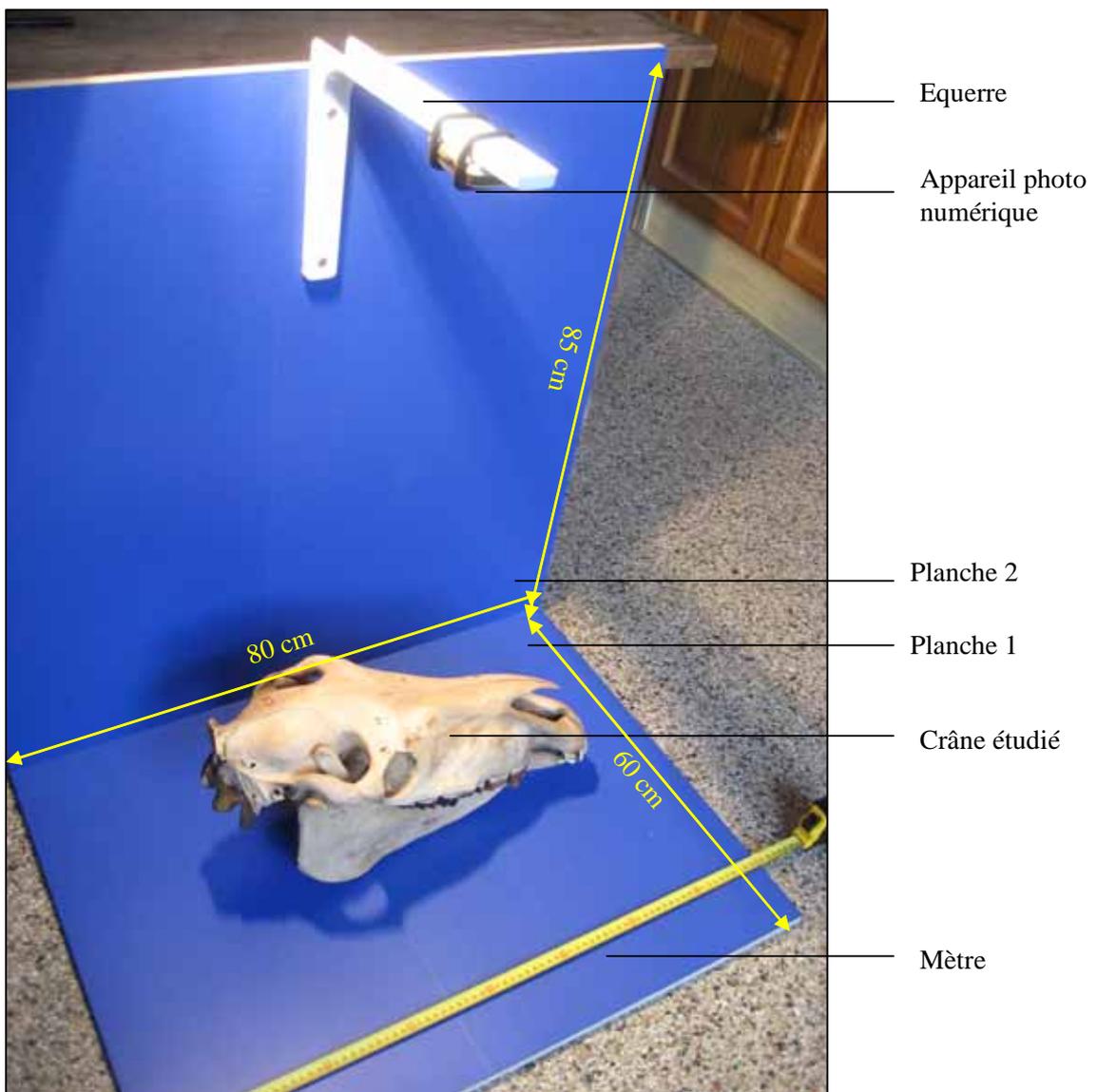
Nous avons établi un protocole précis pour prendre les photos sous des angles similaires d'une tête à l'autre.

Nous avons tout d'abord confectionné un support uniforme, permettant de soutenir la tête osseuse photographiée et l'appareil photo. Il s'agit de deux planches en

contreplaqué de 80 cm sur 60 cm (planche 1) et de 85 cm sur 80 cm (planche 2). Celles-ci ont été assemblées à l'aide de trois équerres, de manière perpendiculaire. Sur la planche 2, une équerre de 32 cm sur 34,5 cm a été fixée au milieu de son bord libre. Ainsi, le bord libre de 34,5 cm de l'équerre se retrouve parallèle à la planche 1.

La planche 1 placée au sol, supportait les têtes, et la planche 2, l'équerre, sur laquelle était fixée l'appareil photo numérique. Une règle graduée était placée systématiquement sur la planche 1 lors des prises de clichés, afin d'avoir une échelle par la suite (Figure 22).

Figure 22: Mise en place du support pour les têtes osseuses et l'appareil photo.



Pour le placement des têtes sur la planche 1, nous avons, tout d'abord, veillé à ce que l'objectif de l'appareil photo et la ligne médiane frontale du crâne soient parallèles entre

eux, ceci grâce à un niveau placé sur cette ligne. L'angle pouvait être ainsi rectifié à l'aide d'une calle en bois placée sous la tête

De plus, la tête osseuse était centrée sur l'objectif de l'appareil photo au niveau de la soudure de l'os nasal et de l'os frontal, à l'aide d'un fil à plomb maintenu au centre de l'objectif de l'appareil photo (Figure 23).

Figure 23 : Placement de la tête osseuse à l'aide d'un niveau et d'un fil à plomb



Niveau



Manipulateur

Fil à plomb

Enfin, la ligne médiane frontale devait être parallèle à la tranche de la planche 2.

Nous avons recouvert les deux planches de papier mat autocollant bleu nuit afin d'obtenir un fond uniforme, pour une utilisation plus commode des photographies avec le logiciel Photoshop que nous avons utilisé par la suite pour réaliser nos mesures.

Un spot a été placé au dessus des têtes afin d'obtenir une lumière forte et uniforme. Les clichés ont été pris en mode macro de l'appareil photo, et en retardateur afin de minimiser le flou de toucher lors de la prise. Toutes les têtes osseuses ont été identifiées par leur code, au marqueur noir, afin que les marques soient visibles sur les différents clichés photographiques.

## **1.4 Mesures des angles de déviation**

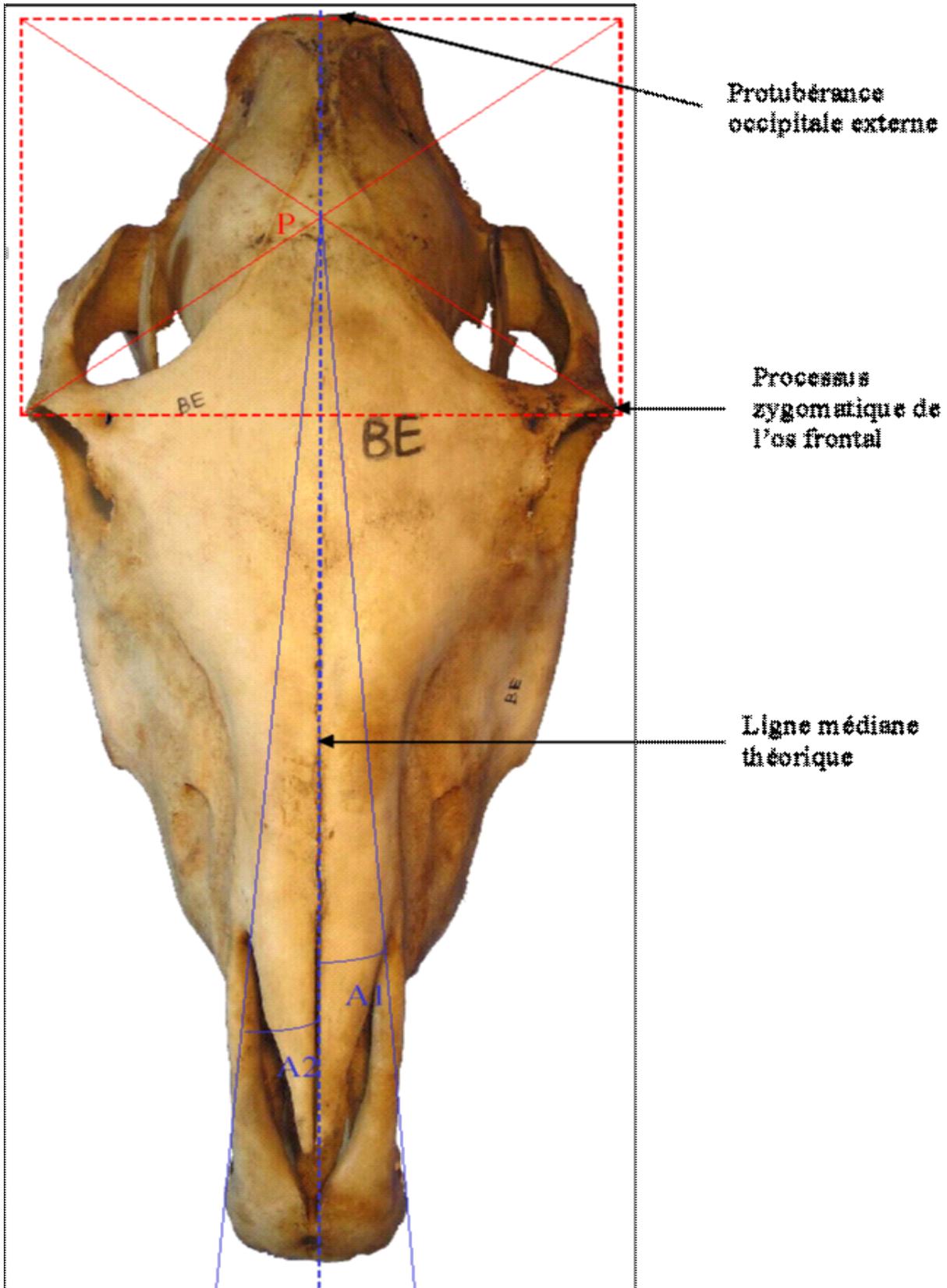
### **1.4.1 Vue frontale de la tête osseuse**

Pour placer la photo dans l'axe de l'écran, notre hypothèse de base a été que la ligne tangente aux deux orbites est perpendiculaire à la ligne médiane. Ainsi, en traçant cette droite, et en mesurant son angle de déviation par rapport à  $90^\circ$ , la photo peut être axée.

Afin de tracer la ligne médiane théorique nous avons tracé un rectangle passant par les deux processus zygomatique de l'os frontal et par la tangente à la protubérance occipitale externe. Puis, en traçant les deux diagonales de ce rectangle, nous obtenons un point central (P), par lequel passe la ligne médiane théorique. Pour la tracer, la photo ayant été axée par rapport à l'écran, il suffit de tracer une droite passant par ce point et étant parallèle aux côtés du rectangle passant par les processus zygomatiques (Figure 24).

La mesure des angles de déviation par rapport à la ligne médiane se fait en traçant deux droites, passant par le point P et par les tangentes des bords latéraux du corps de l'os incisif. Ainsi nous obtenons deux angles A1 et A2.

Figure 24 : Vue dorsale d'une tête osseuse. Protocole de mesure des angles A1 et A2



### 1.4.2 Vue frontale de la mâchoire inférieure, sans la mâchoire supérieure

Notre hypothèse de départ pour placer la photo dans l'axe de l'écran s'est basée sur le fait que la ligne formée par les tangentes aux parties frontales des deux processus condyliques est perpendiculaire au plan médian. Ainsi, en traçant cette droite, et en mesurant son angle de déviation par rapport à  $90^\circ$ , la photo peut être axée.

Afin de tracer la ligne médiane théorique, nous avons tracé un rectangle englobant les deux processus condyliques de la mandibule. Puis, en traçant les deux diagonales de ce rectangle, nous avons obtenu un point central (P), par lequel passe la ligne médiane théorique. Pour la tracer, la photo ayant été axée par rapport à l'écran, il suffit de tracer une droite passant par ce point et étant parallèle aux côtés latéraux du rectangle.

La mesure des angles de déviation de la mandibule par rapport au plan médian s'est basée sur deux points : le point P et le point Q, placé à l'intersection de la ligne médiane théorique et de la zone de dédoublement des deux branches de la mandibule. Les angles C1 et C2 sont obtenus en traçant deux droites passant par le point P et les tangentes aux deux bords latéraux de l'arcade incisive. Les angles E1 et E2 sont obtenus par le tracé de deux droites passant par le point Q et les tangentes aux deux bords latéraux de l'arcade incisive (Figure 25).

Nous avons également étudié le parallélisme des arcades molaires droite et gauche des mandibules. Pour cela, nous avons mesurés les angles de déviation des droites passant par les tangentes des deux extrémités des arcades (PM I et MII ou MIII si elle est présente) par rapport à  $90^\circ$  ; nous obtenons deux angles supplémentaires G1 et G2 (Figure 26).

La déviation du plan médian réel par rapport au plan médian théorique a également été mesurée, en considérant que le plan médian réel était la droite passant par le milieu des deux pinces et le milieu de la surface génienne.

Figure 25 : Vue dorsale des mandibules. Mesure des angles C1, C2, E1 et E2

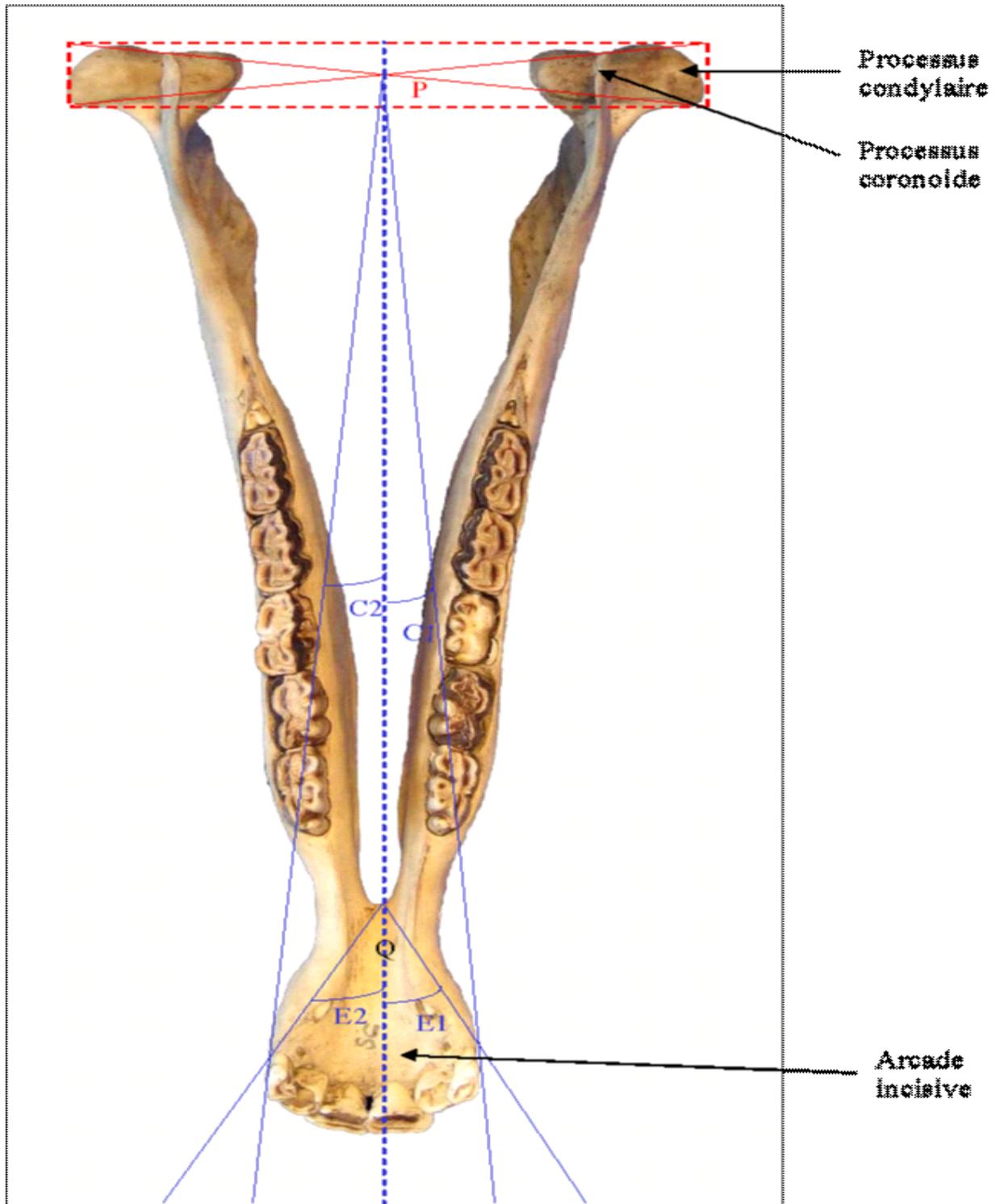
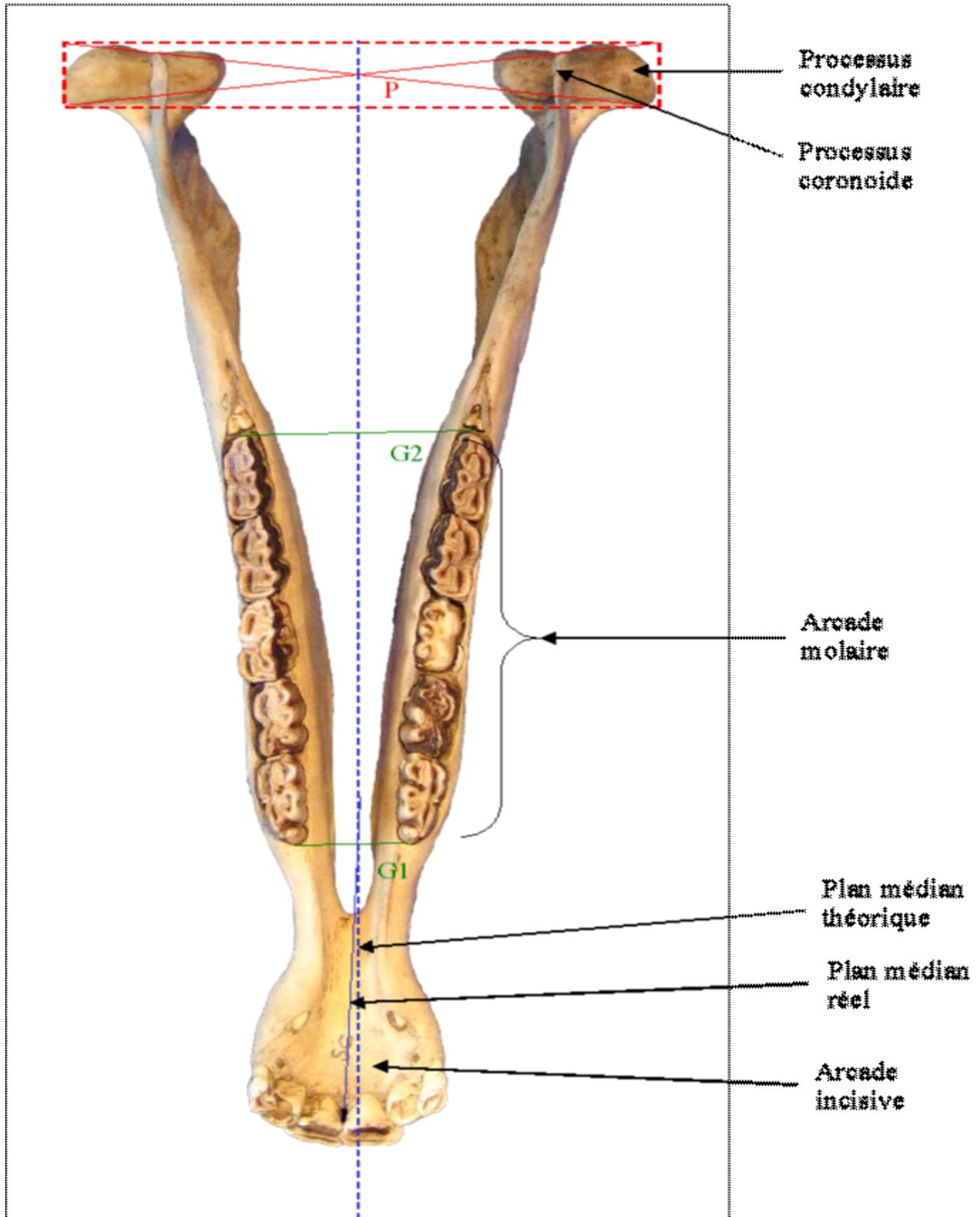


Figure 26 : Vue dorsale des mandibules. Mesure des angles G1 et G2



### 1.4.3 Vue ventrale de la mâchoire supérieure, sans la mâchoire inférieure

Notre hypothèse de départ pour placer la photo dans l'axe de l'écran s'est basée sur le fait que la ligne formée par les tangentes aux parties les plus frontales des deux fosses temporales est perpendiculaire au plan médian. Ainsi, en traçant cette droite, et en mesurant son angle de déviation par rapport à  $90^\circ$ , la photo peut être axée.

Afin de tracer la ligne médiane théorique nous avons tracé un rectangle englobant les condyles du temporal et passant par la ligne tracée auparavant. Puis, en traçant les deux diagonales de ce rectangle, nous avons obtenu un point central (P), par lequel passe la ligne médiane théorique. Pour la tracer, la photo ayant été axée par rapport à l'écran, il suffit de tracer une droite passant par ce point et étant parallèle aux côtés latéraux du rectangle.

La mesure des angles de déviation de la mâchoire supérieure par rapport au plan médian s'est basée sur deux points. Le point R, formé par l'intersection de la protubérance occipitale externe et la ligne médiane théorique tracée auparavant. Le point Q est placé sur la suture palatine médiane, au point de rencontre de l'apophyse palatine du maxillaire et de l'incisif. Les angles I1 et I2 sont obtenus en traçant deux droites passant par le point Q et les tangentes aux deux bords latéraux de l'arcade incisive. Les angles K1 et K2 sont obtenus par le tracé de deux droites passant par le point R et les tangentes aux deux bords latéraux de l'arcade incisive (figure 27).

Nous avons également étudié le parallélisme des arcades molaires droite et gauche de la mâchoire supérieure. Pour cela, nous avons mesurés les angles de déviation des droites passant par les tangentes des deux extrémités des arcades (PM I et MII ou MIII si elle est présente) par rapport à  $90^\circ$  ; nous obtenons deux angles supplémentaires M1 et M2 (figure 28).

La déviation du plan médian réel par rapport au plan médian théorique a également été mesurée, en considérant que le plan médian réel était la droite passant par le milieu de la protubérance externe (tubérosité cervicale) et la suture palatine médiane.

Figure 27 : Vue ventrale du maxillaire. Mesure des angles I1, I2, K1 et K2

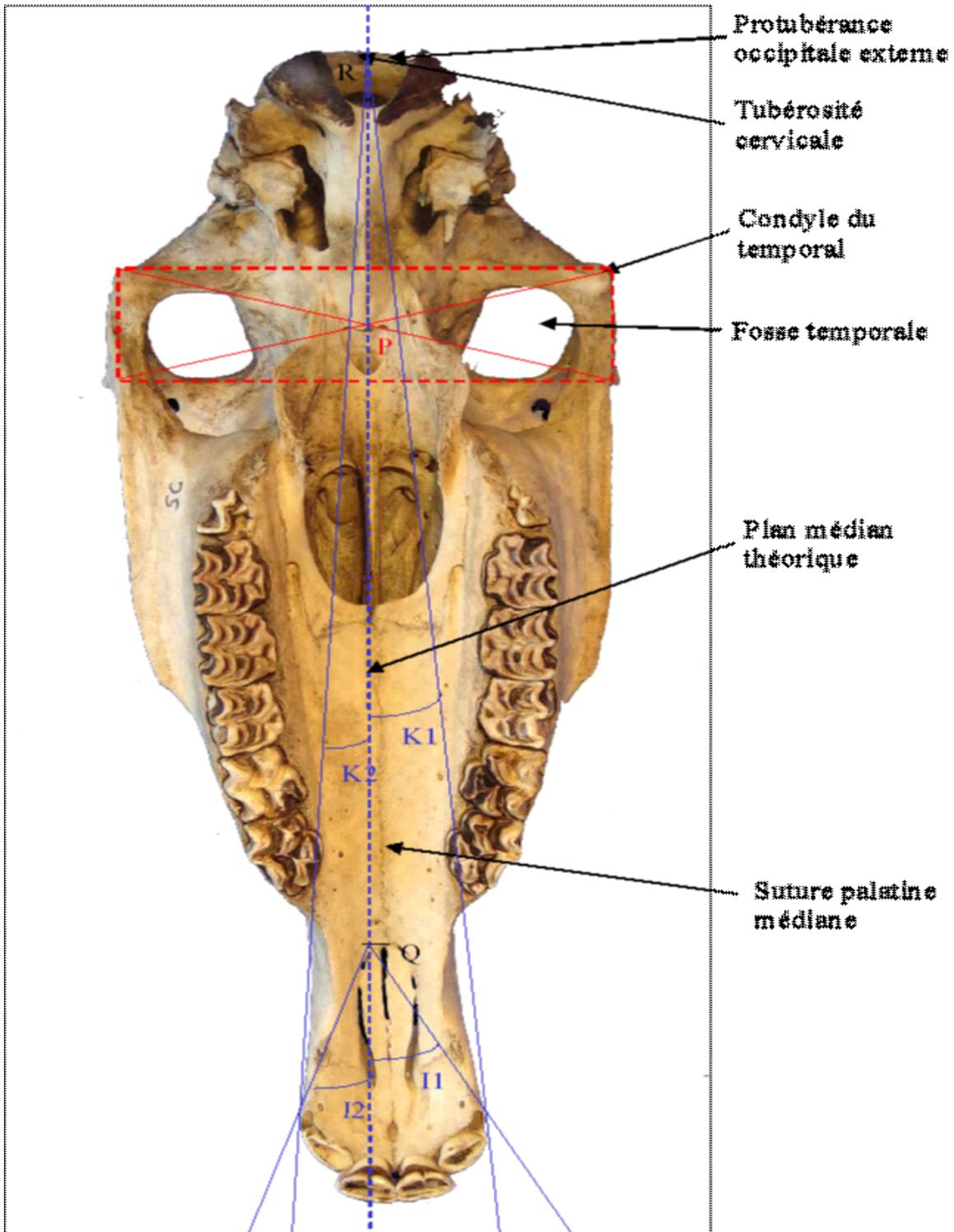
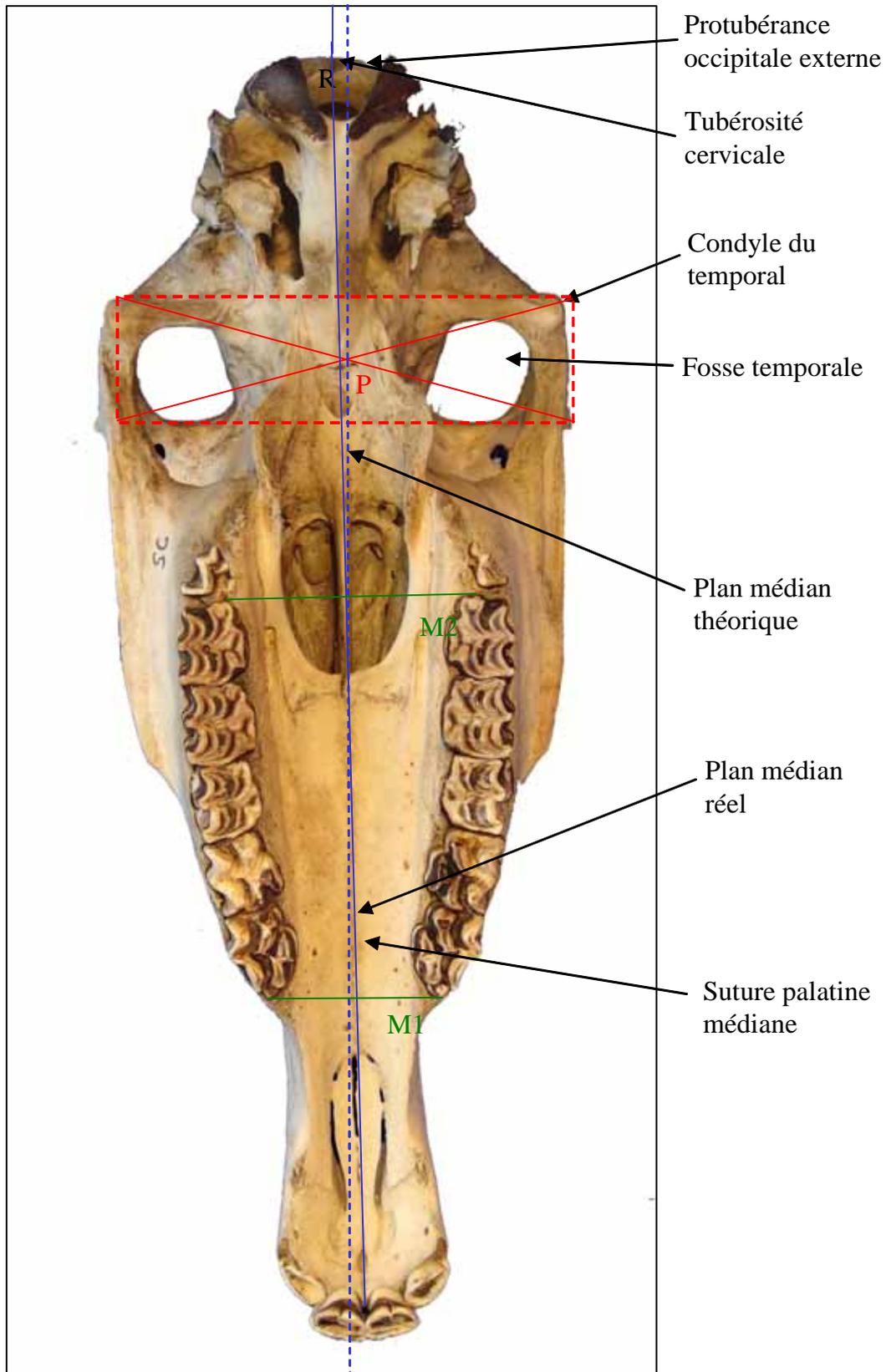


Figure 28 : Vue ventrale du maxillaire. Mesure des angles M1 et M2



## 2 Résultats

### 2.1 Etude descriptive de la dentition et de la mâchoire

Cette étude a pour but de rendre compte de notre observation détaillée des têtes osseuses. En effet, l'association TAKH souhaitait disposer d'une base de données permettant une exploitation optimale du matériel conservé. L'objectif de ce travail est de confronter nos observations aux références trouvées dans la bibliographie. Il s'agit notamment de réaliser une description générale de la dentition, et de la mâchoire, et de relever les anomalies éventuelles. Nous estimons ensuite l'âge des chevaux selon la méthode décrite précédemment et nous comparons l'âge évalué et l'âge réel afin de mettre en évidence d'éventuelles anomalies d'usure ou de conformation.

#### 2.1.1. Bubo, mâle de 3 ans et demi

Bubo possède 38 dents, sa formule dentaire est: I 2/3 C 1/1 PM 3/3 M 3/3

Les incisives sont au nombre de 10 : 2 pinces et 2 mitoyennes par mâchoire et 2 coins sur la mâchoire inférieure. En effet, sur la mâchoire supérieure, les coins déciduaux sont absents et les définitifs ne sont pas encore sortis (Figure 29).

Les pinces supérieures et inférieures présentent une table dentaire ovalaire. Au centre, on peut observer le cornet dentaire externe. La dentine primaire est visible sur le bord vestibulaire.

Les mitoyennes supérieures et inférieures ont une table dentaire ovalaire. Au centre, le cornet dentaire externe est présent. L'émail est en continuité. La dentine primaire n'est pas encore apparente. Au niveau de la mâchoire supérieure, l'incisive mitoyenne droite définitive a son extrémité occlusale recouverte par la mitoyenne déciduale. On la distingue de la dent définitive par sa longueur peu importante, et la présence d'un collet délimitant de part et d'autre la racine et la couronne de la dent.

Les coins supérieurs sont absents. Les coins inférieurs sont des coins déciduaux

L'arcade incisive décrit un arc de cercle bien rond que l'on peut qualifier d'« anse de panier ». Les incisives sont parallèles. L'affrontement des deux arcades est dit en « mors de tricoises ». Sur la vue latérale de l'arc incisif, on peut distinguer un léger décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et inférieure. La mâchoire supérieure est un peu plus avancée que l'inférieure.

Les canines de la mâchoire supérieure ne sont pas visibles dans leur diastème. Celles de la mâchoire inférieure sont présentes mais elles ne sont pas sorties.

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires. Au niveau de la mâchoire supérieure et de la mâchoire inférieure, les quatrièmes prémolaires définitives sont en train de sortir car leur extrémité occlusale n'est pas encore à la hauteur de celles des autres prémolaires. Les dernières molaires de remplacement commencent tout juste à faire saillie.

Les pinces et les mitoyennes définitives sont sorties. Mais, nous avons remarqué que la mitoyenne supérieure droite était encore recouverte par la dent déciduale, par conséquent l'éruption des mitoyennes est récente. Nous avons vu que la sortie des pinces se faisait vers 2 ans – 2 ans ½ et celle des mitoyennes vers 3 ans – 3 ans ½. Les coins définitifs ne sont pas encore sortis, or le plus souvent leur éruption se fait entre 4 ans et 4 ans ½.

Les incisives ne sont pas rasées. Seules les pinces présentent un début d'usure. Les mitoyennes ne sont pas encore au contact.

Les incisives permanentes inférieures ont une forme bien ovalaire. L'arc incisif en forme d' « anse de panier » et l'affrontement des incisives en « mors de tricoise » confirme le jeune âge de Bubo.

Ces critères permettent d'évaluer l'âge de Bubo à 3 ans ½ - 4 ans, ce qui correspond à son âge réel.

Figure 29 : BUBO



Vue frontale de la tête osseuse



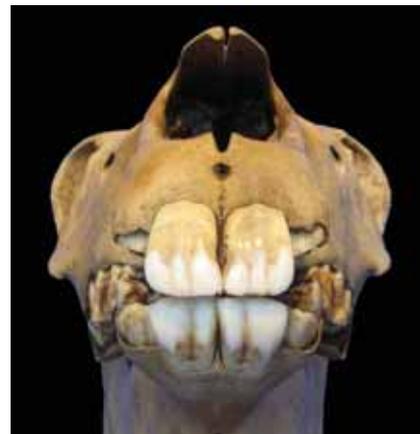
Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.2 Belinda, femelle de 10 ans

Belinda possède 36 dents, sa formule dentaire est: I 3/3 C 0/0 PM 3/3 M 3/3

Les pinces supérieures et inférieures présentent une table dentaire ronde (Figure 30) ; en effet, le bord lingual dessine un arc de cercle. Les mitoyennes et les coins ont une table ovale. Les incisives supérieures et inférieures sont rasées car l'usure a atteint le cément qui comble la cavité du cornet dentaire. Par ailleurs, les pinces inférieures sont à un stade d'usure plus avancé car on peut observer l'apparition d'une ligne sombre de dentine secondaire près du bord vestibulaire, l'étoile radicale.

L'arcade incisive décrit un arc de cercle un peu aplati que l'on peut qualifier d'« anse de panier surbaissée ». Les incisives sont parallèles. L'affrontement des deux arcades est dit en « ogive ».

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires. Sur les profils droit et gauche du crâne entier, on peut observer une anomalie d'usure des arcades molaires. En effet, l'arcade molaire supérieure présente une table dentaire ondulée sur toute sa longueur.

Toutes les dents de Belinda sont des dents définitives. Il s'agit donc d'une jument de plus de 5 ans.

Les incisives sont rasées. L'étoile radicale est présente sur les pinces inférieures. Selon les auteurs, le rasement des incisives a lieu vers l'âge de 8 ans. A cette période, On observe aussi la présence de l'étoile radicale sur les pinces.

Les pinces sont bien rondes. Sur les pinces inférieures, le cornet dentaire rasé a une forme triangulaire. Ces signes apparaissent communément vers 9-10 ans.

L'arc incisif en forme d' « anse de panier surbaissée » et l'affrontement des incisives en « ogive » orientent aussi l'évaluation de l'âge. On retrouve le plus souvent ce type d'arcades incisives chez des chevaux de 9 à 12 ans.

Sur la vue latérale de l'arc incisif, on peut distinguer un décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et inférieure.

D'après l'examen de la dentition de Belinda, on pourrait estimer son âge à 9 ou 10 ans, ce qui correspond à son âge réel.

Figure 30: BELINDA



Vue frontale de la tête  
osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.3 Célès, femelle de 6 ans

Célès possède 36 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/0 PM 3/3 M 3/3

Les incisives supérieures et inférieures présentent une table dentaire de forme ovale (Figure 31). Les pinces inférieures sont rasées. Le cornet dentaire externe existe encore au centre des autres incisives. Les coins supérieurs et inférieurs présentent un début d'usure au niveau de leur bord vestibulaire.

L'arcade incisive décrit un arc de cercle un peu aplati que l'on peut qualifier d'« anse de panier surbaissée ». Les incisives sont parallèles. Cependant on constate une anomalie d'usure marquée. En effet, il y a d'importantes irrégularités dans la longueur des extrémités libres des incisives. Les incisives supérieures gauche sont plus longues que les incisives inférieures correspondantes, et inversement à droite où les supérieures sont plus courtes que les inférieures correspondantes. Ce défaut d'usure est appelé usure de travers. Cela pourrait s'expliquer par le fait que Célès présente une déviation de la mâchoire supérieure et inférieure vers le côté droit. L'affrontement des deux arcades est dit en « ogive ».

Célès n'a pas de canines.

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires. Sur les profils droit et gauche du crâne entier, on peut observer une anomalie d'usure des arcades molaires. En effet, l'arcade molaire supérieure présente une table dentaire ondulée sur toute sa longueur. Cette anomalie d'usure est très marquée à droite où l'on peut observer par exemple que la deuxième prémolaire supérieure est nettement plus longue, plus volumineuse et moins usée que les autres prémolaires. Les prémolaires supérieures droites sont espacées les unes des autres de quelques millimètres, ce qui n'est pas le cas à gauche.

Toutes les dents de Célès sont des dents définitives. Il s'agit donc d'une jument de plus de 5 ans.

Les pinces inférieures sont rasées. Selon les auteurs, le rasement des pinces a lieu vers l'âge de 6 ans. Les coins sont usés sur leur bord vestibulaire. Cette usure se produit vers 5 ans – 5 ans et demi.

L'arc incisif en forme d' « anse de panier surbaissée » et l'affrontement des incisives en « ogive » auraient tendance à vieillir cette jument mais ce sont des signes moins fiables que la lecture des tables dentaires des incisives.

D'après l'examen de la dentition de Célès, on pourrait estimer son âge à 5 ans $\frac{1}{2}$  - 6 ans.

Figure 31 : CELES



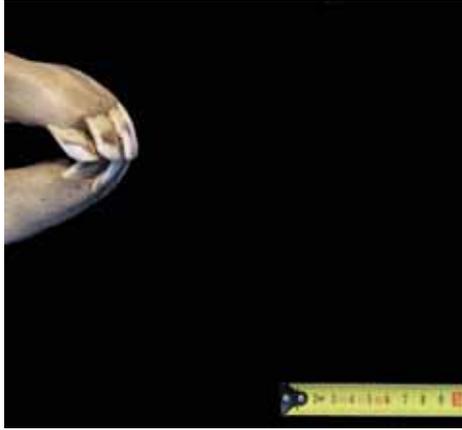
Vue frontale de la tête  
osseuse



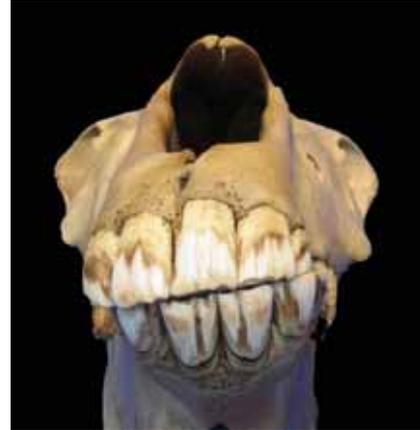
Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

#### 2.1.4 Echo, mâle de 2 ans

Echo possède 32 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/0 PM 3/3 M 2/2

Les 12 dents incisives d'Echo sont des dents déciduales. On les distingue bien des dents incisives permanentes par leur face vestibulaire finement striée, et le très net collet, un rétrécissement accentué marquant la limite entre la couronne et la racine de la dent (Figure 32).

La table dentaire est de forme elliptique. Les pinces supérieures et inférieures sont rasées car au centre, le cornet dentaire externe a disparu. Une usure des mitoyennes est observable mais elles ne sont pas encore rasées. La dent mitoyenne supérieure droite présente une anomalie d'implantation. En effet, cette dent semble avoir subi une rotation selon l'axe vertical ; il s'agit d'une version. La table dentaire des coins n'est pas usée car les coins inférieurs ne sont pas encore au contact des supérieurs.

L'arcade incisive décrit un arc de cercle bien rond que l'on peut qualifier d'« anse de panier ». De face, les incisives sont parallèles. L'affrontement des deux arcades est dit en « mors de tricoises ».

Echo ne possède pas de canine.

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et deux molaires. Les prémolaires supérieures et inférieures sont des dents déciduales. On remarque par ailleurs que les deuxièmes molaires ne sont pas encore usées car étant encore en phase d'éruption, elles ne sont pas au contact. Les troisièmes molaires ne sont pas encore sorties mais elles sont néanmoins visibles.

Echo présente une légère asymétrie du maxillaire dans sa partie distale, visible surtout sur la face ventrale de la partie supérieure de la tête osseuse. Le côté droit semble moins volumineux que le côté gauche.

Aucune dent incisive permanente n'est encore sortie. Or, les premières dents incisives qui sortent sont les pinces vers l'âge de 2 ans ½. De plus, les pinces déciduales sont rasées, ce que l'on observe en général vers 1 an. Les mitoyennes présentent un début d'usure mais ne sont pas rasées. Le rasement des mitoyennes a souvent lieu entre 18 mois et 2 ans. Les molaires sortent entre 2 et 4 ans.

Ces critères permettent d'évaluer l'âge d'Echo à 2 ans, ce qui correspond tout à fait à son âge réel.

Figure 32 : ECHO



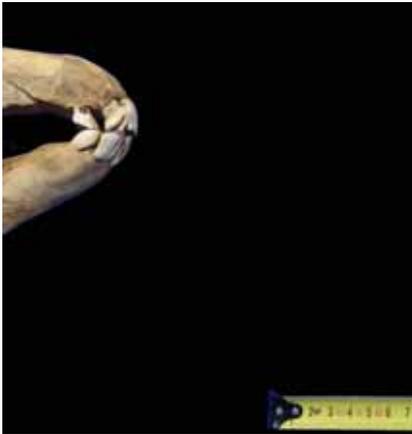
Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale des maxillaires



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.5 Ellen, femelle de 13 ans

Ellen possède 36 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/0 PM 3/3 M 3/3

Au niveau des incisives supérieures, on observe que les pinces et les mitoyennes sont rasées. Le cornet dentaire externe remplacé par le ciment se trouve sur le bord postérieur de la table dentaire et l'étoile radicale apparaît sur le bord antérieur. Les pinces supérieures présentent une table dentaire de forme triangulaire ; les mitoyennes et les coins ont une forme ronde. On remarque la présence de queues d'aronde au niveau des coins supérieurs (Figure 33).

Les incisives inférieures sont rasées. L'étoile radicale des pinces se situe au centre de la table dentaire. Les pinces et les mitoyennes ont une table dentaire triangulaire ; les coins ont une table ronde.

L'arcade incisive décrit un arc de cercle un peu aplati que l'on peut qualifier d'« anse de panier surbaissée ». Les incisives sont parallèles. Cependant on constate une légère anomalie d'usure. En effet, il y a des irrégularités dans l'usure des extrémités libres des pinces supérieures. L'extrémité libre de ces dents, au lieu d'apparaître rectiligne, présente un bord concave.

L'affrontement des deux arcades est dit en « ogive ».

Aucune dent canine n'est observée.

Chaque demi mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires. Sur le profil droit, on peut observer une anomalie d'usure au niveau de la 3<sup>ème</sup> prémolaires supérieure. En effet, celle-ci présentent une extrémité libre beaucoup plus longue que les autres prémolaires.

Ellen présente une très légère déviation du maxillaire dans sa partie distale vers le côté gauche, visible surtout sur la vue frontale.

Toutes les dents d'Ellen sont des dents définitives. Il s'agit donc d'une jument de plus de 5 ans. Les incisives inférieures et, les mitoyennes et les coins supérieurs sont rasés. Selon les auteurs, le rasement des incisives inférieures survient vers 8 ans ; puis ce sont le rasement des pinces supérieures, vers 9 ans et celui des mitoyennes supérieures, vers 10 ans. L'âge d'Ellen est donc estimé à plus de 10 ans.

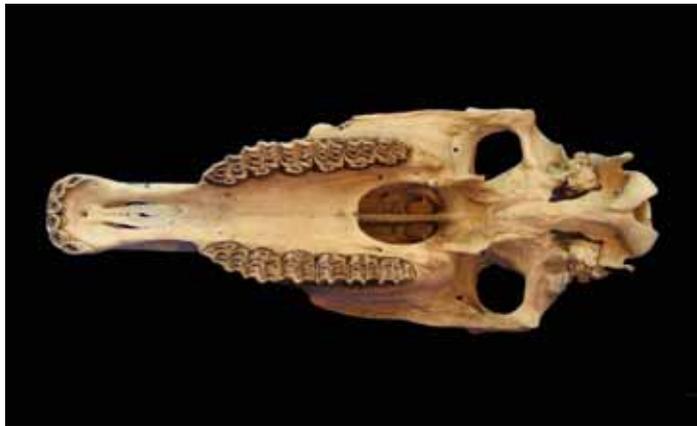
L'arc incisif en forme d' « anse de panier surbaissée » et l'affrontement des incisives en « ogive » confirme l'estimation de l'âge de cette jument. La queue d'aronde sur les coins supérieurs entre 7 et 12 ans.

D'après l'examen de la dentition d'Ellen, on pourrait estimer son âge à 10 ou 11 ans.

Figure 33 : ELLEN



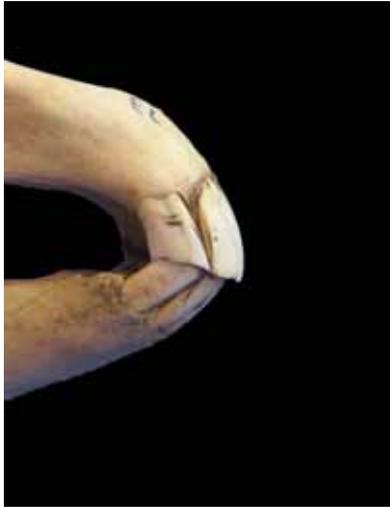
Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.6 Emberiza, femelle de 4 ans

Emberiza possède 34 dents, sa formule dentaire est: I 2/3 C 0/0 PM 3/3 M 3/3

Les incisives sont au nombre de 10 : 2 pinces et 2 mitoyennes par mâchoire et 2 coins sur la mâchoire inférieure. En effet, sur la mâchoire supérieure, les coins déciduaux sont absents et les définitifs sont en éruption (Figure 34).

Les pinces et les mitoyennes des deux mâchoires sont des dents adultes. Les pinces supérieures et inférieures sont arrivées à table. Les mitoyennes ne sont pas encore au contact. Les mitoyennes supérieures montrent un début d'usure tandis que les inférieures sont vierges.

Les coins supérieurs sont absents. On peut voir le coin supérieur droit définitif, au début de son éruption. Les coins inférieurs ont un collet ; il s'agit de dents déciduales. Les tables dentaires des incisives sont de forme ovale.

L'arcade incisive décrit un arc de cercle bien rond que l'on peut qualifier d'« anse de panier ». Les pinces supérieures sont inclinées sur la gauche. Les incisives inférieures sont divergentes. L'affrontement des deux arcades est dit en « mors de tricoises ». Le maxillaire est un peu plus long que la mandibule.

Emberiza n'a pas de canines.

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires. Au niveau de la mâchoire supérieure et de la mâchoire inférieure, les quatrièmes prémolaires définitives sont en train de sortir car leur extrémité occlusale n'est pas encore à la hauteur de celles des autres prémolaires et leurs tables dentaires ne sont pas usées. Les dernières molaires de remplacement sont à peine visibles ; elles débutent tout juste leur éruption.

Emberiza présente une légère déviation du maxillaire dans sa partie distale vers le côté gauche, visible surtout sur la vue frontale, entraînant un chevauchement de la pince supérieure droite avec la pince supérieure gauche.

Les pinces et les mitoyennes définitives sont sorties. L'éruption des pinces a lieu vers 2 ans – 2 ans ½ et celle des mitoyennes vers 3 ans – 3 ans ½. Les coins définitifs ne sont pas encore sortis, or le plus souvent leur éruption se fait entre 4 ans et 4 ans ½.

Les incisives ne sont pas rasées. Seules les pinces présentent un début d'usure. Les mitoyennes ne sont pas encore au contact.

Les incisives permanentes inférieures ont une forme bien ovalaire. L'arc incisif en forme d'« anse de panier » et l'affrontement des incisives en « mors de tricoise » confirment l'estimation de l'âge d'Emberiza.

Ces critères permettent d'évaluer l'âge d'Emberiza à 3 ans ½ - 4 ans, ce qui correspond à son âge réel.

Figure 34 : EMBERIZA



Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.7 Malek, mâle de 11 ans

Malek possède 40 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 1/1 PM 3/3 M 3/3.

Les incisives inférieures présentent une table dentaire ronde ; en effet, le bord lingual dessine un arc de cercle. Les pinces et les mitoyennes inférieures sont à un stade d'usure avancé car l'usure a atteint le fond de l'infundibulum. Les coins inférieurs ont une étoile radicale. Les incisives supérieures ont une table ovale. Elles ne sont pas encore rasées car la cavité du cornet dentaire est encore bien visible. Elles sont à un stade d'usure avancé car on peut observer l'apparition d'une ligne sombre de dentine secondaire près du bord vestibulaire, l'étoile radicale (Figure 35).

L'arcade incisive décrit un arc de cercle aplati qui tend à être rectiligne au niveau de l'arcade inférieure. L'arcade supérieure a une belle courbure en anse de panier. Sur la vue latérale de l'arc incisif, on peut observer un décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et inférieure. La mâchoire supérieure est un peu plus en avant par rapport à la mâchoire inférieure. Sur la vue de face de l'arcade incisive, on voit nettement que les incisives présentent une anomalie d'usure qu'on appelle usure de travers. Les extrémités libres des pinces, mitoyennes et coins supérieurs gauche sont beaucoup plus longue que leur homologue du côté droit. De plus, les dents sont inclinées de leur racine à leur extrémité libre vers la droite de l'animal. La mitoyenne et la pince supérieure droite, et la pince supérieure gauche ont une extrémité libre usée en biseau.

Malek possède quatre canines, deux à chaque mâchoire.

Chaque demi-mâchoire contient trois prémolaires et trois molaires.

Toutes les dents de Malek sont des dents définitives. Il s'agit donc d'un mâle de plus de 5 ans. Les incisives inférieures sont en cours de rasement. L'étoile radicale est présente sur les pinces et les mitoyennes inférieures. Selon les auteurs, le rasement des incisives a lieu vers l'âge de 8 ans. A cette période, On observe aussi la présence de l'étoile radicale sur les pinces. La table dentaire est ovale. Les incisives supérieures sont en phase de nivellement ce qui survient normalement vers l'âge de 13 ans. La table dentaire est ronde.

La forme et la correspondance de l'arc incisif sont modifiées par une déviation de la mâchoire supérieure vers le côté droit. La mâchoire inférieure est asymétrique. Les critères concernant l'arc incisif sont donc difficilement interprétables.

D'après l'examen de la dentition de Malek, il est difficile d'estimer son âge en raison d'une grande disparité entre l'usure des tables dentaires des incisives inférieures et celle des tables dentaires des incisives supérieures. On peut simplement dire que l'animal a probablement entre 8 et 13 ans.

Figure 35 : MALEK



Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.8 Orion, mâle de 5 ans

Orion possède 40 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 1/1 PM 3/3 M 3/3.

Toutes les incisives sont des dents permanentes.

Les pinces supérieures et inférieures ont des tables dentaires ovales et sont rasées (il n'y a pas de cavité dans l'infundibulum). Les mitoyennes supérieures sont au même état d'usure. Les autres incisives, c'est-à-dire les mitoyennes inférieures, ainsi que les coins des deux mâchoires, sont seulement au stade II, autrement dit, elles sont en contact deux par deux, mais la dent est intacte (pas encore usée).

La correspondance des deux arcades est en mors de tricoises. Les dents sont orientées parallèlement entre elles, et la forme de l'arcade est en forme d'anse de panier surbaissé (Figure 36).

Les canines inférieures et supérieures sont présentes.

L'ensemble des molaires et des prémolaires sont des dents permanentes. Il n'y a pas de dent de loup.

Le profil des arcades molaires est relativement régulier.

Orion présente une déviation du maxillaire dans sa partie distale vers le côté gauche, visible surtout sur la vue ventrale sans mandibules.

Toutes les dents sont permanentes. La dentition est donc définitive.

Les incisives ne sont pas rasées. Seules les pinces présentent un début d'usure. Les mitoyennes et les coins sont tous juste au contact.

La correspondance des deux arcades est en mors de tricoises. Les dents sont orientées parallèlement entre elles, et la forme de l'arcade est en forme d'anse de panier surbaissé.

D'après l'éruption des dents, Orion est un cheval adulte avec une dentition définitive complète, donc d'environ 5 ans. L'étude des tables dentaires nous confirme que ce cheval est relativement jeune puisque l'usure des tables est très peu marquée

Figure 36 : ORION



Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.9 Panicaut, mâle de 3 ans

Panicaut possède 36 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/0 PM 3/3 M 3/2.

Seules les pinces sont des dents permanentes. En effet, les mitoyennes et les coins déciduales.

Les pinces adultes sont au contact. Les incisives déciduales sont toutes rasées.

La correspondance des deux arcades est en mors de tricoises, les dents sont orientées plus ou moins parallèlement les unes aux autres, et la forme de l'arcade est en anse de panier (Figure 37).

Les canines inférieures et supérieures sont en éruption.

Les premières prémolaires sont absentes. Les prémolaires II et III inférieures et supérieures sont des dents permanentes (la PM III supérieures gauche est double, puisque la dent de lait n'est pas encore tombée). Les dernières prémolaires sont doubles (éruption de la dent permanente sous la dent de lait, qui n'est pas encore tombée), sauf l'inférieure gauche qui est encore déciduale.

Les molaires I et II inférieures et supérieures sont permanentes, les molaires III sont en éruption.

Les pinces sont permanentes, les mitoyennes et les coins sont déciduales. Les canines sont en éruption. Les pinces inférieures droite et gauche se chevauchent de manière anormale. En effet, la pince inférieure gauche est en avant de la droite qui est repoussée caudalement.

Les prémolaires II et III sont permanentes, les PM IV sont en éruption, sauf l'inférieure gauche qui est encore déciduale. Les molaires I et II sont permanentes, les molaires III sont en éruption.

Les pinces sont au contact, les dents de lait sont rasées.

La correspondance des deux arcades est en mors de tricoises, les dents sont orientées plus ou moins parallèlement les unes aux autres, et la forme de l'arcade est en anse de panier.

Les mitoyennes permanentes n'ayant pas fait leur éruption, on peut penser que Panicaut est âgé de moins de 3 ans et demi.

Une des PM IV inférieure n'étant pas encore en éruption, cela emmène à penser que le cheval a entre 40 et 44 mois. L'éruption des MIII va dans le même sens (cheval entre 40 et 50 mois).

La description des arcades incisives évoque un cheval jeune.

Tous ces critères nous laissent à penser que Panicaut est un cheval d'environ trois ans.

Figure 37 : PANICAUT



Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.10 Sain Bainou, femelle de 3 ans et demi

Sain Bainou possède 36 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/1 PM 3/3 M 3/2

Les deux pinces supérieures ont une table elliptique (stade III), on peut y voir l'émail central et périphérique. Les pinces inférieures sont légèrement moins usées (stade II).

La mitoyenne supérieure gauche est une dent de lait rasée, la droite est une dent définitive en éruption. Les mitoyennes inférieures sont en éruption et sont donc des dents permanentes non usées.

Le coin supérieur droit est en éruption, le coin supérieur gauche est déciduel, non rasé. Les coins inférieurs sont des dents de lait rasées.

La correspondance des arcades est en mors de tricoises, l'orientation des dents est convergente, la forme de l'arcade en anse de panier. Sur la vue latérale de l'arc incisif, on peut distinguer un léger décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et inférieure. La mâchoire supérieure est un peu plus avancée que l'inférieure (Figure 38).

Les canines supérieures sont absentes. Les canines inférieures sont présentes mais atrophiées.

Au niveau de la mâchoire supérieure, les premières prémolaires sont absentes, les PMII sont permanentes, la PMIII droite est permanente, alors qu'à gauche, la dent est en éruption mais la dent de lait n'est pas encore tombée. Les PMIV droite et gauche sont doubles (permanente en éruption et dent de lait pas encore tombée). Les molaires I et II sont adultes, les MIII adultes sont en éruption.

Au niveau de la mâchoire inférieure, les premières prémolaires sont absentes, PM II, III et IV sont permanentes. Les molaires I et II le sont également, les molaires III adultes sont en éruption.

L'arcade molaire est difficile à décrire puisque la dentition n'est pas permanente. En effet, certaines dents sont en éruption et faussent donc le profil de l'arcade. De plus, le bord inférieur de la mandibule est déformé par les racines des prémolaires et molaires.

Sain Bainou a une denture mixte. Il s'agit donc d'une jument de 3 à 5 ans. Les mitoyennes sont en éruption, ainsi qu'un des coins supérieurs.

Les pinces permanentes sont en contact, mais ne sont pas usées. Les mitoyennes sont en éruption, pas encore en contact. Les coins inférieurs déciduaux sont rasés.

La correspondance des arcades incisives en mors de tricoises et la forme des arcades en anse de panier nous orientent vers une jeune jument, même si l'orientation des dents (convergentes) tend à revoir à la hausse cette estimation.

D'après l'examen de la dentition de Sain Bainou, on pourrait estimer son âge à environ 3 ans et demi, ce qui correspond à son âge réel.

Figure 38 : SAIN BAINOU



Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.11 Scops, mâle de 4 ans

Scops possède 40 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 1/1 PM 3/3 M 3/3.

Les pinces et mitoyennes inférieures et supérieures sont des dents permanentes. Les coins inférieurs sont déciduaux, les supérieurs sont des dents permanentes en éruption (Figure 39).

La correspondance des arcades incisives n'est pas complète. En effet, les deux arcades sont décalées (0.8 cm au niveau des pinces) et le profil est donc faussé. En effet sur la vue latérale de l'arc incisif, on peut observer un léger décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et inférieure. La mâchoire supérieure est un peu plus avancée que l'inférieure. Les dents sont orientées de manières convergente entre elles. La forme de l'arcade est en anse de panier.

Les canines inférieures et supérieures sont en éruption.

Les premières prémolaires inférieures et supérieures sont absentes.

Au niveau de la mâchoire supérieure, les prémolaires II et III sont permanentes, les PMIV sont doubles (dents de lait déciduales pas encore tombées alors que les dents permanentes sont en éruption). Les molaires I et II sont permanentes, la PMIV est une dent permanente en éruption.

Au niveau de la mâchoire inférieure, les prémolaires II et III sont permanentes, la PMIV droite est double (dent de lait déciduale pas encore tombée alors que la dent permanente est en éruption). Les PMIV sont des dents permanentes en éruption.

Du fait d'une denture pas encore complètement permanente, et avec des dents en éruption, le profil des arcades molaires est faussé.

Les pinces et mitoyennes sont des dents permanentes, les coins inférieurs sont encore déciduaux tandis que les supérieurs sont en éruption. Les coins supérieurs sont en éruption, stade décrit à 4 ans d'âge. Les prémolaires II et III ainsi que les molaires I et II sont des dents permanentes. Les prémolaires IV et les molaires III sont en éruption, ce qui est décrit sur des chevaux de 45 mois d'âge environ.

Les pinces sont permanentes et en contact, phénomène décrit aux 3 ans d'âge. Les mitoyennes sont permanentes mais ne sont pas usées car pas encore en contact, stade décrit entre 3 ans et demi et quatre ans. Les coins supérieurs sont en éruption, les inférieurs sont des dents de lait rasées.

Les dents sont orientées de manières convergentes entre elles. La forme de l'arcade est en anse de panier.

Selon tous ces critères, l'âge estimé de Scops par rapport à ses dents est compris entre 3 ans et demi et 4 ans, ce qui correspond à son âge réel.

Figure 39 : SCOPS



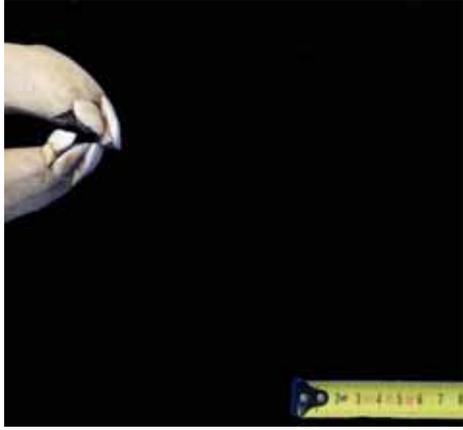
Vue frontale de la tête osseuse



Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

### 2.1.12 Sitelle, femelle de 1 an et demi

Sitelle possède 30 dents, sa formule dentaire est : I 3/3 C 0/0 PM 4/3 M 1/1

Toutes les incisives sont présentes et sont déciduales. Seules les pinces sont rasées.

La correspondance des arcades est en mors de tricoise et la forme des arcades en anse de panier. L'orientation des dents semble être parallèle pour les extrémités enchâssées des dents, et convergentes pour les extrémités libres. Sur la vue latérale de l'arc incisif, on peut distinguer un léger décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et inférieure. La mâchoire supérieure est un peu plus avancée que l'inférieure (Figure 40).

Les canines supérieures et inférieures sont absentes.

Sur la mâchoire supérieure, les premières prémolaires sont présentes (dents de loup) mais sont atrophiées. Les trois autres prémolaires sont présentes et sont des dents permanentes. Les premières molaires sont présentes, alors que les deuxièmes molaires commencent tout juste à apparaître et les troisièmes molaires ne sont pas encore sorties.

Sur la mâchoire inférieure, les premières prémolaires sont absentes, les autres sont déciduales. Les MI sont présentent, les MII commencent à peine leur éruption, et les MIII ne sont pas encore sorties.

L'arcade molaire est difficile à décrire puisque la dentition n'est pas permanente. En effet, certaines dents sont en éruption et faussent donc le profil de l'arcade.

Toutes les incisives sont présentes et sont déciduales. C'est une jument d'au moins 10 mois. Les molaires MIII commencent seulement leur éruption, ce qui nous permet d'estimer l'âge aux alentours de 20 mois. Les pinces et les mitoyennes inférieures ainsi que les pinces supérieures sont rasées, stade décrit vers 18 mois d'âge.

La correspondance des arcades est en mors de tricoise et la forme des arcades en anse de panier. L'orientation des dents semble être parallèle pour les extrémités enchâssées des dents, et convergentes pour les extrémités libres.

D'après l'examen de la dentition de Sitelle, on pourrait estimer son âge à environ 1 an ½ - 2 ans, ce qui correspond à son âge réel.

Figure 40 : SITELLE



Vue frontale de la tête osseuse



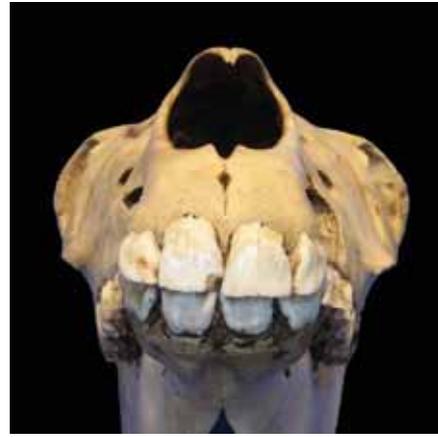
Vue ventrale du maxillaire



Vue frontale des mandibules



Vue latérale de l'arc incisif



Vue de face de l'arc incisif



Vue latérale droite



Vue latérale gauche

Cette étude descriptive nous permet de mettre en évidence un certain nombre d'anomalie dont le récapitulatif est exposé dans le tableau suivant (Tableau 2).

Tableau 2 : Récapitulatif des observations

|    | Affrontement normal |            | Usure normale |            | Symétrie apparente de la mâchoire | âge réel=âge évalué ? |
|----|---------------------|------------|---------------|------------|-----------------------------------|-----------------------|
|    | incisives           | molaires   | incisives     | molaires   |                                   |                       |
| BB | <b>non</b>          | oui        | oui           | oui        | oui                               | oui                   |
| BE | <b>non</b>          | oui        | oui           | <b>non</b> | oui                               | oui                   |
| CE | <b>non</b>          | <b>non</b> | <b>non</b>    | <b>non</b> | <b>non</b>                        | oui                   |
| EH | oui                 | oui        | oui           | oui        | <b>non</b>                        | oui                   |
| EL | oui                 | oui        | <b>non</b>    | <b>non</b> | <b>non</b>                        | <b>non</b>            |
| EM | <b>non</b>          | oui        | <b>non</b>    | oui        | <b>non</b>                        | oui                   |
| MA | oui                 | oui        | <b>non</b>    | oui        | <b>non</b>                        | oui                   |
| OR | oui                 | oui        | oui           | oui        | <b>non</b>                        | oui                   |
| PN | oui                 | oui        | oui           | oui        | oui                               | oui                   |
| SN | <b>non</b>          | oui        | oui           | oui        | oui                               | oui                   |
| SC | <b>non</b>          | oui        | oui           | oui        | oui                               | oui                   |
| SI | <b>non</b>          | oui        | oui           | oui        | oui                               | oui                   |

Ce tableau souligne la fréquence importante des anomalies d'affrontement et d'usure, notamment des incisives, dans la population de chevaux étudiée. On remarque aussi qu'il existe de nombreuses asymétries de la mâchoire.

La deuxième partie de notre étude expérimentale va nous permettre d'étudier plus particulièrement une des anomalies observée chez ces chevaux : la déviation latérale des mâchoires. L'objectif est de quantifier l'angle de cette déviation.

## 2.2 Etude des angles de déviation des mâchoires inférieure et supérieure

### 2.2.1 Résultats

L'ensemble des résultats obtenus suite à la prise de mesures sur les photos des têtes osseuses est récapitulé ci dessous. Le tableau 3 concerne tous les angles de déviation concernant les mâchoires inférieures et supérieures. Le tableau 4 concerne les angles de déviation du plan médian théorique par rapport au plan médian réel sur les différentes vues des têtes osseuses des chevaux.

Tableau 3: Angles (°) de déviation des mâchoires

|    | A1  | A2   | C1  | C2  | E1   | E2   | G1   | G2   | I1   | I2   | K1         | K2  | M1       | M2       |
|----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------------|-----|----------|----------|
| BB | 7,4 | 8,2  | 5,2 | 4,5 | 30,4 | 30,9 | 1,4  | 1,3  | 20,6 | 23   | 3,7        | 4,1 | -0,8     | <b>0</b> |
| BE | 7   | 7,8  | 3,9 | 5,4 | 27,6 | 29,6 | 1,9  | 1,1  | 25,3 | 27,4 | 3,8        | 4,1 | -1,4     | -0,6     |
| CE | 6,2 | 11,1 | 3,5 | 6,3 | 23,9 | 40,7 | -4,7 | 0,1  | 43,6 | 13,3 | 6,6        | 2   | -9,6     | -3,2     |
| EH | 6,8 | 7,6  | 4   | 5,3 | 28,9 | 36,4 | -2,3 | -1,8 | 23,3 | 23,7 | 3,9        | 4   | <b>0</b> | 0,4      |
| EL | 7,1 | 6,5  | 3,5 | 5,6 | 22,2 | 35   | -3,4 | -1,3 | 17,2 | 30,9 | 2,8        | 5,2 | -2       | 0,1      |
| EM | 9,3 | 6,1  | 5,2 | 4,4 | 32,4 | 30,2 | -2,7 | -0,3 | 24,1 | 30,4 | 3,2        | 4,7 | 0,6      | <b>0</b> |
| MA | 8,1 | 8,3  | 3,4 | 6   | 18,9 | 37,3 | -2,5 | -0,9 | 20,9 | 28,5 | 3,4        | 5,1 | 1,5      | -0,5     |
| OR | 6,8 | 8,7  | 5   | 5,1 | 31,6 | 32   | -2,2 | -1   | 21,2 | 36,2 | <b>3,8</b> | 4,1 | <b>0</b> | -0,6     |
| PN | 8,1 | 6,1  | 5,2 | 4   | 31,9 | 29,2 | -1,5 | -1   | 20   | 27,9 | 3          | 4,6 | -0,2     | -0,5     |
| SC | 5,2 | 10,1 | 4,1 | 5,3 | 24,9 | 30,9 | -0,4 | 0,4  | 32,2 | 14,2 | 5,7        | 2,4 | 0,9      | 2,1      |
| SI | 9,1 | 4,8  | 4,2 | 4,6 | 28,5 | 32   | -1,9 | -1,2 | 18   | 27,5 | 2,4        | 4,3 | <b>0</b> | 1,2      |
| SN | 9,2 | 7    | 4,8 | 4,6 | 29,2 | 27,9 | 0,9  | -1   | 22,6 | 23,2 | 3,7        | 4,2 | -2,3     | <b>0</b> |

Tableau 4 : Angles (°) de déviation du plan médian

|           | vue frontale | mandibule | maxillaire |
|-----------|--------------|-----------|------------|
| <b>BB</b> | 0            | -0,1      | -0,4       |
| <b>BE</b> | -0,4         | -0,9      | -0,5       |
| <b>CE</b> | -0,3         | -2,6      | 1,4        |
| <b>EH</b> | -1           | -1,3      | 0,1        |
| <b>EL</b> | 0,4          | -1,8      | -1,2       |
| <b>EM</b> | 11,3         | -0,2      | -1,4       |
| <b>MA</b> | 1,6          | -2,5      | -1         |
| <b>OR</b> | -1           | 0         | -0,4       |
| <b>PN</b> | -0,5         | -2,1      | -0,8       |
| <b>SC</b> | -2,3         | -2        | 2          |
| <b>SI</b> | 2,8          | -1,9      | -1,3       |
| <b>SN</b> | 0,5          | 0         | 0          |

## **2.2.2 Analyses statistiques**

Les statistiques pratiquées sur les différentes mesures des angles de déviation permettent de caractériser les individus les uns par rapport aux autres. Si tant est qu'on puisse tirer des généralités sur une population très restreinte (12 individus), on repère des mesures qui pourront différencier cette espèce de cheval des autres ou bien repérer un individu de l'espèce différent de la norme des chevaux de Przewalski.

L'analyse en composantes principales nous permet de juger la symétrie des crânes par rapport à l'axe médian.

L'analyse factorielle discriminante permet de définir le format de la tête du cheval afin de pouvoir, éventuellement, le confronter à celui d'autres espèces, dans une autre étude. Elle permet également de repérer quels sont les angles qui vont permettre de différencier les individus les uns des autres.

### **2.2.2.1. Analyse en composantes principales - Indices de symétrie**

Dans un premier temps, l'analyse des résultats s'est basée sur n=12 observations, qui correspondent aux 12 têtes osseuses de chevaux étudiés, et 7 variables, qui correspondent aux 7 couples d'angles (A1-A2, C1-C2,...).

Des indices de symétrie (IS) ont été calculés pour chaque variable (Tableau 5), en effectuant les rapports des deux angles gauche et droit ( $\min(A1/A2 ; A2/A1)$ ). Ainsi, plus cet indice se rapproche du nombre 1, plus les angles gauche et droit sont proches l'un de l'autre.

Tableau 5 : Indices de symétrie

|           | ISA  | ISC  | ISE  | ISG  | ISI  | ISK  | ISM  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| BB        | 0,90 | 0,87 | 0,98 | 0,93 | 0,90 | 0,90 | 0,00 |
| BE        | 0,90 | 0,72 | 0,93 | 0,58 | 0,92 | 0,93 | 0,43 |
| <b>CE</b> | 0,56 | 0,56 | 0,59 | 0,02 | 0,31 | 0,30 | 0,33 |
| EH        | 0,89 | 0,75 | 0,79 | 0,78 | 0,98 | 0,98 | 0,00 |
| EL        | 0,92 | 0,63 | 0,63 | 0,38 | 0,56 | 0,54 | 0,05 |
| EM        | 0,66 | 0,85 | 0,93 | 0,11 | 0,79 | 0,68 | 0,00 |
| MA        | 0,98 | 0,57 | 0,51 | 0,36 | 0,73 | 0,67 | 0,33 |
| OR        | 0,78 | 0,98 | 0,99 | 0,45 | 0,59 | 0,93 | 0,00 |
| PN        | 0,75 | 0,77 | 0,92 | 0,67 | 0,72 | 0,65 | 0,40 |
| SC        | 0,51 | 0,77 | 0,81 | 1,00 | 0,44 | 0,42 | 0,43 |
| SI        | 0,53 | 0,91 | 0,89 | 0,63 | 0,65 | 0,56 | 0,00 |
| SN        | 0,76 | 0,96 | 0,96 | 0,90 | 0,97 | 0,88 | 0,00 |

Nous constatons, d'après ces premières valeurs, que Célès (individu 3) a des valeurs d'indice de symétrie très faibles pour les variables G, I, K et M. Autrement dit, sa tête est la moins régulière de toutes.

Les coefficients de corrélations entre les 7 indices de symétrie ont été calculés (Tableau 6). Les indices de symétrie sont corrélés de façon significative lorsque ce coefficient est supérieur à 0,58 ou inférieur à - 0,58, valeur représentant le seuil de signification (à 5% pour 10 degrés (n-2) de liberté).

Tableau 6 : Coefficients de corrélation des indices de symétries

|            | <b>ISA</b> | <b>ISC</b> | <b>ISE</b> | <b>ISG</b> | <b>ISI</b> | <b>ISK</b> | <b>ISM</b> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>ISA</b> | 1,000      |            |            |            |            |            |            |
| <b>ISC</b> | -0,219     | 1,000      |            |            |            |            |            |
| <b>ISE</b> | -0,138     | 0,886      | 1,000      |            |            |            |            |
| <b>ISG</b> | 0,060      | 0,457      | 0,465      | 1,000      |            |            |            |
| <b>ISI</b> | 0,577      | 0,378      | 0,475      | 0,428      | 1,000      |            |            |
| <b>ISK</b> | 0,632      | 0,507      | 0,572      | 0,386      | 0,855      | 1,000      |            |
| <b>ISM</b> | -0,113     | -0,586     | -0,335     | -0,038     | -0,349     | -0,411     | 1,000      |

La corrélation des indices de symétrie est donc significative pour les variables C et E, K et A, C et M, et I et K. Nous remarquons également que l'indice de symétrie de M n'a que des corrélations négatives avec l'ensemble des autres indices. Ainsi plus l'indice de symétrie (IS) est élevé sur M plus il sera faible sur les autres indices.

Grâce à l'étude de ces corrélations, un cercle de corrélation a été tracé (Figure 41). Celui-ci nous permet dans un second temps de représenter en un minimum de dimensions les informations les plus pertinentes de ces sept indices de symétrie.

A elle seule, la première dimension représente 50,3% de l'information. La seconde en représente 24,4%. En positionnant les deux premières coordonnées de chaque individu sur le graphique, la perte d'information est de 25,3%. Mais visuellement, on peut en tirer bon nombre d'enseignements.

Un individu situé sur la gauche du graphique aura tendance à posséder des angles de déviations irréguliers sur les valeurs C (déviations de la mandibule en entier), E (déviations de la mandibule, dans sa partie distale), I (déviations du maxillaire dans sa partie distale) et K (déviations du maxillaire en entier). L'information que nous apporte le second axe provient principalement de la régularité de la déviation d'angle de l'os nasal par rapport au plan médian.



Le positionnement de ces chevaux sur le graphique nous permet de distinguer trois groupes. Célès (3) se démarque très nettement des autres chevaux et forme à elle seule le premier groupe. Le deuxième groupe est formé par Ellen (5), Malek (7) et Scops (10), et enfin le dernier groupe est formé par tous les autres individus. On remarque également que l'individu 9 (Panicaut) est situé au centre du cercle et pourrait donc être considéré comme l'élément moyen de l'échantillon (bien que peu représentatif car la population étudiée est trop peu nombreuse pour en tirer des généralités).

### 2.2.2.2 Analyse factorielle discriminante – angles de déviation

Pour cette analyse, le nombre d'observation (n=24) est doublé car on répertorie les angles droit et gauche de chaque déviation. On renomme dès lors les individus en groupe (individu1 = groupe 1). Il y a 8 variables (le nom comme variable qualitative et les 7 variables précédentes comme quantitatives). Les corrélations des moyennes des variables sont calculées (Tableaux 7 et 8).

Tableau 7 : Moyennes et écarts types des séries

| <b>Variab</b> les | <b>Moyennes</b> | <b>Ecart</b> s-types |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| <b>A</b>          | 7,608           | 1,477                |
| <b>C</b>          | 4,712           | 0,770                |
| <b>E</b>          | 30,104          | 4,644                |
| <b>G</b>          | -0,958          | 1,595                |
| <b>I</b>          | 24,800          | 6,697                |
| <b>K</b>          | 3,950           | 1,042                |
| <b>M</b>          | -0,621          | 2,196                |

Tableau 8 : Corrélation des moyennes

|          | <b>A</b> | <b>C</b> | <b>E</b> | <b>G</b> | <b>I</b> | <b>K</b> | <b>M</b> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | 1,000    |          |          |          |          |          |          |
| <b>C</b> | 0,498    | 1,000    |          |          |          |          |          |
| <b>E</b> | 0,365    | 0,893    | 1,000    |          |          |          |          |
| <b>G</b> | 0,205    | 0,362    | 0,288    | 1,000    |          |          |          |
| <b>I</b> | -0,562   | -0,220   | -0,148   | -0,239   | 1,000    |          |          |
| <b>K</b> | -0,704   | -0,221   | -0,156   | -0,170   | 0,899    | 1,000    |          |
| <b>M</b> | 0,020    | 0,190    | 0,120    | 0,303    | -0,425   | -0,349   | 1,000    |

Le coefficient de corrélation est significatif seulement s'il est supérieur à 0,40 ou inférieur à - 0,40 valeur représentant le seuil de signification (à 5% pour 22 degrés (n-2) de liberté). Ceci est remarqué sur les corrélations totales des variables A et C, A et I, C et E, K et A, I et M, et, I et K.

C et E ont une corrélation positive très élevée (0,893). Ce sont des variables qui regroupent les mesures d'angles de déviation de la mandibule. Cela sous-entend qu'un angle important noté sur la mandibule en entier, se retrouve sur la partie distale également. I et K ont elles aussi une corrélation positive très élevée (0,899). Ce sont des variables qui concernent les mesures réalisées sur la vue ventrale du maxillaire. Cela sous-entend qu'un grand angle observé sur l'ensemble du maxillaire se retrouve généralement en région proximale et vice versa. A et K ont une corrélation négative de 0,704. Or, ce sont des variables qui concernent toutes deux le maxillaire dans son ensemble. Cela peut paraître paradoxal, mais cela s'explique tout simplement par le fait qu'il s'agit de deux vues différentes (vue frontale et vue ventrale) et donc que la droite et la gauche sont inversées.

Pour chaque groupe, sont calculées les moyennes des variables ainsi que leurs écarts types (Annexe 1), qui représentent l'homogénéité des données recueillies. Plus le rapport « écart type / moyenne » est proche de la valeur 1, et plus les valeurs de la variable diffèrent, c'est-à-dire que les angles droit et gauche diffèrent. Ainsi, plus ce rapport est élevé plus l'asymétrie est grande.

Une analyse de variance a ensuite été effectuée, via le test de Fischer (Tableau 9), qui permet une comparaison des douze groupes entre eux. Ce test permet également d'indiquer par des probabilités, les variables significatives. Seule la variable M est différente entre les groupes, puisque la probabilité calculée est inférieure à 5% (3,11%).

Tableau 9 : Test de Fisher, analyse des variances

| VARIABLES | VARIANCES<br>RESIDUELLES | ECARTS-TYPES<br>RESIDUELS | F<br>(11/ 12) | PROBA   |
|-----------|--------------------------|---------------------------|---------------|---------|
| A         | 3.813                    | 1.953                     | 0.16          | 99.75%  |
| C         | 1.132                    | 1.064                     | 0.05          | 100.00% |
| E         | 37.806                   | 6.149                     | 0.15          | 99.78%  |
| G         | 1.796                    | 1.340                     | 2.00          | 12.48%  |
| I         | 79.816                   | 8.934                     | 0.14          | 99.87%  |
| K         | 2.072                    | 1.439                     | 0.05          | 100.00% |
| M         | 2.491                    | 1.578                     | 3.13          | 3.11%   |

Une diagonalisation est effectuée (Tableau 10) dans le but de réaliser un cercle de corrélation. L'axe 1 représente 62,9% de l'information totale, et l'axe 2, 24,1%. On a ainsi 87% de l'information représentée sur ce graphique.

Tableau 10 : Diagonalisation

| Axe | Valeur propre | Inertie | Pseudo F | WILKS | ddl | Proba % | Corr, l |
|-----|---------------|---------|----------|-------|-----|---------|---------|
| 1   | 14.5502       | 62.9%   | 15.87    | 87.46 | 77  | 19.46   | 0.9357  |
| 2   | 5.5772        | 24.1%   | 6.08     | 50.41 | 60  | 80.66   | 0.8480  |
| 3   | 2.1695        | 9.4%    | 2.37     | 24.98 | 45  | 99.31   | 0.6845  |

On remarque sur le cercle (figure 41), que la variable M n'est pas corrélée du tout avec les autres paramètres, mais que l'axe 2 est très influencé par sa valeur. En effet, M est une variable qui concerne des angles de déviation, non par rapport au plan médian des têtes osseuses, mais par rapport à sa perpendiculaire, tout comme la variable G. Cependant, G ne se démarque pas autant des autres variables. Etant donné la pertinence discutable du paramètre M, il serait intéressant de refaire ces analyses sans cette variable.

Enfin, un tableau d'appartenance a été réalisé afin de replacer chaque individu dans le groupe qui lui ressemble le plus. Or, si tous les individus ont les caractéristiques de leur groupe d'origine, on obtient 100% de bien placés. Au-delà de 70%, on considère que les 12 groupes sont correctement séparés ; ici 79,2% sont bien classés (Annexe 2).

### **2.2.2.3 Analyse en composantes principales – Différence droite/gauche.**

Cette analyse prend en compte  $n=12$  observations, et 7 variables. Pour chaque variable, est calculée la différence (D) des moyennes droite et gauche, ainsi que les écarts-types. Les corrélations entre ces différences ont été calculées, et ne sont significatives que lorsque ce coefficient est supérieur à 0,58, valeur représentant le seuil de signification (à 5% pour 10 degrés ( $n-2$ ) de liberté). Ce coefficient est notamment très élevé entre les variables DA et DK (corrélation négative de 0,845). Ceci signifie que lorsqu'une différence importante entre les angles droit et gauche est présente sur la vue dorsale de la tête osseuse en entier (valeur A), elle est également présente sur la vue ventrale du maxillaire en entier (valeur K). La corrélation négative s'explique par le fait qu'entre ces deux vues, la droite et la gauche sont inversées. Les variables DC et DE ont une corrélation positive de 0,926, valeur très élevée qui sous-entend que lorsqu'une différence entre les angles droit et gauche est notée sur les mesures d'angles concernant la mandibule dans son ensemble (valeur C), elle est retrouvée sur les mesures concernant la partie distale de la mandibule (valeur E). Enfin, le coefficient entre les variables DI et DK est de 0,938, ce qui signifie que lorsqu'une différence entre les angles droit et gauche est notée sur les mesures d'angles concernant le maxillaire dans son ensemble (valeur K), elle est retrouvée sur les mesures concernant la partie distale du maxillaire (valeur I).

Les valeurs concernant les variables G et M ne peuvent pas être interprétées dans cette partie puisqu'il ne s'agit pas d'angles latéralisés par rapport à l'axe médian.

Une diagonalisation est effectuée afin de tracer des cercles de corrélations. L'axe 1 représente alors 59% de l'information totale, et l'axe 2, 20,3%. Le cercle de corrélation concernant les différences met en évidence les corrélations citées ci-dessus, principalement les corrélations entre I et K (angles concernant la déviation de la mâchoire supérieure) et C et E (angles concernant la déviation de la mâchoire inférieure). Le cercle concernant les individus permet de mettre en évidence trois groupes : Célès (3), Scops (10), et les autres.

## **2.3 Conclusions brutes**

### **2.3.1 Conclusions de l'étude morphologique**

L'étude morphologique des 12 crânes met en évidence deux anomalies principales : la déviation de la mâchoire inférieure et / ou supérieure, et un décalage de longueur entre les mâchoires inférieures et supérieures (brachygnathie mandibulaire ou prognathie maxillaire).

La déviation de la mâchoire est relevée sur les crânes de Célès, Echo, Ellen, Emberiza, Malek et Orion. Les deux crânes les plus déviés au niveau de la mâchoire (Célès et Malek) sont les seuls à présenter également une usure de travers concernant les incisives. On peut dès lors se demander si cette dernière anomalie ne pourrait pas être une conséquence de la déviation.

La différence de longueur entre maxillaire et mandibule est notée sur sept des douze crânes (Bubo, Belinda, Emberiza, Malek, Scops, Sitelle, et Sain Bainou).

Seule la tête osseuse de Panicaut semble ne pas présenter d'anomalie morphologique. La prévalence des anomalies de la dentition et de la mâchoire est donc particulièrement importante puisque onze chevaux sur douze sont affectés par au moins une anomalie.

L'estimation de l'âge par l'observation des dents et des mâchoires donne des résultats très fiables pour presque la totalité des chevaux de notre étude (Seule Ellen présente une différence notable entre l'âge évalué et l'âge réel).

### **2.3.2 Conclusions de l'étude statistique des résultats**

L'étude statistique des données permet de faire des constats sur la corrélation des angles les uns par rapport aux autres, d'une part, et d'autre part, sur la symétrie des crânes.

Les résultats concernant les corrélations des indices de symétries, montrent qu'un angle de déviation noté sur la mandibule en entier, se retrouve sur la partie distale également. La même observation est faite concernant les angles de déviation mesurés sur le maxillaire. Enfin, A et K ont une corrélation négative qui s'explique par le fait qu'il s'agit de deux vues différentes (vue frontale et vue ventrale), et donc, que la droite et la gauche ont été renversée.

Les résultats concernant les corrélations des différences droite/gauche, mettent en évidence des points importants. En effet, cela montre que lorsqu'une différence importante entre les angles droit et gauche est présente sur la vue dorsale du crâne, elle est également présente sur la vue ventrale du maxillaire en entier. De plus, lorsqu'une différence entre les angles droit et gauche est notée sur les mesures d'angles concernant la mandibule dans son ensemble, elle est retrouvée sur les mesures concernant la partie distale de la mandibule. Et enfin, lorsqu'une différence entre les angles droit et gauche est notée sur les mesures d'angles concernant le

maxillaire dans son ensemble, elle est retrouvée sur les mesures concernant la partie distale du maxillaire.

Les résultats permettent aussi de distinguer certains crânes par leur indice de symétrie ; ainsi, on remarque que Célès a globalement des valeurs d'indice de symétrie très faibles, autrement dit, sa tête est la moins régulière de toutes. Ellen, Malek et Scops se distinguent également du reste de l'échantillon.

Enfin, d'après les différentes valeurs d'indice de symétrie, Panicaut peut être considéré comme l'élément moyen de l'échantillon.

Les résultats concernant la déviation du plan médian théorique par rapport au plan médian réel, sont difficilement interprétables. En effet, le tracé théorique de cette droite repose uniquement sur des hypothèses de symétrie du crâne, qui ne peuvent être tout à fait conforme à la réalité puisque la symétrie parfaite est improbable dans le monde du vivant. Néanmoins, on peut constater que ces valeurs sont plutôt uniformes, mise à part la valeur concernant la déviation sur la vue frontale de la tête osseuse d'Emberiza. Par conséquent, les valeurs de la variable A sont très certainement faussées pour cet individu.

Ces deux études se rejoignent sur plusieurs points. Premièrement, la présence de déviations des mâchoires sur les têtes osseuses, constatées suite à notre étude descriptive, est confirmée par l'étude statistique. De plus, les individus présentant ces déviations se recoupent dans les deux études. En effet, les individus les plus marqués par cette anomalie dans l'étude descriptive correspondent aux individus qui se démarquent de l'analyse statistique (Célès, Malek, Ellen et Scops). Enfin, Panicaut est le seul individu sans défaut visible dans l'analyse descriptive et celui-ci est défini comme l'élément moyen de notre échantillon dans l'analyse statistique.

L'observation et la description de la dentition et de la mâchoire des douze têtes osseuses a mis en évidence un grand nombre d'anomalies, parmi lesquelles, on note

des défauts d'usure des dents, d'occlusion, et des déviations des mandibules et du maxillaire. La prévalence de ces anomalies apparaît comme anormalement élevée dans cet échantillon.

Les mesures d'angle de déviation de la mâchoire ont révélé des asymétries axiales. L'analyse statistique permet de distinguer des groupes de chevaux en fonction de la gravité de l'asymétrie. Pour Célès, les résultats de l'analyse montrent une asymétrie nettement plus marquée que les autres chevaux de l'étude. Ellen, Malek et Scops forment un groupe intermédiaire avec une asymétrie plus modérée. Les autres chevaux sont soit des individus touchés par une déviation légère, soit des individus ayant une conformation normale. Par ailleurs l'étude des corrélations entre les différentes variables nous amène à penser que les déviations concernent les mâchoires dans leur globalité et non exclusivement la partie distale comme on aurait pu le croire à la suite de notre première observation.

Il s'agit maintenant de confronter les résultats de notre étude expérimentale aux données bibliographiques récoltées. Dans un premier temps, nous discuterons de la qualité et de la validité des résultats. Puis notre réflexion portera sur les causes possibles des anomalies observées. Enfin, nous tenterons de répondre à l'une des problématiques principales de notre étude, à savoir, si les anomalies observées chez les chevaux de cet échantillon sont en lien avec leur décès.



### **3<sup>ème</sup> partie : Discussion**

#### **1. Critique de la qualité et de la validité des résultats**

Le nombre de têtes osseuses est relativement faible. Cependant à l'échelle de la population de chevaux des Cévennes, qui compte 55 individus en 2003 avant le début de la réintroduction en Mongolie, l'étude de 12 têtes osseuses de chevaux représente déjà un échantillonnage correct. L'idéal aurait été de réaliser en parallèle une étude morphométrique sur une autre population de chevaux afin de comparer les résultats obtenus concernant les chevaux de Przewalski avec une population de référence.

Par ailleurs, nous déplorons de n'avoir pas pu utiliser tous les crânes ; deux d'entre eux étaient en effet très endommagés. Celui du mâle Orion a quand même été inclus dans l'étude alors que l'os occipital, une partie de l'os temporal et de l'os frontal ont été détruits lorsque l'animal a été abattu d'une balle de revolver. Le protocole d'étude morphométrique a dû être adapté pour cet animal.

Sur certains crânes, des empreintes de dents étaient visible; Impossible de dire si les dents sont tombées du vivant du cheval ou si elles ont été perdues lors de la conservation. La grande mobilité des dents nous a parfois posée problème pour évaluer le brachygnathisme et le prognathisme. Un problème similaire a été rencontré lorsqu'il s'agissait de replacer la partie supérieure du crâne sur la mandibule en respectant une bonne coaptation au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire. Nous avons pourtant essayé d'être particulièrement attentives dans la disposition des crânes avant la réalisation des photos, mais les articulations temporo-mandibulaires n'ayant plus de ménisque, présentaient du jeu, rendant le placement approximatif.

Pour la description des dents, nous avons procédé étape par étape en utilisant toujours les mêmes critères (définis par CHUIT (2006)), et en respectant toujours le même ordre. La répétition de ce protocole permet une certaine rigueur et oblige l'observateur à décrire les dents le plus objectivement possibles. Cependant, la description des dents d'un cheval nécessite un œil aguerri. Certaines notions comme la forme et l'usure des tables dentaires ont certes été très bien décrites dans la littérature mais il n'est pas toujours facile en pratique de qualifier de manière objective la dentition. De plus, des critères tels que la forme et la correspondance des arcades ou bien l'orientation des dents ont une évaluation que l'on peut qualifier de subjective. Ainsi, on peut aussi souligner le fait que l'étude descriptive des dents est dépendante de l'observateur.

Le protocole expérimental permettant l'étude morphométrique des crânes et plus particulièrement l'étude de la déviation des mâchoires inférieures et supérieures, est

une création personnelle. Nous n'avons trouvé aucune étude expérimentale de ce type dans la littérature. Le principe d'utiliser des photographies des crânes pour réaliser les mesures se heurte bien sûr au problème de la fiabilité du protocole de prise des clichés.

Tout d'abord, le support destiné aux crânes et à l'appareil photo, à été réalisé par nos soins, à l'aide de matériaux simples (planche, équerre), et l'angle de 90° formé par les deux planches n'est peut être pas strictement respecté. De plus, le placement de l'appareil photo sur le bord libre de l'équerre, pour les photos en vue dorsale ou ventrale, a été placé de manière peu fiable, puisque celui ci n'a pas d'angle de symétrie. Néanmoins, pour les photos de face et de profil, un niveau était placé sur l'appareil afin de respecter le parallélisme avec les planches. Enfin, le placement des têtes osseuses par rapport aux planches a été fait suivant un protocole bien précis mais est sujet à des erreurs de manipulation des différents appareils de mesures utilisés (mètre, niveau, fil à plomb). La photographie, servant de support de base pour nos prises de mesures, est elle aussi, une méthode qui présente des imperfections. En effet, les crânes, sont des objets en trois dimensions qui se retrouvent, sur un cliché photographique, réduit à deux dimensions. Ainsi, l'image photographique est légèrement déformée par rapport à l'image réelle.

Toutes les manipulations informatiques concernant le logiciel photoshop ont été effectuées par une seule personne, ce qui favorise une meilleure homogénéité dans la prise des mesures. L'ensemble des données utilisées a été obtenu par une série de mesures. En effet, toutes les mesures ont été réalisées au moins trois fois, la mesure n'étant validée que si trois angles identiques étaient trouvés, ceci dans le but de diminuer les erreurs de manipulation.

Le protocole de mesure des angles de déviation du crâne est basé sur de nombreuses hypothèses concernant la symétrie du crâne. Pour la vue frontale, nous avons considéré que la ligne tangente aux deux orbites était perpendiculaire à la ligne médiane. De plus, nous avons tracé un rectangle passant par les deux processus zygomatic de l'os frontal et par la tangente à la protubérance occipitale externe. Le centre de ce rectangle nous a permis de tracer une ligne, que nous considérons comme la ligne médiane théorique du crâne.

Pour la vue frontale de la mâchoire inférieure, notre hypothèse de départ a été de considérer la ligne formée par les tangentes aux parties frontales des deux processus condyliques comme perpendiculaire au plan médian. La ligne médiane théorique a été tracée à partir du point central du rectangle englobant les deux processus condyliques de la mandibule.

Concernant la vue ventrale de la mâchoire supérieure, l'hypothèse de départ s'est basée sur le fait que la ligne formée par les tangentes aux parties les plus frontales des deux fosses temporales est perpendiculaire au plan médian. De plus, le tracé de la ligne médiane théorique a été réalisé à partir du point central du rectangle englobant les condyles du temporal et passant par la ligne tracée auparavant.

Toutes ces hypothèses, nécessaires à notre protocole de mesure, mettent en jeu la symétrie axiale des reliefs osseux du crâne. Cependant, nous sommes conscientes du fait que la symétrie parfaite est très improbable, même sur un individu sain.

Néanmoins, les malformations mises en évidence par les mesures n'ont fait que confirmer les observations faites lors de la description des têtes osseuses. En effet, les asymétries mises en évidence dans notre étude sont visibles à l'œil nu, alors que les asymétries physiologiques sont généralement trop peu marquées pour l'être.

## **2. Confrontation des résultats aux données bibliographiques**

### **2.1 Comparaison des anomalies observées par rapport à celles décrites dans la littérature**

Parmi les anomalies observées, on observe chez sept chevaux un décalage au niveau de la correspondance entre la mâchoire supérieure et la mâchoire inférieure. Ainsi ces chevaux présentent un maxillaire plus long que la mandibule. On ne peut pas à proprement parler de bec de perroquet chez ces individus. En effet, le décalage observé reste léger. Il n'entraîne dans aucun cas d'excès de longueur des incisives supérieures comme cela est décrit dans la bibliographie.

Quatre chevaux présentent une déviation marquée des mâchoires inférieures et supérieures. En comparaison avec les données bibliographiques récoltées, les déviations observées sont relativement modérées. On n'observe pas chez ces individus, la présence d'autres malformations qui pourraient étayer l'hypothèse selon laquelle ces anomalies seraient liées à un syndrome d'arthrogrypose. De plus, les rapports d'autopsie ne rendent pas compte de l'existence éventuelle de fœtus mort nés atteints du syndrome du poulain contracté.

Quatre chevaux ont une anomalie d'usure des incisives. Deux d'entre eux présentent une usure de travers. Trois chevaux ont une usure des molaires en escalier.

### **2.2 Comparaison de la fréquence des anomalies observées par rapport aux données bibliographiques**

Dans notre étude on observe que 91,6% des chevaux de l'échantillon ont des anomalies dentaires. D'après l'article de MUELLER (1991), on estime entre 10 et 24% le pourcentage de chevaux ayant des problèmes dentaires.

Nous avons constaté que 75% des chevaux de l'étude présentaient des malformations crânio-faciales, dont 33% avaient des déviations de la mâchoire, et plus de 58% un défaut de correspondance entre les deux mâchoires. Or, dans l'étude de PUYALTO-MOUSSU et al (1999), 4% de malformations crânio-faciales sont recensées. Parmi ces malformations crânio-faciales, 2,7% sont des déviations du maxillaire et du septum nasal et 0,8% sont des becs de perroquet. Il faut tout de même signaler que ces auteurs ne prennent peut-être en compte que les malformations graves.

On peut constater que la prévalence des anomalies observées dans notre échantillon est nettement supérieure à celle de la littérature.

## **2.3 Etiologie des anomalies observées**

### **2.3.1 Facteurs influençant la conformation du crâne**

La conformation du crâne semble être déterminée par différents facteurs. Des facteurs génétiques d'une part, mais aussi des facteurs environnementaux prénatals et post natals d'autre part pourraient être à l'origine des malformations constatées dans la population étudiée.

En effet, HENNET (1997) explique que le développement et la croissance des mâchoires sont des phénomènes complexes mettant en jeu des régulations génétiques. Il rapporte que la croissance de la mâchoire supérieure et de la mâchoire inférieure est régie par des gènes différents chez le chien. Une dysharmonie entre la croissance des deux mâchoires peut provoquer une malocclusion. BAKER et EASLEY (2005) confirment cette composante génétique dans les malocclusions, et rajoutent que les malocclusions d'origine génétique sont la plupart du temps polygéniques.

En médecine humaine, il est reconnu que l'héritabilité des caractéristiques du squelette est forte mais que celle de la dentition est faible. Il a été démontré que la taille du maxillaire et de la mandibule est indépendante d'un point de vue génétique, de celle des dents.

Chez les chevaux domestiques, la taille des dents et des mâchoires est l'héritage de différents types ancestraux. La détermination génétique de la longueur des mâchoires supérieure et inférieure est localisée sur au moins trois allèles qui peuvent être transmis indépendamment les uns des autres.

La nature génétique de certaines anomalies des mâchoires chez les chevaux et le bétail a été mise en relation avec des maladies dégénératives des articulations.

Les facteurs environnementaux reconnus comme provoquant des anomalies faciales sont : la position de la tête, de la mandibule, de la langue, et des lèvres, l'éruption des dents et les traumatismes. La théorie courante pour expliquer l'influence de ces facteurs est que la croissance de la face apparaît en réponse à des besoins fonctionnels et est orientée par le développement des tissus mous. En effet, les tissus mous se développent et les os et les cartilages suivent cette croissance. La croissance des mâchoires peut être perturbée par un traumatisme des tissus mous. Une augmentation de la pression labiale par exemple, peut entraîner des déformations cranio faciales. Chez les humains, il est connu que pour modifier la croissance programmée des mâchoires, la perturbation fonctionnelle doit être suffisante en intensité et en durée (une prognathie supérieure ne peut se développer que si l'enfant suce son pouce plus de 6 heures par jours). Il a été observé qu'une déviation de la mandibule associée à une malocclusion est fréquente chez les cochons à l'attache et est probablement causée par le fait qu'ils tirent sur leur attache pour attraper leur nourriture et l'eau.

De plus, les travaux de BAKER et EASLEY (2005) ont conclu que plus le poulain tête sa mère sur une longue période, et moins il sera sujet à un bec de perroquet.

Aussi, certaines formes de crânes chez les moutons prédisposent à certains types de malocclusions. Des chèvres ayant un profil facial convexe sont plus prédisposées à la mâchoire de bouledogue. Les mêmes observations ont été faites chez les chevaux.

L'environnement intra utérin a un effet connu sur la croissance et le développement facial. Le fait que la pression pendant la croissance intra utérine déforme la face en développement a été bien documentée chez les humains et est sûrement une cause d'anomalie de la mâchoire chez le poulain. Des facteurs environnementaux post natal, comme les effets de la fonction musculaire, influencent aussi le développement de la face. C'est la durée pendant laquelle la pression des tissus mous s'exerce et non pas son intensité qui peut entraîner une déformation.

D'après HENNET (1997) l'action des différents muscles sur les bases osseuses et les influences endocriniennes jouent un rôle dans la croissance des mâchoires. Des processus pathologiques affectant la fonction ou la sécrétion hormonale peuvent modifier cette croissance génétiquement déterminée.

Certains chiens présentent une macroglossie et une vestibuloversion des incisives souvent accompagnée d'une béance. L'origine de ce problème est en fait une inadéquation entre des mâchoires génétiquement plus courtes et une langue de taille augmentée. Une anomalie labiale créant une pression anormale peut aussi entraîner des déformations de la mâchoire.

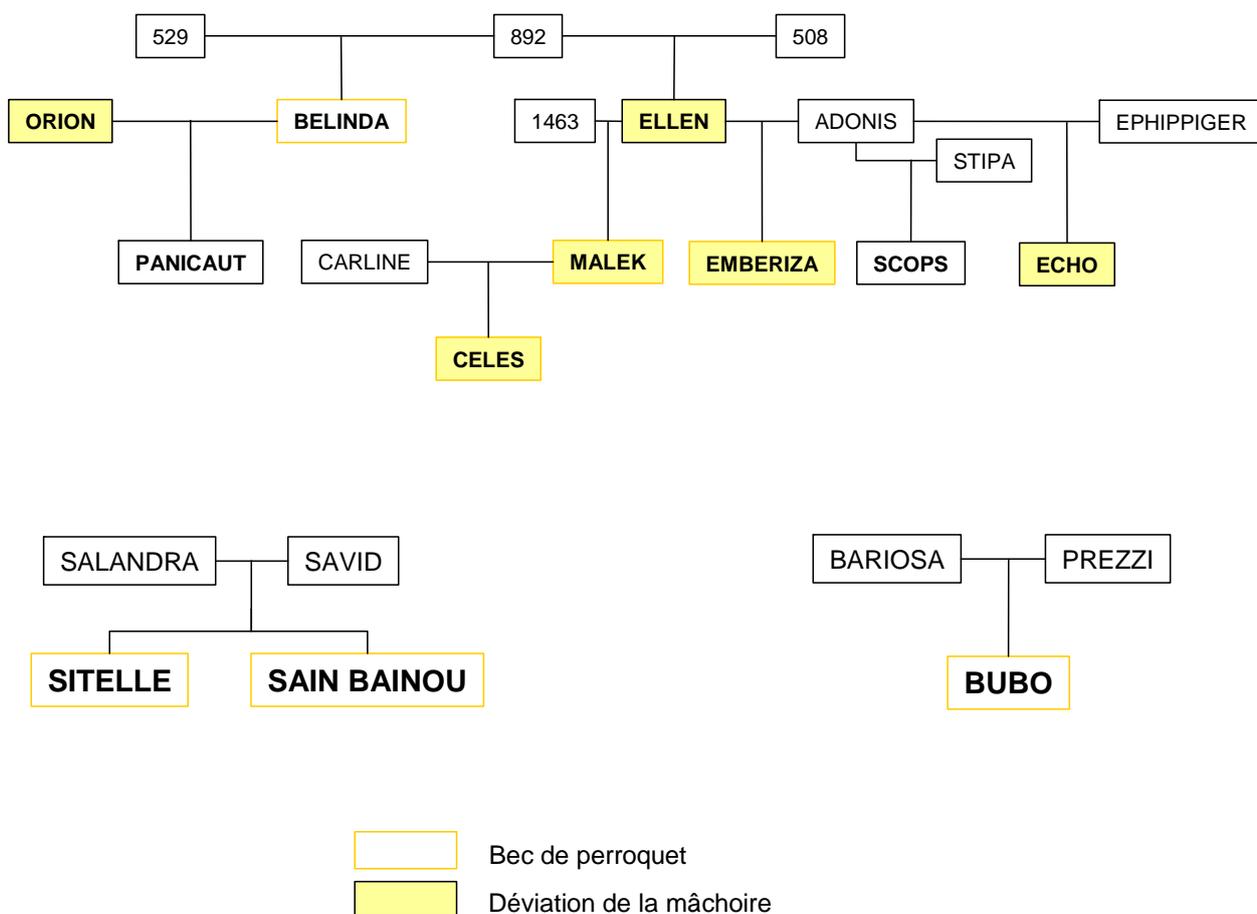
### 2.3.2 Les anomalies observées peuvent-elles être héréditaires ?

Grâce aux données de l'association TAKH, nous avons pu reconstituer un arbre généalogique concernant les chevaux étudiés (tableau 11 et figure 42).

Tableau 11 : Identité des 12 chevaux de l'association TAKH

| NOM         | CODE | SEXE    | MERE       | PERE   | DATE NAISSANCE | DATE DECES |
|-------------|------|---------|------------|--------|----------------|------------|
| BUBO        | BB   | MALE    | BARIOJA    | PREZZI | 08/07/1999     | 11/01/2003 |
| BELINDA     | BE   | FEMELLE | 529        | 892    | 02/08/1989     | 13/12/1999 |
| CELES       | CE   | FEMELLE | CARLINE    | MALEK  | 27/05/1998     | 08/03/2004 |
| ECHO        | EH   | FEMELLE | EPHIPPIGER | ADONIS | 02/06/2002     | 08/08/2004 |
| ELLEN       | EL   | FEMELLE | 508        | 892    | 07/08/1989     | 02/08/2003 |
| EMBERIZA    | EM   | FEMELLE | ELLEN      | ADONIS | 16/06/2000     | 31/03/2004 |
| MALEK       | MA   | MALE    | ELLEN      | 1463   | 01/07/1992     | 30/05/2003 |
| ORION       | OR   | MALE    | 699        | 1630   | 23/05/1991     | 23/02/1996 |
| PANICAUT    | PN   | MALE    | BELINDA    | ORION  | 12/09/1996     | 20/11/1999 |
| SCOPS       | SC   | MALE    | STIPA      | ADONIS | 21/06/2000     | 06/03/2004 |
| SITELLE     | SI   | FEMELLE | SALANDRA   | SAVID  | 03/10/1999     | 20/06/2001 |
| SAIN BAINOU | SN   | FEMELLE | SALANDRA   | SAVID  | 23/09/2000     | 09/02/2004 |

Figure 42 : Arbre généalogique des 12 chevaux étudiés



Suite à l'étude des résultats concernant l'asymétrie des têtes osseuses, quatre chevaux se distinguent des autres. Ces chevaux sont, Célès, Malek, Ellen et Scops, dans l'ordre décroissant du degré d'asymétrie axiale.

Nous remarquons qu'un lien familial existe entre les trois chevaux les plus marqués par l'asymétrie du crâne. En effet, Ellen est la mère de Malek, qui lui-même est le père de Célès. Cette remarque pourrait nous faire penser que la déformation du crâne mise en évidence, a une origine héréditaire, mais il faut souligner que onze chevaux sur douze ont un lien de parenté avec au moins un autre cheval de l'échantillon. On remarque en effet que :

- Sitelle et Sain Bainou sont sœurs
- Orion et Belinda sont respectivement le père et la mère de Panicaut
- Ellen est la mère d'Emberiza et Malek
- Scops et Echo sont des demi-frères d'Emberiza
- Célès est la fille de Malek.
- Ellen et Belinda sont demi-sœurs

Ainsi, aucune conclusion ne peut être tirée concernant une éventuelle origine héréditaire à ces anomalies.

L'anomalie « bec de perroquet » est quand à elle, présente sur 7 têtes osseuses. Tout comme la déviation de la mâchoire, nous ne pouvons conclure à une origine héréditaire pour les mêmes raisons.

### **3 Les anomalies observées peuvent-elles avoir un lien avec le décès des chevaux ?**

Dans le cadre de notre travail, il est intéressant de se demander si ce sont bien les malformations crânielles observées chez certains de ces chevaux qui ont entraînées leur décès prématuré. On sait déjà que trois des douze chevaux de notre étude ont été euthanasiés. Emberiza présentait des problèmes locomoteurs importants et un état général médiocre. Orion a été victime d'un accident de chasse et souffrait de fractures multiples. Ellen était incapable de se relever.

D'après les rapports d'autopsie de CARTON DE GRAMONT (Annexe 3), membre de l'association TAKH, on constate que les chevaux décédés avaient pour la plupart un mauvais état corporel. Selon COFFMAN et HAMMOND (1979), on peut distinguer plusieurs causes expliquant l'amaigrissement d'un cheval. D'abord des causes dites non digestives, parmi lesquelles, on note les processus néoplasiques, les affections rénales, des infections chroniques comme l'artérite infectieuse des équidés ou un abcès, l'insuffisance cardiaque, les infections respiratoires ou la malnutrition. Dans les causes digestives, les auteurs évoquent les anomalies dentaires, soulignant qu'il s'agit de la cause la plus fréquente d'amaigrissement chez le cheval. Une péritonite chronique, un abcès abdominal, une hépatite chronique peuvent aussi expliquer une perte de poids. Enfin, les parasitoses sont très communes et peuvent amener à une dégradation irréversible de l'état général.

L'étude des comptes rendus d'autopsie des autres chevaux met, entre autre, en évidence une infestation massive par les parasites internes. D'après JEANCLAUDE (1983), la gravité de l'infection dépend de l'âge, de la résistance des individus et de la durée pendant laquelle l'animal est parasité. L'évaluation des parasitoses est délicate car leur évolution est parfois insidieuse. La coprologie révèle souvent bien trop tard l'infestation et, des séquelles graves, pour des organes comme l'intestin, le cœur, les artères, le foie et le poumon, sont souvent déjà présentes. Sept chevaux parmi les douze de notre étude étaient infestés par des gastérophiles. A l'autopsie, cinq chevaux présentaient des traces de trajet parasitaire dans la muqueuse du colon et du caecum, pour deux d'entre eux, dans le parenchyme hépatique, pour deux autres, et dans le péritoine, pour le dernier. Deux individus étaient infestés par des cyathostomes. Sur Belinda et Echo, on a retrouvé de nombreux taenias, strongles et ascaris dans le tube

digestif. Tous les individus de l'échantillon, mis à part Orion et Ellen, étaient infestés par des parasites internes. Orion n'a pas subi d'autopsie. Pour Ellen, aucune remarque n'est faite sur une éventuelle parasitose interne.

Notre travail sur les têtes osseuses a permis de mettre en évidence des anomalies de la dentition et de la mâchoire chez onze des douze individus. D'après nos recherches bibliographiques, ces anomalies peuvent entraîner des troubles dans la préhension et la mastication des aliments. Cela est d'autant plus vrai que le régime alimentaire des chevaux de przewalski étudiés est constitué principalement par des herbes rases.

L'infestation parasitaire interne importante révélée par les rapports d'autopsie pourrait à elle seule suffire à expliquer l'état corporel médiocre des chevaux avant leur décès. Les anomalies de la dentition et de la mâchoire observées ont sans doute accentué l'amaigrissement. Il n'est pas possible de déterminer avec exactitude les causes de la mort mais il est probable que ces deux facteurs ont contribué à affaiblir les animaux et sont donc possiblement en lien avec le décès des chevaux.

Les malformations crânio-faciales et les anomalies dentaires mises en évidence dans notre étude sont bien décrites dans la littérature. La confrontation avec les données bibliographiques nous confirme le caractère modéré des anomalies observées. Elle nous permet aussi d'objectiver la prévalence élevée des anomalies dans notre échantillon. L'étiologie de ces malformations demeure inconnue. D'après la littérature, il est probable qu'elle soit multifactorielle. Deux causes apparaissent a priori comme les plus plausibles pour expliquer les déviations latérales des mâchoires : le facteur génétique et le facteur environnemental intra-utérin. Nous avons vu que nous ne pouvons néanmoins pas conclure sur l'hypothèse d'un caractère éventuellement héréditaire de ces anomalies. Enfin, il n'est pas possible de statuer quant aux causes certaines de la mort des chevaux. Cependant, après une étude des comptes-rendus d'autopsies, il ressort que presque tous les individus étaient infestés massivement par des parasites internes. On peut avancer l'hypothèse selon laquelle le parasitisme aigu et les malformations de la dentition et de la mâchoire ont entraîné chez ces chevaux un amaigrissement et un affaiblissement marqués. Au final, ces troubles, et plus particulièrement peut-être leur association, seraient donc soit directement à l'origine du décès de l'animal, soit indirectement car elles auraient favorisées la survenue et le développement d'autres maladies, qui auraient, elles, entraîné le décès des chevaux.



## Conclusion

Le cheval de Przewalski est une espèce en voie d'extinction dont la population mondiale actuelle descend uniquement de 13 individus fondateurs.

Ce travail repose sur l'étude de 12 têtes osseuses provenant des animaux décédés dans la réserve du Causse Méjean gérée par l'association TAKH. Chez les sujets étudiés, nous avons mis en évidence un grand nombre d'anomalies de la dentition et de la mâchoire, en particulier, des défauts d'usure des dents, des malocclusions et des déviations des mandibules et du maxillaire. La prévalence de ces anomalies apparaît comme anormalement élevée par rapport à une population équine domestique.

Les mesures d'angle de déviation de la mâchoire ont révélé des asymétries axiales. L'analyse statistique montre que quatre des têtes osseuses présentent une déviation marquée et que les déviations concernent les mâchoires dans leur globalité. L'étude morphométrique conforte donc l'étude descriptive réalisée au préalable.

L'origine de ces malformations demeure inconnue. D'après la littérature, il est probable qu'elle soit multifactorielle. Le nombre limité de sujets et leur étroite parenté ne permettent pas conclure sur le caractère éventuellement héréditaire de ces anomalies.

Enfin, notre travail avait pour but de savoir si les anomalies observées étaient ou non en lien avec la mort des chevaux. Il n'est pas possible de statuer quant aux causes certaines des décès. Cependant, l'étude des comptes-rendus d'autopsies révèle que la plupart des chevaux étaient infestés massivement par des parasites internes et présentaient un mauvais état corporel. Le parasitisme aigu ajouté aux malformations de la dentition et de la mâchoire a probablement entraîné chez ces chevaux un amaigrissement et un affaiblissement importants, qui pourraient à l'origine de leurs décès.

La population actuelle des chevaux de Przewalski est issue de plusieurs générations d'animaux élevés en captivité dans les parcs zoologiques. Ce type de conservation exclut d'emblée toute notion de sélection naturelle. L'alimentation et les soins prodigués à ces individus ont permis à certains chevaux d'état médiocre, ou bien atteints de malformations importantes, de vivre, voire même de se reproduire, alors que dans leur milieu naturel, ils n'auraient pas survécus. L'absence de sélection et la « politique interventionniste » des zoos ont donc sûrement contribué à l'apparition et, même, à la transmission de nombreuses anomalies chez les chevaux de Przewalski.

L'association TAKH souhaite, par sa gestion d'élevage, réintroduire la notion de sélection naturelle. Les interventions sur les chevaux sont réduites au maximum. Le recul n'est pas encore suffisant pour savoir si cette politique sera bénéfique à l'évolution

de la population. La prévalence des anomalies observées sur les têtes osseuses de notre étude est anormalement élevée, preuve que la sélection n'est pas encore suffisante. Il est par ailleurs possible que ces anomalies soient héréditaires. Ce dernier point est important car il devrait influencer le choix des individus destinés à être réintroduits en Mongolie.

Par ailleurs, se pose le problème de savoir si on peut vraiment appliquer une politique non interventionniste radicale sur une population de chevaux vivant sur un espace clos. Le nombre d'hectares au Villaret n'est pas insuffisant par rapport au nombre de chevaux mais il n'est pas assez élevé pour éviter les problèmes de surpâturage liés au mode de vie grégaire de ces animaux. L'infestation massive par les parasites internes est une conséquence directe de ce surpâturage. Le parasitisme aigu associé aux anomalies de la dentition et de la mâchoire a pu affaiblir considérablement plusieurs individus et ainsi contribuer à leur décès prématuré. Alors, faut-il intervenir pour limiter l'impact du parasitisme sur la population ou faut-il laisser la nature décider du sort de ces individus en prenant le risque de voir mourir des animaux de parasitoses alors qu'ils n'auraient peut-être pas été atteints s'ils vivaient dans leur milieu naturel au sein d'un espace ouvert ? Même si l'évolution démographique de la population des chevaux de Przewalski au Villaret est satisfaisante, peut-on se permettre de perdre des individus et donc, par conséquent, d'appauvrir le pool génétique, pour des raisons de surpâturage ? Il est bien sûr difficile de savoir quelle part de responsabilité prennent respectivement le parasitisme et les anomalies que nous avons observées, dans les causes de la mort des animaux. On pourrait aussi croire qu'un parasitisme même important est relativement bien supporté par ces chevaux rustiques et que ce sont plutôt les problèmes de dentition et les déviations de la mâchoire qui ont conduit à la mort certains individus. Nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses à ce sujet.

Espérons simplement que notre travail pourra apporter des éléments de réflexion supplémentaires et, peut-être, contribuer à améliorer la gestion de l'élevage. La réintroduction des chevaux de Przewalski dans les steppes mongoles n'en est encore qu'à ses débuts. Même si pour le moment, le projet est une réussite, il faut se montrer prudent. Il faut renforcer la sélection des individus afin de réintroduire seulement les animaux les plus résistants et éviter la reproduction des lignées soupçonnées d'être à l'origine de malformations. L'association TAKH a déjà fourni un travail exceptionnel, les résultats sont là. Nous souhaitons que de nombreux autres chevaux foulent l'herbe rase de Khomiin Tal, montrant que l'homme est parfois capable de réparer ses erreurs avant qu'il ne soit trop tard.

## Annexe 1 : Moyennes et écarts types des variables

| GROUPE | EFFECTIF | VARIABLES | MOYENNES | ECARTS-TYPES<br>DES SERIES |
|--------|----------|-----------|----------|----------------------------|
| 1 ( 1) | 2        | A         | 7.800    | 0.400                      |
|        |          | C         | 4.850    | 0.350                      |
|        |          | E         | 30.650   | 0.250                      |
|        |          | G         | 1.350    | 0.050                      |
|        |          | I         | 21.800   | 1.200                      |
|        |          | K         | 3.900    | 0.200                      |
|        |          | M         | -0.400   | 0.400                      |
| 2 ( 2) | 2        | A         | 7.400    | 0.400                      |
|        |          | C         | 4.650    | 0.750                      |
|        |          | E         | 28.600   | 1.000                      |
|        |          | G         | 1.500    | 0.400                      |
|        |          | I         | 26.350   | 1.050                      |
|        |          | K         | 3.950    | 0.150                      |
|        |          | M         | -1.000   | 0.400                      |
| 3 ( 3) | 2        | A         | 8.650    | 2.450                      |
|        |          | C         | 4.900    | 1.400                      |
|        |          | E         | 32.300   | 8.400                      |
|        |          | G         | -2.300   | 2.400                      |
|        |          | I         | 28.450   | 15.150                     |
|        |          | K         | 4.300    | 2.300                      |
|        |          | M         | -6.400   | 3.200                      |
| 4 ( 4) | 2        | A         | 7.200    | 0.400                      |
|        |          | C         | 4.650    | 0.650                      |
|        |          | E         | 32.650   | 3.750                      |
|        |          | G         | -2.050   | 0.250                      |
|        |          | I         | 23.500   | 0.200                      |
|        |          | K         | 3.950    | 0.050                      |
|        |          | M         | 0.200    | 0.200                      |
| 5 ( 5) | 2        | A         | 6.800    | 0.300                      |
|        |          | C         | 4.550    | 1.050                      |
|        |          | E         | 28.600   | 6.400                      |
|        |          | G         | -2.350   | 1.050                      |
|        |          | I         | 24.050   | 6.850                      |
|        |          | K         | 4.000    | 1.200                      |
|        |          | M         | -0.950   | 1.050                      |
| 6 ( 6) | 2        | A         | 7.700    | 1.600                      |
|        |          | C         | 4.800    | 0.400                      |
|        |          | E         | 31.300   | 1.100                      |
|        |          | G         | -1.500   | 1.200                      |
|        |          | I         | 27.250   | 3.150                      |
|        |          | K         | 3.950    | 0.750                      |
|        |          | M         | 0.300    | 0.300                      |
| 7 ( 7) | 2        | A         | 8.200    | 0.100                      |
|        |          | C         | 4.700    | 1.300                      |
|        |          | E         | 28.100   | 9.200                      |
|        |          | G         | -1.700   | 0.800                      |

|          |   |  |   |        |       |
|----------|---|--|---|--------|-------|
|          |   |  | I | 24.700 | 3.800 |
|          |   |  | K | 4.250  | 0.850 |
|          |   |  | M | 0.500  | 1.000 |
| 8 ( 8)   | 2 |  | A | 7.750  | 0.950 |
|          |   |  | C | 5.050  | 0.050 |
|          |   |  | E | 31.800 | 0.200 |
|          |   |  | G | -1.600 | 0.600 |
|          |   |  | I | 28.700 | 7.500 |
|          |   |  | K | 3.950  | 0.150 |
|          |   |  | M | -0.300 | 0.300 |
| 9 ( 9)   | 2 |  | A | 7.100  | 1.000 |
|          |   |  | C | 4.600  | 0.600 |
|          |   |  | E | 30.550 | 1.350 |
|          |   |  | G | -1.250 | 0.250 |
|          |   |  | I | 23.950 | 3.950 |
|          |   |  | K | 3.800  | 0.800 |
|          |   |  | M | -0.350 | 0.150 |
| 10 ( 10) | 2 |  | A | 7.650  | 2.450 |
|          |   |  | C | 4.700  | 0.600 |
|          |   |  | E | 27.900 | 3.000 |
|          |   |  | G | 0.000  | 0.400 |
|          |   |  | I | 23.200 | 9.000 |
|          |   |  | K | 4.050  | 1.650 |
|          |   |  | M | 1.500  | 0.600 |
| 11 ( 11) | 2 |  | A | 6.950  | 2.150 |
|          |   |  | C | 4.400  | 0.200 |
|          |   |  | E | 30.250 | 1.750 |
|          |   |  | G | -1.550 | 0.350 |
|          |   |  | I | 22.750 | 4.750 |
|          |   |  | K | 3.350  | 0.950 |
|          |   |  | M | 0.600  | 0.600 |
| 12 ( 12) | 2 |  | A | 8.100  | 1.100 |
|          |   |  | C | 4.700  | 0.100 |
|          |   |  | E | 28.550 | 0.650 |
|          |   |  | G | -0.050 | 0.950 |
|          |   |  | I | 22.900 | 0.300 |
|          |   |  | K | 3.950  | 0.250 |
|          |   |  | M | -1.150 | 1.150 |

## Annexe 2 : Tableau d'appartenance

TABLEAU D'APPARTENANCE

-----  
 EN LIGNE : GROUPE D'APPARTENANCE  
 EN COLONNE : GROUPE D'AFFECTION

| GROUPES<br>No | 1( 1) | 2( 2) | 3( 3) | 4( 4) | 5( 5) | 6( 6) | 7( 7) | 8( 8) | 9( 9) | 10(10) |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1( 1)         | 1 *   | 1 *   | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *      |
| 2( 2)         | *     | 2 *   | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *      |
| 3( 3)         | *     | *     | 2 *   | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *      |
| 4( 4)         | *     | *     | *     | 2 *   | *     | *     | *     | *     | *     | *      |
| 5( 5)         | *     | *     | *     | *     | 2 *   | *     | *     | *     | *     | *      |
| 6( 6)         | *     | *     | *     | *     | *     | 1 *   | *     | *     | 1 *   | *      |
| 7( 7)         | *     | *     | *     | *     | *     | *     | 2 *   | *     | *     | *      |
| 8( 8)         | *     | *     | *     | *     | 1 *   | *     | *     | 1 *   | *     | *      |
| 9( 9)         | *     | *     | *     | 1 *   | 1 *   | *     | *     | *     | *     | *      |
| 10(10)        | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | 2 *    |
| 11(11)        | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *      |
| 12(12)        | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *      |

| GROUPES<br>No | 11(11) | 12(12) |
|---------------|--------|--------|
| 1( 1)         | *      | *      |
| 2( 2)         | *      | *      |
| 3( 3)         | *      | *      |
| 4( 4)         | *      | *      |
| 5( 5)         | *      | *      |
| 6( 6)         | *      | *      |
| 7( 7)         | *      | *      |
| 8( 8)         | *      | *      |
| 9( 9)         | *      | *      |
| 10(10)        | *      | *      |
| 11(11)        | 2 *    | *      |
| 12(12)        | *      | 2 *    |

POURCENTAGE DE BIEN CLASSES : 79.2



## Annexe 3 : Rapports d'autopsie

### BUBO

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | animal maigre, pas de réserve grasseuse sous cutanée, amyotrophie  |
| lésions squelettiques | RAS  |
| tête                  | tables dentaires très irrégulières   |
| cavité abdominale     | 1 litre de liquide sero-hémorragique, fibrine, présence de nombreux trajets de larves de strongles et placards de fibrine sur le péritoine pariétal, présence d'une cinquantaine de larves de gastérophiles dans le contenu liquide de l'estomac, liquide hémorragique dans le duodénum, jéjunum et ileon, larves de petits strongles (cyathostomes) enkystées dans la paroi du caecum et du colon, ainsi que dans le contenu liquide. Les ganglions mésentériques sont hypertrophiés, abcès caséux. nombreuses traces de migration larvaire dans le foie, hypertrophie modérée de la rate avec quelques pétéchies |
| cavité thoracique     | 50 ml d'épanchement séro-hémorragique dans la cavité péricardique, pétéchies sur les ventricules, amyotrophie du cœur, pas de tissu grasseux, présence de mousse dans les bronches, stase sanguine dans le poumon gauche   |
| cause de la mort      | suspicion de cyatostomose larvaire aigue   |

### BELINDA

|                       |   |
|-----------------------|---|
| examen externe        | épistaxis d'une narine (celle coté sol), œil mangé, anus éventré mort date d'au moins 48h;  |
| lésions squelettiques | RAS   |
| tête                  | RAS   |
| cavité abdominale     | liquide hémorragique, intestins dilatés avec zones hémorragiques, foie et reins en décomposition avancée, très friables et décolorés. Présence de nombreux gastérophiles dans l'estomac, dans l'intestin grêle et le gros intestin: taenias, strongles et ascaris |
| cavité thoracique     | pneumonie des lobes apicaux du coté D, adhérences aux cotes. Poumon emphysémateux. Cœur dilaté, décoloré, péricardite, présence d'un liquide sanguinolent   |
| cause de la mort      | pneumonie probable  |

## CELES

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | absence totale de graisse sous cutanée   |
| lésions squelettiques |  |
| tête                  | anomalie de la table dentaire droite avec pousse exagérée,   |
| cavité abdominale     | absence totale de graisse mésentérique, liquide de péritonite jaunâtre ne coagulant pas (3litres), avec flammèches sur le péritoine pariétal, réactions en flammèche sur séreuse de l'estomac et du colon et caecum, dilatation gazeuse importante du duodénum, contenu liquidien du jéjuno-iléon, trajets parasitaire récents visibles a travers la séreuse fragilisée du colon et caecum ,hypertrophie des noeuds lymphatiques mésentériques et autres, lésions calcifiées du foie, réactions fibreuse due au passages parasitaires, |
| cavité thoracique     | nodules pulmonaires probablement d'origine parasitaire   |
| cause de la mort      | ND   |

## ECHO

|                       |   |
|-----------------------|---|
| examen externe        | RAS   |
| lésions squelettiques | RAS   |
| tête                  | malformation des incisives  |
| cavité abdominale     | transsudat claire dans la cavité abdominale, présence de gastérophiles dans l'estomac, points hémorragiques sur le duodénum et caecum, taenia dans caecum, foie congestionné et calcifié en plusieurs endroits, kyste sur l'ovaire gauche, nœud lymphatique du gros intestin hypertrophiés + ou - œdémateux   |
| cavité thoracique     | hépatisation du poumon, présence d'un ver dans la paroi du coeur et dilatation du ventricule droit  |
| cause de la mort      | colique intestinale   |
| Anatomie pathologique | hypertrophie des glomérules rénaux, congestion pulmonaire atrophie des villosités du duodénum et du jéjunum, hyperplasie des plaques de Peyer, infestation de la muqueuse du colon par des nématodes, hyperplasie folliculaire des nœuds lymphatiques mésentériques, abcès hépatiques avec fragments de parasites, hyperplasie folliculaire des nœuds lymphatiques hépatiques |

## ELLEN

|                       |   |
|-----------------------|---|
| examen externe        | RAS   |
| lésions squelettiques | RAS   |
| tête                  | RAS   |
| cavité abdominale     | foyer infectieux thoraco-lombaire près des reins, perforation du caecum, gaz et liquide sous pression dans l'intestin grêle |
| cavité thoracique     | nodules sur le cœur   |
| cause de la mort      | euthanasie  |

## EMBERIZA

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | RAS  |
| lésions squelettiques | RAS  |
| tête                  | RAS  |
| cavité abdominale     | présence de gaz et de liquide sous pression dans l'intestin grêle, péritonite, perforation du caecum   |
| cavité thoracique     | nodules sur le cœur  |
| cause de la mort      | euthanasie   |
| Anatomie pathologique | déplétion lymphoïde des nœuds lymphatiques mésentériques, surcharge pigmentaire des hépatocytes, congestion de la rate, adultes et larves de nématodes dans les muqueuses du colon et du caecum, hyperplasie lymphoïde des nœuds lymphatiques caeco-coliques |

## MALEK

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | décomposition avancée (mort datant de plus de 24h), muqueuses sèches, emphysème sous cutané des bourses,   |
| lésions squelettiques | RAS  |
| tête                  | RAS  |
| cavité abdominale     | dilatation gazeuse post mortem de tout le tube digestif, jus de lyse, absence de graisse mésentérique, perirénale et SC, gastérophiles dans la muqueuse stomacale avec ulcères en grande quantités et libres dans l'estomac, 2 nodules calcifiés sur la séreuse cœcale, foie autolyse, réactions fibreuses en flammèche provoquées par les migrations larvaires, présence d'une zone d'adhérence fortement calcifiée, réactions fibreuses sur la face abdominale du diaphragme |
| cavité thoracique     | emphysème de putréfaction pulmonaire avec hyperhémie de décubitus sur le lobe gauche, cœur avec zone hémorragique sur l'oreillette droite, altération cadavérique (rupture d'anévrisme?), hémorragie péricardique avec caillots  |
| cause de la mort      | hémorragie péricardique  |
| anatomie pathologie   | nodules calcifiés hépatiques et paroi viscérale: tissu fibreux infiltré de polynucléaires éosinophyliques.: lésions parasitaires anciennes (larves de strongles)   |

## ORION

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | RAS  |
| lésions squelettiques | fracture, tibia (4fragments) et peroné (2 fragments) fracturés (2 autres fragments non identifiés).;tissus autour nécrosés |
| tête                  | RAS  |
| cavité abdominale     | RAS  |
| cavité thoracique     | RAS  |
| cause de la mort      | euthanasie   |

## PANICAUT

|                       |   |
|-----------------------|---|
| examen externe        | RAS   |
| lésions squelettiques | RAS   |
| tête                  | RAS   |
| cavité abdominale     | présence de gastérophiles sur paroi stomacale, trace de trajet de vers dans le foie, strongles dans les intestins, présence de masses sur les intestins |
| cavité thoracique     | RAS   |
| cause de la mort      | NS  |

## SCOPS

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | muqueuses pales, très faible développement des testicules, absence de graisse sous cutanée   |
| lésions squelettiques | RAS  |
| tête                  | RAS  |
| cavité abdominale     | absence de graisse mésentérique, nœuds lymphatiques mésentériques et caecaux hypertrophiés et œdémateux, mucus blanchâtre dans le jéjuno-iléon, nodules calcifiés au niveau du caecum, fibrose hépatique, flammèche sur la capsule hépatiques correspondant a des trajets migratoires parasitaires, nodules calcifiés, pancréas œdémateux, pétéchies sous capsulaires de la rate |
| cavité thoracique     | transsudat citrin limpide ne coagulant pas dans la cavité thoracique, œdème pulmonaire, infiltration œdémateuse des sillons coronaires, léger transsudat dans le péricarde.  |
| cause de la mort      | ND   |

## SITELE

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | petit abcès cutané sur le flanc  |
| lésions squelettiques | RAS  |
| tête                  | tables dentaires très irrégulières   |
| cavité abdominale     | 1/2 L de liquide séreux dans la cavité abdominale, hypertrophie modérée de la rate. Présence d'une trentaine de larve de gastérophiles dans l'estomac. Contenu très liquide vert foncé dans le duodénum, jéjunum, ileon et colon. ganglions mésentériques légèrement hypertrophiés |
| cavité thoracique     | 50ml d'épanchement serohémorragique dans la cavité péricardique, pétéchies sur les ventricules, présence de mousse dans les bronches, stase sanguine dans le poumon gauche   |
| cause de la mort      | ND   |

## SAIN BAINOU

|                       |  |
|-----------------------|--|
| examen externe        | muqueuses blanches   |
| lésions squelettiques | RAS  |
| tête                  | RAS  |
| cavité abdominale     | transsudat claire dans la cavité abdominale, gastérophiles dans l'estomac, foie congestionné |
| cavité thoracique     | RAS  |
| cause de la mort      | ND   |

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEN T. (2003) *Manual of equine dentistry*. 2<sup>nd</sup> ed. St Louis: Mosby, 207 p.
2. BAKER G.J. (1974) *Chirurgie dentaire*. Catcott. E.J., Smithcors J.F, 278 p.
3. BAKER G.J. (1982) Dental Disorders in the Horse. *Comp. on Cont. Ed. For the Practicing Veterinarian*, **4**, No.12, 507-515.
4. BAKER G.J., EASLEY J. (2005) *Equine dentistry*. 2<sup>nd</sup> Ed. Saunders. 353p.
5. BANNIKOV A.G. (1958) *Distribution géographique et biologie du cheval sauvage et du chameau de Mongolie (Equus przewalskii et Camelus bactrians)* Ed. *Mammalia*, **22**, 152-160.
6. BARONE R. (1993) *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 : Ostéologie*. 4<sup>ème</sup> ed. Paris : Vigot Frères, éditeurs, 761 p.
7. BEECH J. (1991) *Equine respiratory disorders*. Philadelphia, London: Lea and Febiger. 468 p.
8. BENIRSCHKE K., MALOUF N., LOW R.J. et al. (1965) Chromosome complement: differences between *Equus caballus* and *Equus Przewalski*, Poliakoff. *Science*, **148**, 382-383.
9. BOURDELLE E. (1938) Essai d'une étude morphologique des équidés préhistoriques de France d'après les gravures rupestres. *Mammalia*, **2**, 1-11
10. BOUMAN-HEINSDIJK I. (1979) Does inbreeding occurs in free living horses? In: DE BOER L.E.M., BOUMAN J., and BOUMAN I. *Genetics and hereditary diseases of przewalski horse*. Ed. Rotterdam: Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski Horse. 122 p.
11. BOUMAN I., BOUMAN J. (1994) The history of Przewalski's horses. In: *Przewalski's horses, the history and biology of endangered species*. Ed. By Lee Boyd and K.A. Houpt, 5-38
12. BOUMAN I. (2008) The Przewalski horse newsletter. In: ROMEIJN P. D. *Site internet de la Foundation for the preservation and protection of the Przewalski horse*. [en ligne], BW Heelsum.
13. [[http://www.treemail.nl/takh/downloads/nieuwsbrief\\_en\\_08\\_lr.pdf](http://www.treemail.nl/takh/downloads/nieuwsbrief_en_08_lr.pdf)] (consulté le 4 janvier 2008)

14. BOWMAN K.F., TATE L.P., ROBERTSON J.T. (1990) Cleft palate, *In: WHITE II N.A., MORE J.N., editors. Current practice of equine surgery*, 277-280.
15. BOYD J. S. (1976) Congenital deformities in two Clydestale foals *Equine Vet. J.*, **8**, n° 4, 161-164.
16. BOYD L.E. (1991) The behavior of Przewalski's horses and its importance to their management. *Applied Animal Behaviour Science*, **29**, 301-318.
17. CARTON DE GRAMMONT S., *Demande de certificat de capacité pour le cheval de Przewalski, annexes II (rapports d'analyses et d'autopsies)*. Diffusion restreinte, 110 p.
18. CHATELAIN E. (1992) *Dents. Diagnose de l'âge des animaux domestiques*. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Laboratoire d'anatomie. 89p.
19. CHUIT P.A. (1991) Anomalies dentaires : la dentisterie équine de tous les jours. *Bull. GTV*, **1**, 81-89.
20. CHUIT P.A. (2004) Les troubles de la bouche juvénile chez les équidés. *Prat. Vét. Equ.*, **36**, n°143, 37-47.
21. CHUIT P.A. (2006) *Odonto-stomatologie équine. « La dentisterie en clientèle »*. Ed automne 2006. Founex, 72p.
22. COFFMAN J.R., HAMMOND L.S. (1979) Weight loss and the digestive system in the horse: problem specific data base. *Vet. Clin. Of North Am. : Large Animal Practice*, **1**, n°2, 237-249.
23. COLAHAN P. T., MAYHEW I. G., MERRITT A. M. (1999) *Equine Medicine and Surgery*. 5<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby, 1460-1461.
24. CRABILL M.R., SCHUMACHER J. (1998) Pathophysiology of acquired dental diseases of the horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, **14**, No. 2, 291-307.
25. CROWE M.W., SWERCZEK T.W. (1985) Equine congenital defects. *Am. J. Vet. Res.* , **46**, No.2, 353-358.
26. CUVIER G. (1800) *Leçons d'anatomie comparée*. Paris : Baudoin, 694 p.
27. DEBOWES R.M. (1990) Brachygnathia, *In: WHITE II N.A., MORE J.N., editors. Current practice of equine surgery*, 469-472.
28. DEBOWES R. M, GAUGHAN E.M. (1998) Congenital dental disease of horses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, **14**, No. 2, 273-289.

29. DE BOER L.E.M. (1988) *Genetics and breeding programs. Genetic guidelines and their background for E.E.P. coordinators*. Ed. Rotterdam: biological research department, 50 p.
30. DE FRANCE H.F. (1979) Chromosomes and evolution. *In: Genetics and hereditary diseases of the Przewalski horse*. Ed. Rotterdam: De Boer et Bouman, 87-96.
31. DIXON P. M., DACRE I. (2005) A review of equine dental disorders. *Vet. J.* **169**, 165-187.
32. DUNN H.O., JOHNSON R.H.Jr. (1972) A 61 XY cell line in a calf with extreme brachygnathia. *J. Dairy Sci.*, **55**, 524-526.
33. DUSEK J. (1978) Evaluating the roman profile of the head in Kladruby horses and its genetic parameters. *J. Anim. Sci.*, **23**, 919-928.
34. EVANS K.E., MCGREEVY P.D (2006). Conformation of the equine skull: a morphometric study. *Anat. Histol. Embryol.*, **35**, 221-227.
35. FEH C. (1994) *TAKH : un troupeau naturel de chevaux de Przewalski sur le Causse Méjean; objectifs à long terme; contexte national et historique. Rapport technique*, Diffusion restreinte, 36 p.
36. FEH C., JOLY F., TATIN L. (2003) *Rapport d'activités de l'association TAKH Juin 1999-Décembre 2002*, diffusion restreinte, 22 p.
37. FEH C., JOLY F. (2006-a) *Rapport de synthèse de l'association TAKH 2003-2005*, diffusion restreinte, 27 p.
38. FEH C., JOLY F. (2006-b) *Strategy and programme 2006-2009. Maintaining biodiversity through mobile pastoralism as a cultural heritage: Takh's contribution to the management of the Khomiintal bufferzone of the Khar Us Nuur National Park in Mongolia. Rapport technique*, diffusion restreinte, 13 p.
39. FEH C., JOLY F. (2007-a) *Framework, summary report 2006 and programme. Maintaining biodiversity through mobile pastoralism as a cultural heritage: Takh's contribution to the management of the Khomiintal bufferzone of the Khar Us Nuur National Park in Mongolia. Rapport technique*, diffusion restreinte, 19 p.
40. FEH C., JOLY F. (2007-b) *Site de l'association TAKH [en-ligne]*. Mise à jour le 10 juin 2007 [<http://www.takh.org>], (consulté le 4 janvier 2007).
41. FESSLER J.F., (1988) Heterotypic polyodontia in horses: nine cases (1969-1986). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **192**, No 4, 535-538.

42. FINOCCHIO E. J. (1973) A case of contracted foal syndrome. *Vet. Med.*, **68**, 1254-1255.
43. GAUGHAN E.M., DEBOWES R. M. (1993) Congenital diseases of the equine head. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* **9**, No. 1, 93-110.
44. GIFT L.J., DEBOWES R.M., CLEM M.F., RASHMIR-RAVEN A., NYROP K.A (1992). Brachygnathia in horses: 20 cases (1979-1989). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **200**, No.5, 715-719.
45. GIRARD I. (1995) *Le cheval de Przewalski : sa disparition et les tentatives actuelles de réintroduction*. Thèse Med. Vét., Nantes., N°65, 131 p.
46. GLUHOVSCHI N., BISTRICEANU M., CODREANU N., BRATU M. (1968) Contribution à l'étude cytogénétique du brachygnathisme inférieur chez les bovins et du mécanisme de la transmission héréditaire de cette malformation. *Rec. Méd. Vét.*, **Tome 144**, No 9, 829-837.
47. GOUBAUX B., BARRIER G. (1884) *L'extérieur du cheval*. Paris, Asselin, 1067p.
48. GREET T. R. C., HOWARTH S. (1995) The ear, nose and throat. *In: HIGGINS A. J., WRIGHT I. M. The equine manual*. London: W. B. Saunders Company Ltd, 330-331.
49. GROVES C.P. (1994) Morphology, habitat and taxonomy. *In: Przewalski's, the history and biology of endangered species*. Ed by Lee Boyd and Katherine A.Haupt, 39-60.
50. HANSET R., MICHAUX C. (1978) Anomalies au niveau du maxillaire inférieur (Brachygnathisme et déviation) chez le bovin culard. *Ann. Méd. Vét.*, vol.122, 649-655.
51. HEIDARI M., VOGT D.W., NELSON S.L. (1985) Brachygnathia in a herd of Angus cattle. *Am.J.Vet.Res*, **46**, No.3, 708-710.
52. HENNET PH. (1997) Anomalies de la taille des mâchoires. *Point Vétérinaire*, **28**, n°180, 63-66.
53. HOUPPT K.A., FRASER A.F. (1988) Editorial: Przewalski horses. *Applied Animal Behaviour Science*, **21**, 1-3.
54. HUSTON R., SAPERSTEIN G., LEIPOLD B. S. H. W. (1977) Congenital defects in foals. *J. Equ. Med. Surg.*, **1**, n°4, 146-161.
55. JAYO M., LEIPOLD H.W., DENNIS S.M., ELDRIDGE F.E. (1987) Brachygnathia superior and degenerative joint disease: a new lethal syndrome in Angus calves. *Vet. Pathol*, **24**, 148-155.

56. JEANCLAUDE D. (1983) Le parasitisme interne du cheval. *Bulletin des GTV*, **4**, 39-48.
57. JONES W.E., BOGART R. (1971) *Genetics of the horse*, Ed. Edwards Borthers, Inc., Ann Arbor, Michigan, 660 p.
58. KAINER R.A. (1993) Clinical anatomy of the equine head. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, **9**, No. 1, 1-23.
59. KEIPER R.R., RECEVEUR H. (1992) Social interactions of free-ranging Przewalski horses in semi-reserves in the Netherlands. *Applied Animal Behaviour Science*, **33**, 303-318.
60. KNOWLES J., WAKEFIELD S. (1992) Przewalski's horse. In: *Zebras, asses and horses. An action plan for the conservation of wild equids*. Ed. Switzerland : Duncan, 21-32.
61. LANGLOIS B. (1973) Caractères quantitatifs chez le cheval : aspects génétiques. *Bulletin technique du département de génétique animale INRA*, N° 16, 135.
62. LEBLANC M.A. (1984) *le cheval : comportement, vie sociale, relations avec l'environnement*. Ed. Les éditions de l'homme, 332p.
63. LE GOUAR P., ROCHE H. (2000) *Conservation d'une espèce éteinte à l'état sauvage : l'exemple du cheval de przewalski au travers de l'association Takh*. Mémoire de 2<sup>ième</sup> année de DEUG de Biologie, 29 p.
64. LEIPOLD H. W., HUSTON K., DENNIS S. M. (1983) Bovine congenital defects. *Adv. In Vet. Sc. And Comp. Med.* **27**, 197-258.
65. MATTHEWS J.G., DELHANTY J.D.A. (1979) Chromosome studies in Przewalski horses (*Equus przewalski*). In: *genetics and hereditary diseases of the Przewalski horse*. Ed. Rotterdam: de Boer et Bouman, 71-84.
66. MOHR E. (1971) *The Asiatic wild horse (Equus Przewalskii Poliakoff, 1881)*. Ed. London: J.A. Allen and Co. 124 p.
67. MOLLER K., JAMES J.P. (1975) Brachygnathia inferior- Is it heritable? *NZ Vet.* **23**, 175- 179.
68. MUELLER E. (1991) Equine dental disorders: cause, diagnosis, and treatment. *Comp. on cont. ed. for the Practicing Vet.*, **13**, No 9, 1451-1461.
69. PENCE P. (2002) *Equine dentistry: a practical guide*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 275 p.

70. PUYALTO-MOUSSU C., COLLOBERT C., TARIEL G., et al. (1999) Etude des malformations congénitales chez les équidés en région Basse-Normandie: incidence au cours de quatre années d'autopsie (1994-1998) et facteurs étiologiques. *Epidémiol. et santé anim.* **35**, 87-96.
71. PUCHOL J. L., HERRAN R., DURALL I., et al. (2004) Use of distraction osteogenesis for the correction of deviated nasal septum and premaxilla in a horse. *J. A. V. M. A.*, **224**, n° 7, 1147-1150.
72. QUESNEL F., ROSSIER E., LANGLOIS B. (1981) Les anomalies héréditaires chez le cheval. *C.E.R.E.O.P.A.* 37-38.
73. RADINSKY L. (1984) Ontogeny and phylogeny in horse skull evolution. *Evolution.* **38**, 1-15.
74. ROONEY J. R. (1965) Contracted foals. *The Cornell Veterinarian.* **56**, 173-187.
75. SHEPPER G. G. (1979) A theoretical model to introduce domestic horse genes into Przewalski horse without losing their original number of chromosome. *In: Genetics and hereditary diseases of the Przewalski horse.* Ed. Rotterdam: Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski Horse, 141-148.
76. SMITH B. P. (2002) *Large animal internal medicine.* 3<sup>rd</sup> ed. St Louis, London, Philadelphia, Sydney, Toronto: Mosby, INC, 1735 p.
77. SOANA S., GNUDI G., BERTONI G. (1999) The teeth of the horse: evolution and anatomo-morphological and radiographic study of their development in the foetus. *Anat. Histol. Embryol.*, **28**, 273-280.
78. TUDOR R. A., RAMIREZ O., TATE L. P., et al. (1999) A congenital malformation of a maxilla of a horse. *Veterinary Radiology And Ultrasound.* **40**, n°4, 353-356.
79. UNITE PEDAGOGIQUE D'ANATOMIE (1989) *Guide de dissection des mammifères domestiques (équidés, ruminants, carnivores) : Tête.* Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 111 p.
80. VANDERPLASSCHE M., SIMOENS P., BOUTERS R., et al. (1984) Aetiology and pathogenesis of congenital torticollis and head scoliosis in the equine foetus. *Eq. Vet. J.*, **16**, n°5, 419-424.
81. VERNHET S. (1996) *Aspects génétiques de la conservation et de la réintroduction du cheval de Przewalski (Equus przewalskii): étude bibliographique et analyse de viabilité à l'aide du logiciel Vortex, de la population en semi-liberté dans les Cévennes.* Thèse Méd. Vét., Toulouse ; n°35, 164 p.
82. VIREVIALLE H. (2005) *Dentisterie équine. Cours d'odonto-stomatologie équine.* Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de la clinique équine. 27p.

83. WALMSLEY J.P. (1993) Some observations on the value of ageing 5-7-year-old horses by examination of their incisor teeth. *Equine Vet. Educ.*, **5**, 295-298.
84. WEISS S. (2003) *Le cheval de Przewalski (Equus ferus przewalski)*. Thèse Méd. Vét., Alfort ; n°98, 336 p.
85. XINHUA (2007) Six chevaux de Przewalski remis dans la nature au Xinjiang *In : Site internet d'information sur Beijing*. [en-ligne]. Beijing : Beijing information [[http://www.bjinformation.com/enen/txt/2007-08/23/content\\_73604.htm](http://www.bjinformation.com/enen/txt/2007-08/23/content_73604.htm)] (consulté le 4 Janvier 2008).



# **Etude morphométrique de crânes de chevaux de Przewalski en collaboration avec l'association TAKH**

NOM et Prénom : LARDY Susie et LATAPIE Sophie

## Résumé

Le cheval de Przewalski est le dernier cheval sauvage au monde. Grâce aux parcs zoologiques, il a pu être sauvé de l'extinction. Nous avons travaillé en partenariat avec l'association TAKH qui contribue, depuis 1990, à la sauvegarde de l'espèce. L'objectif était d'étudier douze têtes osseuses de chevaux de Przewalski, conservées par l'association, dans le but de répertorier d'éventuelles anomalies et de savoir si elles pourraient être mises en cause dans le décès de ces individus. L'observation et la description de la dentition et de la mâchoire ont permis de mettre en évidence un grand nombre d'anomalies, en particulier des défauts d'usure des dents, des malocclusions et des déviations des mandibules et du maxillaire. Les mesures d'angle de déviation de la mâchoire ont révélé des asymétries axiales, relativement marquées pour quatre têtes osseuses. Après étude des comptes-rendus d'autopsies, il ressort que presque tous les chevaux étaient infestés massivement par des parasites internes. Le parasitisme aigu ajouté aux malformations de la dentition et de la mâchoire a probablement entraîné chez ces chevaux un amaigrissement et un affaiblissement importants, qui pourraient être à l'origine de leurs décès.

Mots clés : Morphométrie, Crâne, Tête Osseuse, Mâchoire, Déviation, Réintroduction Des Espèces, Equidés, Cheval, Race Chevaline, Przewalski.

Jury :

Président : Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Directeur : Céline ROBERT

Assesseur : Fabienne CONSTANT

Adresse de l'auteur :

LARDY Susie, 13 rue des Carmes, 86150 L'ISLE JOURDAIN

LATAPIE Sophie, 41 rue Jean-Pierre Timbaud, 92130 ISSY LES MOULINEAUX

# **Morphometric study of Przewalski's horses skull in collaboration with TAKH association.**

SURNAME and Given name: LARDY Susie and LATAPIE Sophie

## Summary

The Przewalski's horse is the last wild horse of the world. Thanks to the zoo, it has been rescued from the extinction. We worked in partnership with TAKH, an association which has contributed to the conservation of this species since 1990. The objective was to study twelve skulls of Przewalski's horses, kept by the association, with the aim of listing possible abnormalities and to find out any relationship with the death of these animals. The observation and the description of teeth and jaws revealed many abnormalities, such as defects of teeth's wear, malocclusion and deviation of mandibles and maxillary. The measurements of the angle of jaw's deviation showed axial asymmetries, which were important for four skulls. Study of necropsy reports revealed that most horses were massively infested by internal parasites. The pointed parasitism and the abnormalities of teeth and jaws may be responsible for an important loss of weight and decline, then have contributed to their death.

Keywords: Morphometry, Skull, Osseous Head, Jaw, Curvature, Reintroduction Of Species, Equidae, Horse, Equine Breed, Przewalski.

Jury :

President : Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Director : Céline ROBERT

Assessor : Fabienne CONSTANT

Author's address:

LARDY Susie, 13 rue des Carmes, 86150 L'ISLE JOURDAIN

LATAPIE Sophie, 41 rue Jean-Pierre Timbaud, 92130 ISSY LES MOULINEAUX