

Indicateurs de stress squelettiques et dentaires : qu'en est-il chez les grands singes africains ?

Hélène HÜRNER et Martine VERCAUTEREN

Résumé

Les indicateurs de stress sont fréquemment employés par les paléanthropologues dans le cadre des reconstitutions du niveau de morbidité et de l'état nutritionnel des populations anciennes. Ils sont cependant moins utilisés et étudiés chez les primates non humains. Nous avons examiné 880 crânes de grands singes africains (chimpanzés, bonobos et gorilles) appartenant aux collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique et du Musée Royal de l'Afrique Centrale.

Les principaux indicateurs de stress de cette étude sont les hypoplasies de l'émail dentaire (réduction de l'épaisseur de l'émail), les *cribra orbitalia* (perforations du plafond de l'orbite) et les lignes de Harris (strates d'os trabéculaires plus épaisses). Notre objectif était d'approfondir ce domaine, à l'aide d'un vaste échantillon de grands singes africains et de préciser ce que ces défauts pouvaient apporter dans le domaine de la primatologie.

En observant les hypoplasies, nous notons que, chez les jeunes, les trois espèces de grands singes sont significativement différemment affectées. En regardant les *cribra orbitalia*, nous remarquons que les bonobos (*Pan paniscus*) ont significativement plus de défauts que les gorilles (*Gorilla gorilla*). Quant aux lignes de Harris, non encore étudiées à ce jour chez les primates non humains, nous avons pu prouver leur présence chez le genre *Pan*.

Nous pensons que la variation taxonomique de la prévalence de ces trois indicateurs de stress peut être influencée par plusieurs facteurs, dont les suivants : les différences interspécifiques de développement et de morphologie de l'émail et les facteurs environnementaux (habitat, régime alimentaire, ...).

Cela rend donc l'interprétation de ces indicateurs complexe et des études supplémentaires sur l'implication de ces différents facteurs permettraient de les utiliser plus concrètement chez les primates non humains.

Abstract

Stress indicators in African great apes

Stress indicators are frequently used by paleoanthropologists, especially when reconstructing levels of morbidity and health status in past populations. They are however less frequently analysed in non human primates. We have examined 880 African great apes (chimpanzees, bonobos and gorillas) of the skeleton collections of the Royal Institute of natural Sciences of Belgium of Central Africa.

*The main stress indicators (under study) are the dental enamel hypoplasia (decrease in enamel width), the *cribra orbitalia* (porosity in the orbit wall) and the Harris lines (thickened bone trabeculae). Our objective was to make deeper searches through a large sample of African great apes and precise what these defects could reveal in primatology.*

*When observing dental hypoplasia, we noted that in juveniles, the three species are significantly affected. When observing the *cribra orbitalia*, we have noted that the bonobos (*Pan paniscus*) had significantly more defects than the gorillas (*Gorilla gorilla*). Concerning the Harris lines that have not been studied yet amongst non human primates, we could confirm their presence in the genus *Pan*.*

We think that the taxonomic variation of the high frequency of these three stress indicators could be affected by various factors, such as: inter-specific differences related to development and morphology of enamel and environmental influences (habitat, diet, ...). All this makes the interpretation of these indicators more difficult, and more studies on the influence of these various factors could improve their concrete application amongst non human primates.

1. INTRODUCTION

Les principaux indicateurs de stress squelettiques et dentaires sont les hypoplasies de l'émail dentaire, les *cribra orbitalia*, et les lignes de Harris. Ils sont fréquemment employés par les paléanthropologues dans le cadre des reconstitutions du niveau de morbidité et de l'état nutritionnel des populations anciennes. Cependant, ils sont moins utilisés et étudiés chez les primates non humains; notamment chez les grands singes africains *Gorilla gorilla*, *Pan troglodytes* et *Pan paniscus*.

L'hypoplasie de l'émail dentaire est une réduction de l'épaisseur de l'émail due à des stress physiologiques pendant la phase de

sécrétion de l'amélogénèse, au cours de la croissance de la dent (Goodman & Rose, 1990).

Chez les humains, il existe deux grands types d'hypoplasies dentaires.

– Le premier se situe sur la denture permanente; on y rencontre le plus souvent des défauts de type linéaire et plus rarement des défauts de type « puits » et « plan » (Hillson & Bond, 1997).

– Le second s'observe dans la denture lactéale sous l'aspect d'un défaut de forme arrondie se situant sur les canines; il est appelé LHPC « *localized hypoplasia primary canine* » par Skinner (1986b).

Chez l'homme, les hypoplasies de la denture permanente sont le plus souvent associées à des

maladies infectieuses (Sarnat & Schour, 1941), à des déficiences nutritionnelles (El-Najjar *et al.*, 1978) et à des parasites (Suckling *et al.*, 1986 in Goodman & Rose, 1990).

Chez les primates non humains, en plus de ces trois dernières causes, sont régulièrement cités la captivité, le sevrage, les stress dus aux maladies saisonnières... (Guatelli-Steinberg, 2000; Skinner, 1986a, 2000). De plus, les saisons semblent particulièrement affecter les grands singes qui présentent souvent plus de huit hypoplasies par canines (Guatelli-Steinberg, 2000). Skinner (1986a, 2000) a étudié ces hypoplasies répétées et a observé une périodicité de six mois entre chaque hypoplasie. Il a fait correspondre cela au pattern semi-annuel des saisons des pluies de certaines régions d'Afrique centrale.

En ce qui concerne les LHPC, elles seraient dues, chez les humains et les primates non humains, à des déficiences en calcium, à des maladies infantiles fébriles comme la scarlatine ou la varicelle, à la malnutrition, à un faible ensoleillement (Lukacs, 1999).

Les études concernant le défaut LHPC de la denture lactéale chez les grands singes sont rares (Eckhardt & Protsh von Zieten, 1993; Lukacs, 1999, 2001).

Quant aux études sur les hypoplasies de la denture permanente chez les primates non humains, excepté le travail de Colyer publié en 1936, ce n'est que depuis les années quatre-vingts que des recherches plus approfondies sur ce sujet ont commencé. Les grands singes ont particulièrement intéressé les chercheurs car ils montrent une plus grande prévalence des défauts comparés aux autres primates non humains (Moggi-Cecchi & Crovella, 1991; Vitzhum & Wikander, 1998; Guatelli-Steinberg & Skinner, 2000; Guatelli-Steinberg, 2000).

Parmi ces grands singes, des études montrent que les chimpanzés et les orang-outans ont une plus grande fréquence d'hypoplasies dentaires que les gorilles. En ce qui concerne les bonobos, seules deux études ont été réalisées (Skinner, 2000; Tsukamoto, 2001) et cette espèce montrerait, selon Tsukamoto, une grande fréquence d'individus atteints d'hypoplasies de la denture permanente.

Ces différences interspécifiques pourraient s'expliquer par des facteurs intrinsèques comme les variations de taille et de hauteur des couronnes dentaires, la visibilité et les espacements des périkématies (faibles dépressions qui sont

les manifestations en surface des stries de Retzius, lignes de croissance de l'émail), la longueur des périodes de formation des couronnes mais aussi par des facteurs environnementaux : les différents régimes alimentaires, habitats et comportements que montrent les espèces.

Les *cribra orbitalia* sont des altérations qui se localisent au niveau du toit des orbites et qui consistent en une hypertrophie du tissu osseux spongieux et un amincissement du cortex (Stuart-Macadam, 1985). Elles s'expriment sous forme de perforations de la surface externe de l'os. Nathan & Haas (1966) répartissent le défaut en quatre degrés : porotique, cribrotique, trabéculaire et trabéculaire résorbé.

Chez les humains, ce défaut est principalement un indicateur d'anémies ferriprives dues aux accouchements, aux blessures graves et aux parasitoses (Cybulski, 1977; Stuart-Macadam, 1992) mais peut aussi être lié aux anémies héréditaires et à la malnutrition (Nathan & Haas, 1966; Hengen, 1971).

Cet indicateur de stress a très rarement été étudié chez les primates non humains et nous ne trouvons, dans la littérature, que trois études les concernant (Schultz, 1956; Nathan & Haas, 1966; Huhn, 1969). Nathan & Haas (1966) ont remarqué que les caractéristiques du défaut semblaient similaires à celles observées chez les humains et qu'il existe une plus grande fréquence de *cribra orbitalia* chez les grands singes comparés aux platyrhiniens. Cependant, leurs échantillons sont de petite taille.

Les lignes de Harris sont des strates d'os trabéculaires plus denses et plus épaisses qui se forment dans les métaphyses des os longs en développement, parallèlement au disque épiphysaire (Hummert & Van Gerven, 1985). Plutôt que l'arrêt de croissance lui-même, elles soulignent davantage une récupération après un déséquilibre (*catch-up growth*) [Gindhart, 1969; Polet & Orban, 2001]. Les lignes de Harris ont été surtout associées à la malnutrition (McHenry, 1968) et à de nombreuses maladies comme la rougeole, la coqueluche, la varicelle, etc. (Hummert & Van Gerven, 1985; Nowak & Piontek, 2002). Ces lignes ont été induites expérimentalement chez de nombreux animaux comme les rats et les cochons (McHenry, 1968) mais nous n'avons trouvé aucune étude chez les primates non humains.

Vu le peu d'études sur les indicateurs de stress chez les primates non humains, nous avons voulu approfondir ce domaine, à l'aide

d'un vaste échantillon de grands singes africains et préciser ce que ces défauts, fréquemment utilisés en paléoanthropologie, pouvaient apporter dans le domaine de la primatologie.

2. MATÉRIEL

Nous avons examiné 880 crânes de grands singes africains, à savoir *Gorilla gorilla*, *Pan troglodytes* et *Pan paniscus* appartenant aux collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRScNB) et du Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) [tableau 1].

Espèce	IRScNB N	MRAC N	TOTAL N
<i>Gorilla gorilla</i>	41	232	273
<i>Pan troglodytes</i>	36	384	420
<i>Pan paniscus</i>	5	182	187
TOTAL	82	798	880

Tabl. 1 — Effectifs (N) et provenance des échantillons.

La très grande majorité de l'échantillon est constituée d'individus sauvages. Les quelques individus « captifs » proviennent des Zoos d'Anvers et de Léopoldville (7 *Pan paniscus*, 36 *Pan troglodytes* et 10 *Gorilla gorilla*) ainsi que d'un laboratoire médical qui travaillait sur des vaccins contre la poliomyélite (30 *Pan troglodytes*, Stanleyville, Congo belge, 1955–1960).

Notre échantillon se compose de mâles, de femelles et d'individus de sexe inconnu (tableau 2).

Espèce	Mâles N	Femelles N	Sexe inconnu N
<i>Gorilla gorilla</i>	123	89	61
<i>Pan troglodytes</i>	133	137	150
<i>Pan paniscus</i>	66	70	49

Tabl. 2 — Nombre d'individus (N) mâles, femelles et de sexe inconnu par espèce.

Nous avons divisé l'échantillon en cinq catégories d'âges selon la classification de Nissen & Riesen (1964) [tableau 3] : enfants (éruption des dents lactéales), juvéniles (éruption des premières molaires définitives), sub-adultes (éruption des canines et de la troisième molaire définitive), adultes (éruption complète de la dentition permanente) et matures (dents usées en dessous du tiers occlusal/apical).

Nous avons observé de nombreux dommages *post-mortem* (près des $\frac{2}{3}$ de notre échantillon) sur les mâchoires et les dents, souvent cassées ou manquantes. Nous avons éliminé les dents usées en dessous du tiers occlusal/apical suivant en cela Hutchinson & Larsen (1988).

3. MÉTHODES

Dans notre étude des hypoplasies dentaires, nous avons examiné les incisives (I1 et I2), les canines (C) et les prémolaires (P3 et P4) de la denture permanente ainsi que les canines lactéales. Nous avons éliminé les molaires de notre étude car elles ne présentent que très rarement des défauts de l'émail (Moggi Cecchi & Crovella, 1991).

Nous nous sommes basées sur les deux classifications les plus couramment utilisées (Sarnat & Schour, 1941; FDI, 1982) chez les humains et les primates non humains, tout en essayant d'affiner celles-ci. Premièrement, nous avons distingué les hypoplasies de type « puits simples » (distribués de façon éparses) des « puits alignés ». Deuxièmement, dans les hypoplasies horizontales, nous avons fait la différence entre les lignes et les sillons et considéré une hypoplasie comme un sillon lorsque sa largeur était égale ou supérieure à 1 mm, cette mesure étant effectuée à l'aide d'une latte graduée en mm. Ce faisant, nous avons remarqué que les hypoplasies horizontales pouvaient être continues ou discontinues mais nous n'avons pas tenu

Espèce	Enfants N	Juvéniles N	Sub-adultes N	Adultes N	Matures N
<i>Pan paniscus</i>	34	61	26	51	15
<i>Pan troglodytes</i>	53	94	37	180	55
<i>Gorilla gorilla</i>	21	40	10	165	37
TOTAL	109	195	73	396	107

Tabl. 3 — Répartition des individus selon les catégories d'âge.

compte de cette différence dans l'analyse tant il était subjectif de décider si une hypoplasie était réellement discontinue ou si cette discontinuité était due au relief et/ou à l'usure de l'émail.

Les dents des trois espèces de grands singes africains présentent un relief très irrégulier et une coloration fort variable qui limitent l'observation à l'œil nu. Pour la recherche des hypoplasies, nous avons, dès lors, réalisé des moulages de dents. À cet effet, nous avons utilisé du polyvinylsiloxane (*Coltene president light body*), employé en dentisterie pour des empreintes de très haute précision.

La méthode consiste à appliquer le produit sur la dent, le laisser sécher et démouler le moulage négatif (fig. 1). En cours de travail, nous avons observé que la vision des défauts était la meilleure sur le moulage négatif, car le positif (fig. 1), sans traitement particulier, présente plus de reflets.

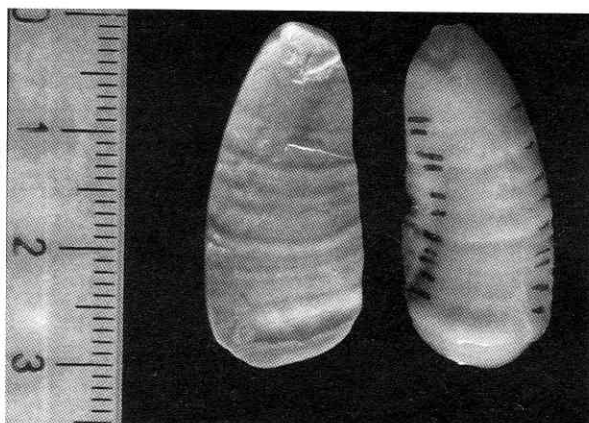


Fig. 1 — Moulage négatif (à gauche) et moulage positif (à droite) d'une canine supérieure de *Gorilla gorilla gorilla*.

L'observation du moulage s'effectue à l'œil nu sous une lampe projetant une lumière incandescente (60 W) orientée obliquement pour une meilleure observation des détails du relief. Nous avons décidé d'un seuil de détection très bas de manière à ne pas manquer les petits défauts mais nous ne voulions pas utiliser de microscope pour ne pas confondre les hypoplasies avec les périkématies (anneaux de croissance), plus petites. Nous avons considéré un individu comme positif pour les hypoplasies dès qu'un défaut était visible.

Pour l'identification des *cribra orbitalia*, nous avons suivi Nathan et Haas (1966) qui définissent plusieurs degrés à l'aide de photographies, de dessins et d'indications qualitatives. Pour leur détection, nous avons parfois utilisé la

technique du moulage qui s'est avérée très utile dans les cas les plus difficiles.

N'ayant trouvé aucune étude sur les lignes de Harris chez les primates non humains, nous sommes basée, pour leur recherche, sur les publications concernant ces défauts chez les humains. Ainsi, nous avons choisi des jeunes individus pour diminuer les risques de résorption du défaut lors du remaniement osseux et nous avons observé les tibias à l'instar de certains chercheurs (Gindhart, 1969; Hummert & Van Gerven, 1985; Clarke & Mack, 1988). Lorsque les tibias étaient manquants, nous avons examiné les fémurs, autre os long présentant souvent des lignes de Harris chez l'homme.

Cette étude exploratoire concerne 25 individus sélectionnés selon les conditions précitées et les disponibilités des squelettes. Les radiographies ont été réalisées au service radiologique de l'hôpital Érasme (Université Libre de Bruxelles). Nous avons considéré un défaut comme une ligne de Harris lorsque celui-ci était visible à l'œil nu et qu'il s'étendait au moins jusqu'à la moitié de la diaphyse de l'os (critère de définition de la ligne de Harris chez l'Homme selon Hummert et Van Gerven, 1985).

4. RÉSULTATS

4.1. Hypoplasies de l'émail dentaire

4.1.1. Différences interspécifiques

Les différences taxonomiques quant à la présence ou non d'hypoplasies dentaires sont analysées au niveau de l'individu.

En ce qui concerne le défaut LHPC de la denture lactéale, nous avons trouvé 96,7 % ($N_t = 31$) d'individus présentant des hypoplasies chez *Gorilla gorilla*, 52,5 % ($N_t = 61$) chez *Pan paniscus* et 25,5 % ($N_t = 106$) chez *Pan troglodytes* (fig. 2).

La différence interspécifique est très hautement significative ($\chi^2 = 51,422$, ddl = 2, $p < 0,000^{***}$). Quant aux hypoplasies de la denture permanente, presque tous les individus de notre échantillon sont affectés : 100 % ($N_t = 108$) de *Pan troglodytes*, 97,9 % ($N_t = 48$) de *Pan paniscus* et 95 % ($N_t = 60$) de *Gorilla gorilla*. Ici, il n'y a pas de différence interspécifique quant aux nombres d'individus atteints par les hypoplasies de la denture permanente ($\chi^2 = 5,42$, ddl = 2, $p = 0,071$).

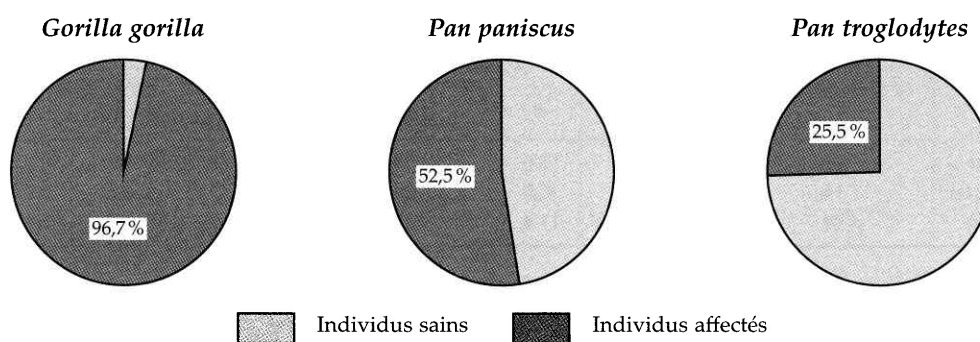


Fig. 2 — Pourcentages d'individus affectés par LHPC.

4.1.2. Dimorphisme sexuel

Nous avons relevé le nombre de mâles et de femelles affectés dans chacune des trois espèces et ce pour la denture lactéale (tableau 4a) et permanente (tableau 4b). Notons que l'effectif est ici fortement réduit car nous avons sélectionné les individus à mâchoire complète et dont le sexe avait été identifié.

Les tests χ^2 nous indiquent qu'il n'y a aucune différence significative entre mâles et femelles tant pour la denture lactéale que pour la denture permanente.

4.2. *Cribra orbitalia*

4.2.1. Différences interspécifiques

Nous avons trouvé 16 % ($N_t = 187$) de *Pan paniscus* atteints de *cribra orbitalia*, 10,4 % ($N_t = 420$) de *Pan troglodytes* et 9,1 % ($N_t = 273$) de *Gorilla gorilla*. Globalement, les différences interspécifiques sont non significatives ($\chi^2 = 5,723$, $ddl = 2$, $p = 0,062$). Notons, cependant, que comparés aux deux autres espèces, les *Pan*

paniscus semblent davantage affectés (comparés aux *Gorilla gorilla*, l'espèce *Pan paniscus* présente significativement plus de *cribra orbitalia*, $\chi^2 = 5,1378$, $ddl = 1$, $p = 0,023^*$).

4.2.2. Dimorphisme sexuel

Nous n'avons trouvé aucune différence significative entre mâles et femelles chez les trois espèces (tableau 5).

4.3. Lignes de Harris

Sur les 25 os longs sélectionnés, 10 appartenant au genre *Gorilla* et 15 au genre *Pan*, nous avons trouvé six individus présentant des lignes de Harris (fig. 3). Parmi ces six individus, trois sont des *Pan paniscus* et les trois autres des *Pan troglodytes*. Nous n'avons trouvé aucun gorille affecté.

Nous avons également remarqué que, contrairement aux lignes de Harris claires et

Espèce	Mâles			Femelles			Test χ^2	
	N	Total	%	N	Total	%	χ^2	p
<i>Pan paniscus</i>	17	24	70,8	7	12	58,3	1,533	0,308
<i>Pan troglodytes</i>	5	24	20,8	5	21	23,8	0	> 0,995
<i>Gorilla gorilla</i>	5	5	100	4	4	100	0,011	0,923

Tabl. 4a — Fréquence de mâles et de femelles affectés par taxon pour la denture lactéale et tests χ^2 .

Espèce	Mâles			Femelles			Test χ^2	
	N	Total	%	N	Total	%	χ^2	p
<i>Pan paniscus</i>	12	13	92,3	22	22	100	0,562	0,481
<i>Pan troglodytes</i>	30	30	100	45	45	100	0,268	0,67
<i>Gorilla gorilla</i>	29	30	96,7	28	29	96,5	0	> 0,995

Tabl. 4b — Fréquence de mâles et de femelles affectés par taxon pour la denture permanente et tests χ^2 .

Espèce	Mâles			Femelles			Test χ^2	
	N ^{bre} d'individus atteints	N ^{bre} total d'individus	%	N ^{bre} d'individus atteints	N ^{bre} total d'individus	%	χ^2	p
<i>Pan paniscus</i>	9	66	13,6	14	70	20	0,979	0,322
<i>Pan troglodytes</i>	14	133	10,5	16	137	12	0,224	0,636
<i>Gorilla gorilla</i>	14	123	11,4	5	89	5,6	1,419	0,233

Tabl. 5 — Pourcentages, par espèces, de mâles et de femelles atteints de cribra et résultats des tests χ^2 .

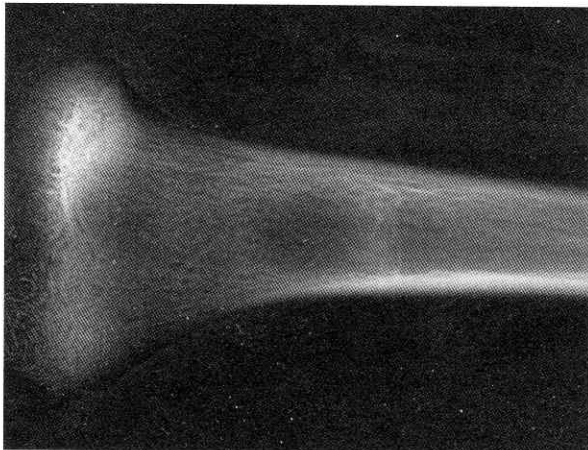


Fig. 3 — Lignes de Harris.

droites trouvées chez les humains, les lignes aperçues sur nos radiographies étaient moins nettes et parfois incurvées.

4.4. Relations entre les trois indicateurs de stress

L'existence d'une possible relation entre les indicateurs de stress chez les humains a été évoquée à plusieurs reprises dans la littérature (Cook & Buikstra, 1979; Clarke, 1982; Maat, 1984; Stuart-Macadam, 1985). N'ayant jamais été étudiée chez les primates non humains, nous avons voulu voir ce qu'il en était chez les grands singes africains.

Nous avons testé l'éventuelle association entre les *cribra orbitalia* et les hypoplasies dentaires et nous n'avons trouvé aucune association significative entre ces deux indicateurs de stress chez les trois espèces.

De par le petit nombre d'os examinés, nous n'avons pas pu tester la relation avec les lignes de Harris. Notons cependant que deux individus présentaient des *cribra orbitalia* mais pas d'hypoplasies, deux autres montraient des hypoplasies mais pas de *cribra orbitalia* et les deux derniers n'avaient que des lignes de Harris.

5. DISCUSSION ET CONCLUSION

D'un point de vue méthodologique, nous pensons que si l'observation à l'œil nu peut suffire pour distinguer les hypoplasies des dents humaines (à la surface lisse) souvent colorées par du tartre, chez les grands singes, par contre, la méthode du moulage est très utile. Elle permet en effet d'archiver le matériel, d'éliminer les erreurs dues à un relief de l'émail très prononcé et/ou dues à une coloration brunâtre et uniforme souvent présente.

Nous n'observons aucune différence significative entre le nombre de mâles et de femelles atteints d'hypoplasies tant pour la denture lactéale que pour la denture permanente.

Nous observons une nette différence entre espèces pour ce qui concerne les hypoplasies de la denture lactéale, ou LHPC. Nous trouvons en effet 96,7% de gorilles, 52,5% de chimpanzés et 25,5% de bonobos affectés par les LHPC. Or, nos résultats concordent relativement bien avec ceux de Lukacs (1999, 2001) qui trouve un faible pourcentage de chimpanzés affectés (22–47,6%) et un grand pourcentage de gorilles affectés (88,7–86,9%).

Par contre, lorsqu'on observe la denture permanente, presque tous les individus de notre échantillon semblent présenter des hypoplasies et les différences interspécifiques disparaissent.

La différence de pourcentages des défauts observés, LHPC et hypoplasie de la denture permanente, selon les espèces semble montrer que des causes et des facteurs différents doivent influencer leur formation.

Au niveau de la denture permanente, nous remarquons que tous nos individus semblent plus fortement atteints que dans les études des autres chercheurs (tableau 6). Soit, notre méthode d'observation est très sensible et notre seuil de détection des défauts est plus bas que celui des autres auteurs, soit les individus des collections que nous avons étudiées sont fort atteints par le défaut. Concernant ce dernier

Espèce	Denture lactéale		Denture permanente	
	%	Source	%	Source
<i>Gorilla gorilla</i>	87-89	Lukacs (1999, 2001)	50-76	Skinner (1986a) Guatelli-Steinberg & Skinner (2000) Hannibal (2000) Newell (1998) Guatelli-Steinberg (2000)
	96,7	Hürner (2002)	95	Hürner (2002)
<i>Pan troglodytes</i>	22-48	Lukacs (1999, 2001)	52-85	Skinner (1986a) Guatelli-Steinberg & Skinner (2000) Hannibal (2000), Newell (1998) Guatelli-Steinberg (2000)
	25,5	Hürner (2002)	100	Hürner (2002)
<i>Pan paniscus</i>			98,8	Tsukamoto (2001)
	52,5	Hürner (2002)	97,9	Hürner (2002)

Tabl. 6 — Approximation des pourcentages d'espèces touchées par les hypoplasies.

point, notons que Tsukamoto (2001), qui a également étudié le défaut chez les bonobos du MRAC, a trouvé que 98,8 % d'entre eux étaient atteints d'hypoplasies de l'émail dentaire. Or, nous avons trouvé 97,9 % de *Pan paniscus* atteints.

Chez l'homme, tant pour la denture lactéale que pour la denture permanente, on observe de grandes variations selon qu'on étudie des populations favorisées ou défavorisées. Ainsi, Sweeney *et al.* (1971) observent, chez des enfants guatémaltèques mal nourris, 73,1 % d'individus atteints par les hypoplasies lactéales et, chez d'autres souffrant moins de malnutrition, 42,9 % d'individus atteints. De même, Enwonwu (1973) observe que 21 % d'enfants Yoruba socio-économiquement défavorisés présentent des hypoplasies lactéales contre 0 % chez les enfants issus d'un milieu plus favorable. En ce qui concerne la denture permanente, plusieurs études mentionnent des niveaux élevés d'hypoplasies variant de 70 à 100 %. Ils affectent des populations d'esclaves (Rathbun, 1987; Blakey *et al.*, 1994), d'agriculteurs (Goodman *et al.*, 1980) et provenant des pays en voie de développement (Goodman & Rose, 1990).

D'après ces études et leurs résultats, nous pouvons dire que les hypoplasies sont un bon indicateur socio-économique chez les humains. Chez les grands singes, ce défaut indiquerait plutôt un degré de stress spécifique lié à l'environnement, au régime alimentaire, au comportement ainsi qu'à des facteurs intrinsèques (longueur des couronnes, épaisseur de l'émail, ...).

Cependant, l'influence de ces facteurs est encore trop mal connue pour utiliser les hypoplasies comme indicateur avec autant de précisions que chez l'homme. Nous suggérons d'approfondir les causes de ce défaut en étudiant par exemple des populations de grands singes nés en captivité dont les conditions de vie seraient connues.

Chez la femme, on observe souvent une plus grande fréquence de *cribra orbitalia* que chez l'homme pour, d'après les chercheurs, des raisons de menstruations, de gestations, d'accouchements, fonctions propres au sexe féminin (Hengen, 1971; Cybulski, 1977; Stuart-Macadam, 1985). Chez les grands singes africains, nous n'avons pas trouvé, dans notre travail, de différence significative entre mâles et femelles.

La *cribra orbitalia* est surtout synonyme d'anémie ferriprive chez les humains (Stuart-Macadam, 1992) et il est maintenant admis que le parasitisme intestinal ainsi que le paludisme et les états anémiques qui l'accompagnent provoquent l'apparition du défaut.

Nous n'avons trouvé que peu d'individus atteints par la *cribra* chez les trois espèces (entre 9 et 16 %) mais avons remarqué que les bonobos étaient significativement plus atteints que les gorilles. Notons que Nathan & Haas (1966) ont également trouvé relativement peu d'individus affectés chez *Gorilla gorilla* et que personne avant nous n'avait étudié les *cribra orbitalia* des bonobos.

Il est possible que le milieu particulièrement humide (forêts de plaine de la rive gauche du Congo, souvent inondées) dans lequel évolue

Pan paniscus soit favorable au paludisme et autres parasites, mais pour approfondir cette hypothèse, il faudrait comparer leurs taux d'infestation avec *Gorilla gorilla* et *Pan troglodytes* qui ne partagent pas le même milieu. Nous pourrions également envisager que les os plus fins de *Pan paniscus*, le plus gracile des grands singes, entraînent une meilleure visibilité des *cribra* et/ou que cette espèce soit plus sensibles à ce défaut.

Jusqu'à présent, aucune étude n'a porté sur les lignes de Harris chez les primates non humains. Notre étude exploratoire, portant sur un petit échantillon constitué de tibias et de fémurs de chimpanzés, bonobos et gorilles, a mis en évidence la présence de cet indicateur de stress au moins chez le genre *Pan*.

Il n'est pas étonnant de le trouver chez les grands singes car il est très fréquent chez les humains (Polet & Orban, 2001). De plus, nous avons trouvé dans notre échantillon une grande fréquence d'hypoplasies, défaut qui partage les mêmes causes que les lignes de Harris, à savoir malnutrition et maladies. Cependant, il y a moins d'individus affectés par les lignes de Harris que d'individus atteints d'hypoplasie. L'explication réside peut-être dans le fait que les lignes de Harris qui persistent à l'âge adulte résultent d'un traumatisme suivi d'une rapide récupération («*catch-up growth*»; McHenry & Schultz, 1976). Les grands singes sont soumis à un environnement qui ne leur permet peut-être pas de vivre cette récupération et, de ce fait, montrent moins de lignes de Harris que les humains.

Les lignes de Harris observées chez les grands singes paraissent morphologiquement différentes de celles des humains. Cela pourrait s'expliquer par les différences d'épaisseur des structures principales de l'os (os cortical et os médullaire) entre humains et primates non humains.

Une étude sur un plus grand nombre d'individus serait évidemment nécessaire pour répondre à toutes ces questions.

Certains chercheurs ont testé l'association entre lignes de Harris et hypoplasies chez les humains. Si Clarke (1982) trouve une association significative entre ces deux indicateurs de stress, d'autres précisent que seules les lignes de Harris prononcées sont associées aux hypoplasies (Maat, 1984). Bien que les causes soient semblables (malnutrition, maladies, ...), plusieurs raisons font que ces indicateurs ne sont pas

toujours associés : une durée d'enregistrement des stress des lignes de Harris plus longue que celle des hypoplasies, une résorption possible des lignes à cause du remaniement osseux, l'os plus sensible au stress que la dent, etc. (Polet & Orban, 2001).

D'autres chercheurs mettent aussi en évidence une association entre hypoplasies dentaires et *cribra orbitalia* (Cook & Buikstra, 1979; Stuart-Macadam, 1985). Mais les *cribra orbitalia* sont des indicateurs plus spécifiques suggérant une déficience en fer tandis que les hypoplasies peuvent survenir suite à de nombreux facteurs. Ainsi, selon Stuart-Macadam (1985), cette association n'est pas due à une relation directe entre les indicateurs de stress mais plutôt au fait qu'un enfant stressé suite à des problèmes nutritionnels ou métaboliques est plus sensible aux événements négatifs responsables de ces pathologies.

Dans notre étude, nous n'avons trouvé aucune association significative entre les hypoplasies dentaires et les *cribra orbitalia*. Nous n'avons pas pu tester l'association entre les lignes de Harris et les deux autres indicateurs de stress (à cause du petit échantillon) mais nous observons aussi des lignes chez des individus qui ne présentent ni hypoplasies de l'émail dentaire, ni *cribra orbitalia*.

D'après notre travail, il n'y aurait pas, à première vue, de relation directe entre les trois indicateurs de stress chez les primates non humains mais des études sur un échantillon d'os longs plus grand nous fourniraient sans doute des indications supplémentaires.

Notre méthode de relevé des hypoplasies dentaires, qui consistait à réaliser des moulages des dents, est concluante et pourrait même être appliquée sur les dents humaines pour augmenter la précision de l'observation. Nous avons réussi à mettre en avant des variations taxonomiques intéressantes entre les trois espèces de grands singes ainsi que des niveaux d'affectation différents selon le défaut envisagé.

Suite à ces résultats, nous pensons pouvoir dire que si les indicateurs de stress apportent de nombreux renseignements utiles chez les humains, il est, à l'heure actuelle, difficile de les utiliser avec autant de précisions chez les primates non humains tant les différentes causes et facteurs sont encore mal connus. Nous pensons que des études supplémentaires permettraient d'utiliser plus concrètement ces indicateurs chez les primates non humains, notamment dans des

comparaisons entre groupes (partageant des habitats différents, par exemple, ...). Ainsi, mieux compris, ils pourraient donner une indication, non pas de morbidité et d'état nutritionnel comme chez les humains mais, d'un niveau de stress encouru par une population de grands singes.

Bibliographie

- BLAKEY M. L., LESLIE T. E. & REIDY J. P., 1994. Frequency and chronological distribution of dental enamel hypoplasia in enslaved african americans: a test of the weaning hypothesis. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **95** : 371-383.
- CLARKE S. K., 1982. The association of early childhood enamel hypoplasias and radiopaque transverse lines in a culturally diverse prehistoric skeletal sample. *Hum. Biol.*, **54** (1) : 77-84.
- CLARKE S. K. & MACK M., 1988. Reliability assessment of transverse lines. *Hum. Biol.*, **60** (2) : 283-291.
- COLYER F., 1936. Variations and diseases of the teeth of animals. London, J. Bale & Danielson.
- COOK D. C. & BUIKSTRA J. E., 1979. Health and differential survival in prehistoric populations: prenatal defects. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **51** : 649-664.
- CYBULSKI J. S., 1977. *Cribra orbitalia*, a possible sign of anemia in early historic native populations of the british Columbia coast. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **47** : 31-40.
- ECKHARDT R. B. & PROTSCH VON ZIETEN R., 1993. Enamel hypoplasias as indicators of developmental stress in pongids and hominids. *Hum. Evol.*, **8** (2) : 93-99.
- EL-NAJJAR M. Y., DESANTI M. V. & OZEBEEK L., 1978. Prevalence and possible etiology of dental enamel hypoplasia. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **48** : 185-192.
- ENWONWU C. O., 1973. Influence of socio-economic conditions on dental development in Nigerian children. *Arch. Oral Biol.*, **5** : 5-13.
- FDI, Fédération Dentaire Internationale, 1982. An epidemiological index of developmental defects of dental enamel (DDE Index). *Int. Dent. J.*, **32** : 159-167.
- GINDHART P., 1969. The frequency of Appearance of transverse lines in the tibia in relation to childhood illnesses. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **31** : 1-22.
- GOODMAN A. H., ARMELAGOS G. J. & ROSE J. C., 1980. Enamel hypoplasias as indicators of stress in three prehistoric populations from Illinois. *Hum. Biol.*, **52** (3) : 515-528.
- GOODMAN A. H. & ROSE J. C., 1990. Assessment of systemic physiological perturbations from dental enamel hypoplasias and associated histological structures. *Yrbk. Phys. Anthropol.*, **33** : 59-110.
- GUATELLI-STEINBERG D., 2000. Linear enamel hypoplasia in gibbons (*Hylobates lar carpenteri*). *Am. J. Phys. Anthropol.*, **112** : 395-410.
- GUATELLI-STEINBERG D. & SKINNER M., 2000. Prevalence and etiology of linear enamel hypoplasia in Monkeys and apes from Asia and Africa. *Folia Primatol.*, **71** : 115-132.
- HANNIBAL D. L., 2000. Linear enamel hypoplasia in the great apes: analysis by genus and locality. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **30** (suppl.) : 172.
- HENGEN O., 1971. *Cribra orbitalia*: Pathogenesis and probable etiology. *Homo*, **22** : 57-75.
- HILLSON S. W. & BOND S., 1997. Relationship of enamel hypoplasia to the pattern of tooth crown growth: a discussion. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **104** : 89-103.
- HUHN P., 1969. „*Cribra orbitalia*, und weitere cribrose“, Defekte am gesichtsschädel catanhuirer primaten. *Z. Morph. Anthropol.*, **61** (2) : 170-200.
- HUMMERT J. R. & VAN GERVEN D. P., 1985. Observations on the formation and persistence of radiopaque transverse lines. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **66** : 297-306.
- HUTCHINSON D. L. & LARSEN C. L., 1988. Determination of stress episode duration from linear enamel hypoplasias: a case study from St. Catherines Island, Georgia. *Hum. Biol.*, **60** (1) : 93-110.
- HÜRNER H., 2002. Indicateurs de stress chez les grands singes africains. Travail de fin d'études en sciences biologiques, Bruxelles, Université Libre de Bruxelles.

- LUKACS J.R., 1999. Enamel hypoplasia in deciduous teeth of great apes: do difference in defects prevalence imply differential levels of physiological stress? *Am. J. Phys. Anthropol.*, **110** : 351–363.
- LUKACS J.R., 2001. Enamel hypoplasia in the deciduous teeth of great apes: variation in prevalence and timing of defects. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **116** : 199–208.
- MAAT G. J. R., 1984. Dating and rating of Harris's Lines. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **63** : 291–299.
- MCHENRY H. M., 1968. Transverse lines in long bones of prehistoric californian indians. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **29** : 1–18.
- MCHENRY H. M. & SCHULTZ P. D., 1976. The association between Harris lines and enamel hypoplasia in prehistoric California indians. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **44** : 507–512.
- MOGGI-CECCHI J. & CROVELLA S., 1991. Occurrence of enamel hypoplasia in the dentitions of Simian primates. *Folia Primatol.*, **57** : 106–110.
- NATHAN H. & HAAS N., 1966. On the presence of *cribra orbitalia* in apes and monkeys. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **24** : 351–360.
- NEWELL E. A., 1998. Dental enamel hypoplasia in non human primates: a systematic assessment of its occurrence and distribution. Ph.D. dissertation, Temple University.
- NISSEN H. W. & RIESEN A. H., 1964. The eruption of the permanent dentition of chimpanzee. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **22** : 285–294.
- NOWAK O. & PONTIEK J., 2002. Does the occurrence of Harris lines affect the morphology of human long bones? *Homo*, **52** (3) : 254–276.
- POLET C. & ORBAN R., 2001. *Les dents et les ossements humains. Que mangeait-on au Moyen Âge?* Turnhout, Brepols Publishers, 173 p.
- RATHBUN T., 1987. Health and disease in a South Carolina plantation: 1840–1870. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **74** : 239–253.
- SARNAT M. D. & SCHOUR I., 1941. Enamel hypoplasia (chronologic enamel aplasia) in relation to systemic disease: a chronologic, morphologic and etiologic classification. *Jour. A.D.A.*, **28** : 1989–2000.
- SCHULTZ A. H., 1956. The occurrence and frequency of pathological and teratological conditions and of twinning among non-human primates. In : H. Hofu, A. H. Schultz & D. Starck (ed.) : *Primatologia*. New York, Basel : 965–1014.
- SKINNER M. F., 1986a. Enamel hypoplasia in Sympatric Chimpanzee and Gorilla. *Hum. Evol.*, **1** : 289–312.
- SKINNER M. F., 1986b. An enigmatic hypoplastic defect of the deciduous canine. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **69** : 59–69.
- SKINNER M. F., 2000. Periodicity of repetitive linear enamel hypoplasia in Asian and African apes. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **30** (suppl.) : 283.
- STUART-MACADAM P., 1985. Porotic hyperostosis: representative of a childhood condition. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **66** : 391–398.
- STUART-MACADAM P., 1992. Porotic hyperostosis: A new perspective. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **87** : 39–47.
- SWEENEY E. A., SAFFIR A. J. & DE LEAN R., 1971. Linear hypoplasia of deciduous incisor teeth in malnourished children. *Am. J. Clin. Nut.*, **24** : 29–31.
- TSUKAMOTO S. A., 2001. The prevalence of enamel hypoplasias in the bonobo, *Pan paniscus*. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **34** (suppl.) : 151.
- VITZHUM V. J. & WIKANDER R., 1988. Incidence and correlates of enamel hypoplasia in non-human primates. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **75** : 284.

Adresse des auteurs :

Hélène HÜRNER
Martine VERCAUTEREN
Laboratoire d'Anthropologie et de Génétique humaine
Université Libre de Bruxelles, C.P. 192
Avenue F. D. Roosevelt, 50
B-1050 Bruxelles (Belgique)
E-mail : mvercau@ulb.ac.be