

LES EMPREINTES DE PAS DE LAETOLI, TANZANIE

FOOTPRINTS OF LAETOLI, TANZANIE

YVETTE DELOISON

RÉSUMÉ

Des empreintes de pas datées de 3,5 millions d'années ont été mises au jour à Laetoli en Tanzanie. Trois empreintes successives de la piste G1 sont étudiées à la lumière de la connaissance de l'anatomie du pied du chimpanzé et de l'homme actuel. Elles présentent des caractères non humains tels que l'appui en « varus » et l'abduction de l'hallux. Elles pourraient avoir été faites par des hominidés du genre Australopithecus.

Mots clé : empreinte de pas, pied, os fossiles de pied.

ABSTRACT

Trails of hominids footprints dating from 3,5 Ma have been discovered at Laetoli (Tanzania). The author compares here these successive footprints belonging to the trail G1 with those of modern humans and chimpanzees. The results show some non-human characteristics, such as a varus position of the foot during the support phase and a hallux abduction. Such features reveal the same morphological traits which have been observed on the foot bones from Hadar (Australopithecus afarensis).

Key word : footprint, foot, fossil foot bones.

INTRODUCTION

Si les os fossiles donnent une idée du squelette du pied, ils ne permettent pas de déduire l'exacte importance des parties molles qui les enrobaient. En revanche, les empreintes de pas fournissent des informations sur les tissus mous et la longueur du pas.

Deux remarques à propos de la valeur à accorder à ce genre de restes fossiles. Premièrement, ces témoins du passé ayant plusieurs millions d'années, le temps a opéré son œuvre érosive ; si, de ce fait, certains reliefs osseux présents sur les fossiles ont été réduits, l'inverse a pu se produire pour les empreintes qui s'en trouvent plutôt agrandies. Deuxièmement, il faut considérer que des empreintes, qu'elles soient fossiles ou récentes, ne représentent en aucun cas des moulages exacts de leurs auteurs. Il faut s'en souvenir dans l'interprétation des traces, sans oublier la qualité du terrain. Si l'on tient compte des remarques précédentes, ces empreintes apportent des informations très utiles à la compréhension des hominidés fossiles.

Quand dans les années 80, je décidai d'aller étudier ces restes fossiles, j'appris qu'il n'était pas possible de les voir en Tanzanie, mais que Ron Clarke, qui avait dégagé ces empreintes avec Mary Leakey, leur découvreur, en avait rapporté un moulage effectué par lui-même qu'il mettait à ma disposition. Je me rendis en Grande-Bretagne afin d'analyser ces empreintes.

MATERIEL ET METHODE

Ces empreintes, découvertes en 1978 par Mary Leakey, se disposent suivant deux pistes parallèles G1 et G2. Elles sont imprimées dans de la cendre volcanique qui devait être humide ce qui a permis aux empreintes de garder leur forme. Cette cendre est datée de 3,5 millions d'années.

Sur le site, fut découvert un ensemble de traces de pas se partageant en trois pistes, désignées par les lettres A, G1 et G2. J'ai exclu la piste A dont les empreintes ne me semblent pas avoir appartenu à des hominidés. Elle fait apparaître des empreintes de pied dont le premier orteil est le plus court et le cinquième le plus long, forme qui s'apparente à la patte de l'ours actuel.

La piste G1 comprend sur le terrain vingt-deux empreintes, et la piste G2, douze empreintes. Une fine couche de calcite d'environ un millimètre d'épaisseur isole ces empreintes de la couche de cendre qui recouvrait ces empreintes. C'est cette calcite que Ron Clarke a suivi soigneusement lorsqu'il a dégagé ces traces et notamment la trace G1/34 (voir fig 1).

Yvette Deloison, Chargé de Recherche au CNRS, UPR 2147 Dynamique de l'Evolution Humaine : Individus, Populations Espèces 44 rue de l'Amiral-Mouchez 75014 Paris.

Article reçu le 15.05.2004, accepté le 28.06.2004

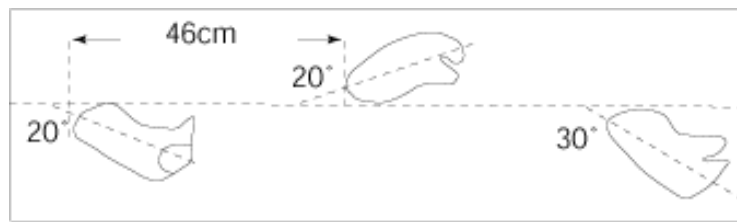


FIG. 1 – Disposition des trois empreintes, de gauche à droite, G1/36, G1/35 et G1/34 de Laetoli en Tanzanie.

Le moulage des ces empreintes est constitué de deux grandes plaques de fibres de verre qui montraient chacune les empreintes nettes de trois traces de pied : sur l'une, appelée la piste G1, deux empreintes du pied droit et une du pied gauche, et sur l'autre, deux empreintes du pied gauche et une du pied droit, d'un format nettement plus grand, formant la piste G2.

J'ai alors procédé à la prise de mesures, puis comparé les formes avec ce que je connaissais de l'anatomie des pieds non seulement de l'homme actuel mais aussi de ceux des grands singes : chimpanzés et gorilles essentiellement.

RESULTATS

Au fur et à mesure que l'examen de ces traces se poursuivait, je trouvais de plus en plus de caractères non humains à ces empreintes, en contradiction avec les publications existantes [DAY 1985 et TUTTLE 1985].

A la fin de mon séjour concernant l'étude des ces moulages, Ron Clarke me demanda : " Alors, que pensez-vous de ces empreintes ? " Je lui répondis : " Je dois vous avouer que je ne suis pas d'accord avec Michael Day et Russel Tuttle. Je trouve que ces empreintes ne peuvent pas appartenir à des êtres proches de l'homme. Elles présentent un ensemble de caractères de pieds non humains : le gros orteil s'écarte vers l'intérieur (hallux varus), il y a un espace entre le premier orteil et les quatre latéraux et un enfoncement dans le sol par appui plus marqué du bord externe du pied traduisant une marche en *varus*. Le profil du talon était pointu et non pas arrondi comme sur les empreintes humaines. Sa surface s'enfonce en creux dans le sol en son milieu alors que chez nous la surface du talon est plane. Il n'y a pas de voûte plantaire et, surtout, à l'emplacement de ce qui serait la voûte chez l'homme, il y a un renflement très net débordant vers l'intérieur du pied. Il est de toute évidence le résultat de la croissance importante du muscle écarteur du premier orteil (*musculus abductor hallucis brevis*). Ce dernier muscle est développé dans le pied des grands singes, mais jamais chez les humains. "

Ron me dit alors d'attendre quelques minutes. Il revint dans la pièce, me montra une piste moulée dans une

matière rouge et me demanda ce que cette piste évoquait pour moi. On y voyait des empreintes très semblables à celles de Laetoli, et je le dis à Ron. Il rit. C'était une piste d'empreintes de pas d'un chimpanzé. Il était d'accord avec moi et en désaccord avec les célèbres publications !

Je constatai que ces empreintes avaient été laissées par des êtres dont les caractères des pieds étaient semblables à ceux que j'avais observés sur les os fossiles provenant d'Hadjar, en Ethiopie [DELOISON 1993]. Il me montra alors une autre piste dans la même matière rouge que la précédente, mais portant des empreintes de pas de forme différente de celles de Laetoli et aussi de celles du chimpanzé. Cette dernière piste avait été faite par un bonobo. Les traces des pieds étaient beaucoup plus grêles, les pieds qui les avaient laissées étaient plus fins, plus déliés et proportionnellement plus longs et plus étroits. Certains considèrent les bonobos comme plus proches de l'homme que les chimpanzés communs. Ils paraissent effectivement moins spécialisés que leurs cousins car, tout en étant à l'aise dans les arbres, ils se redressent plus souvent et marchent debout. En même temps ils sont plus " quadrumanes " : en captivité, ils quémandent parfois avec leurs pieds !

La découverte de ces empreintes de pas par Mary Leakey à Laetoli en Tanzanie, attribuées aux australopithèques, avait permis de relancer la discussion sur la façon dont ceux-ci se déplaçaient. Ces empreintes sont imprimées dans de la cendre volcanique datée de 3,6 millions d'années. Il faut savoir que l'empreinte la plus connue, car la première découverte, et que l'on voit dans de nombreux documents et même sur des couvertures de livres, n'est pas complète. Elle représente, en fait, un fond d'empreinte dont les bords ont été arasés au moment du dégagement. Elle ne peut donner qu'une idée très imprécise des traces présentes à Laetoli.

Parmi la quinzaine d'empreintes que j'ai étudiées à partir des moulages prêtés par Ron Clarke, j'ai choisi d'en présenter trois de la piste G1 (Fig 1 et 2). L'intérêt principal du choix réside dans le fait que ces trois empreintes constituent respectivement un double pas, le pas correspondant à l'espace compris entre l'empreinte du talon du pied considéré et l'empreinte successive du talon de l'autre pied.



FIG. 2 – De gauche à droite , photos des empreintes du pied droit G1/36, du pied gauche G1/35 et de nouveau du pied droit G1/34 de Laetoli en Tanzanie.

DISCUSSION

Jusqu'à leur découverte, les opinions divergeaient quant à l'interprétation fonctionnelle donnée au matériel osseux fossile en termes d'adaptations locomotrices. Pour Michael Day, Russel Tuttle, ainsi que pour Owen Lovejoy et Bruce Latimer, deux chercheurs américains travaillant dans le même domaine à Cleveland, il s'agit d'une bipédie permanente de type humain. Pour Jack Stern, Randy Susman et Bill Jungers, travaillant à l'université de Stony Brook près de New York, et moi-même, les australopithèques pratiquaient une bipédie occasionnelle, et cette forme de bipédie était différente de la nôtre.

Les empreintes de la piste G2 sont de grandes dimensions, ce qui a fait dire à certains auteurs, dont Mary Leakey, qu'il pouvait s'agir de la superposition de plusieurs pistes. Superposition ou non, il n'en demeure pas moins que les empreintes sont très difficiles à analyser, d'autant que des termites y ont laissé leur trace en déformant les bordures, ainsi que d'autres animaux qui ont marché dessus. Elles s'alignent le long d'un axe qu'elles chevauchent légèrement. Parallèles entre elles, régulièrement espacées de 47,5 cm, elles représentent des empreintes de pieds gauche, droit puis gauche. La succession des empreintes se fait de façon parallèle avec une légère tendance à la pose de l'avant-pied en dedans. La longueur du double pas peut être évaluée à 95 cm, alors qu'elle est de 150 cm pour l'homme actuel. L'imprécision de ces traces rend difficile une interprétation plus exacte. Je dirai qu'elles m'évoquent la forme du pied de l'orang-outan vu par-dessous quand celui-ci replie ses orteils, mais pas la forme de l'empreinte du pas de ce grand singe, celle-ci étant très particulière, puisque lorsqu'il marche en bipède, son pied est souvent enroulé comme un poing et repose sur le sol par son bord externe. Les anglophones dénomment cette marche « *fist-walking* ».

L'étude des trois plus petites empreintes (G1/36, G1/35 et G1/34) apporte davantage d'informations. Beaucoup plus précises, elles ont dû bénéficier de meilleures conditions de conservation, ce qui suggère que

ces deux pistes n'ont pas été imprimées en même temps, mais à des moments différents par des sujets qui ont suivi le même chemin. La position des empreintes ne ressemble pas à celle des précédentes. Elles forment respectivement des angles de 20° à 30° par rapport à la ligne de déplacement (Fig 1). Elles sont espacées de 46 cm et représentent les empreintes droite, gauche, puis droite du même individu. L'empreinte située le plus en avant forme un angle plus grand, car elle marque un changement de direction du sujet sur la piste de déplacement. Ces traces fossiles présentent donc bel et bien un ensemble de caractères qui les différencient nettement de celles de l'homme. Ces trois empreintes, constituées de deux marques du pied droit et une du pied gauche, forment un double pas d'un même individu. L'espacement entre les pas est de 46 cm, soit un double pas de 92 cm. En considérant la forme de chacune de ces empreintes, plusieurs évidences s'imposent. Le bord latéral est rectiligne et nettement plus profond sur toute sa longueur que le bord médial. Cet appui latéral correspond à une position en varus des pieds. Le contour de la partie postérieure montre un talon étroit et dont la plante n'est pas plane comme chez l'homme, mais s'inscrit en creux dans le sol, avec un point très profond au centre du talon légèrement déplacé vers le côté interne. Le bord médial de l'empreinte présente un net renflement en avant du talon pouvant correspondre au muscle abducteur du premier orteil (*hallux*) fortement développé. J'ai noté l'absence de voûte plantaire. L'axe du premier rayon s'écarte médialement, c'est-à-dire vers l'intérieur du pied, de l'axe statique ou longitudinal du pied, ce qui indique un *hallux varus* (c'est l'inverse de ce qui se produit chez certaines personnes dont le gros orteil dévie vers l'extérieur du pied et dont on dit qu'elles ont un *hallux valgus*). Un espace net existe entre l'empreinte du premier rayon et celle des orteils latéraux. Ces derniers orteils constituent une seule empreinte dont le bord antérieur est oblique et arrondi. Au centre de chaque empreinte, une surélévation de la zone plantaire orientée transversalement correspond à un

déplacement du sédiment sous la poussée de l'avant-pied quand la marche est rapide. Devant chaque empreinte, il y a, sur le sol, une trace triangulaire avec le sommet pointant vers l'avant.

Mes observations des empreintes ont confirmé mes interprétations des os fossiles. Ces trois empreintes ont été laissées par des pieds présentant un certain nombre de caractères non humains, en particulier dans le mécanisme de transfert du poids corporel durant la marche bipède. En comparant la piste de Laetoli à celles de l'homme et du chimpanzé (Fig. 3), on constate que le contour des traces fossiles, étant à la même échelle que celles du chimpanzé, se calque facilement sur ces dernières en ayant même

forme et même taille, alors que ce n'est pas possible avec l'empreinte humaine même si l'on ajuste les dimensions. Certains caractères désignent la préhensilité. Un appui en varus traduit par l'enfoncement latéral du pied dans le sol marque une plus grande pression sur le bord externe. Cette position se trouve associée à l'écartement du premier rayon et au fort développement du muscle écarteur du premier orteil (*Musculus abductor hallucis brevis*) représenté par le renflement interne. Cette piste ayant été imprimée dans un sol meuble et probablement humide, il semble que l'hominidé qui a laissé ces traces ait, pour mieux "agripper" le sol en marchant, utilisé des possibilités fonctionnelles spécifiques.

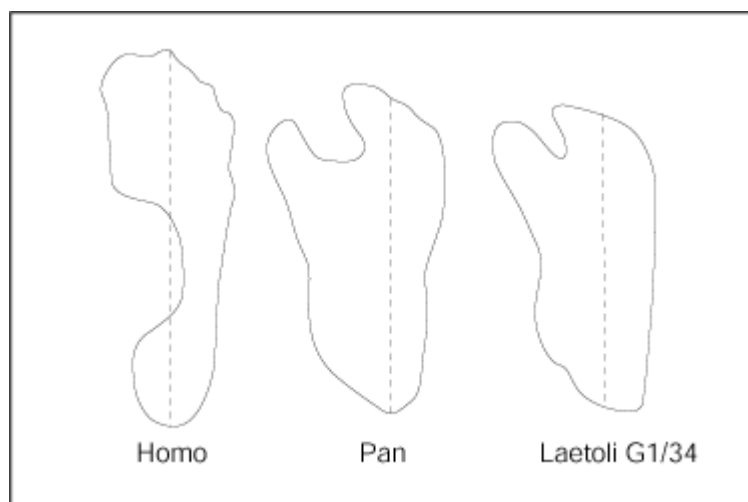


FIG. 3. – Contours des empreintes du pied droit comparés entre l'homme, le chimpanzé (Pan) et Laetoli G1/34 (même échelle entre le chimpanzé et Laetoli).

Il est intéressant de retrouver sur les empreintes de Laetoli les mêmes caractères non humains que ceux observés sur les os fossiles de pieds découverts à Hadar, à savoir la possibilité d'écartier le premier orteil au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne ou la partie postéro-plantaire du calcanéum pointue et non plane. Ce dernier caractère se retrouve dans l'enfoncement du talon en creux dans le sol. On peut supposer que si les hominidés qui ont traversé les cendres à Laetoli étaient du même genre que les australopithèques d'Hadar, leurs orteils, au moins les quatre orteils latéraux, devaient être longs et repliés lors de la marche. Cette disposition particulière des orteils pourrait expliquer d'une part l'aspect de la partie antéro-latérale des empreintes et d'autre part la traînée de forme triangulaire laissée sur le sol à l'avant de plusieurs autres empreintes du même site. Cette trace antérieure mais adjacente à certaines empreintes aurait pu être formée par le dépliement des orteils latéraux au moment où le pied quittait le sol.

Dans quelles conditions les empreintes de Laetoli ont-elles été gravées dans les cendres volcaniques pétrifiées ? Vilem Bischof, primatologue confirmé

d'origine tchèque, depuis de longues années journaliste scientifique à l'Agence France-Presse, m'a formulé tout récemment à ce propos une remarque judicieuse :

“ Contrairement à une opinion largement répandue et selon laquelle les grands singes évitent l'eau comme la peste, relève-t-il, les anthropoïdes vivant dans les forêts équatoriales se mettent à l'eau. Certes, ils ne savent pas nager et n'y vont qu'à condition d'avoir pied. C'est le cas des bonobos, qui ont été observés à de nombreuses reprises dans des marécages, vraisemblablement à la recherche de plantes aquatiques, mais également des chimpanzés communs des forêts humides du bassin du Congo, parsemées de petites rivières et de zones inondables. Ainsi, pendant la saison des pluies en particulier, leur territoire se retrouve partiellement inondé. Ils se voient obligés soit d'emprunter, lorsqu'ils le peuvent, des ponts naturels constitués par les troncs d'arbres, soit de descendre dans l'eau. Arrivés au bord, les chimpanzés se redressent et, debout, les bras levés, avancent d'un pas hésitant à travers le plan d'eau pour reprendre la marche quadrupède dès qu'ils atteignent la terre ferme. Et si les australopithèques

de Laetoli avaient fait de même ?” s’interroge Vilem Bischof, qui imagine un scénario tout à fait plausible. “Après une éruption volcanique, suggère-t-il, il a peut-être beaucoup plu, et ces australopithèques ont alors découvert qu’un endroit par lequel ils avaient l’habitude de passer normalement à quatre pattes avait disparu sous une immense flaque ou un cours d’eau. Ils ont alors dû se redresser et, en traversant cette eau, ils ont gravé au fond, dans le sol boueux, les empreintes de leurs pieds qui, par une chance incroyable, ont été rapidement recouvertes d’une nouvelle couche de cendres volcaniques, sans laquelle elles se seraient vite transformées en poussière. Au début, comme tout le monde, je n’éprouvais aucun doute, lorsqu’on me présentait les traces de Laetoli comme une preuve irréfutable de la bipédie permanente des australopithèques. Mais quand j’ai vu les résultats de leur interprétation basée sur des critères anatomiques précis, et ce que Ron Clarke avait obtenu en faisant marcher un chimpanzé de cirque dans du sable mouillé, cela m’a tout de suite fait penser à ce que j’avais vu en Afrique. Je me suis alors dit que ces traces pouvaient parfaitement être dues à des créatures qui ne pratiquaient qu’une bipédie temporaire, à l’instar de mes amis les chimpanzés...”

CONCLUSION

La constatation des mêmes potentialités entre les empreintes de pas de Laetoli et celles observées sur les os des pieds des australopithèques d’Hadar m’a conduite à admettre que leurs auteurs appartiennent bien au genre australopithèque. Cependant, si ces empreintes prouvent que ces êtres étaient capables de se déplacer en bipédie, on ne sait ni sur quelle distance ni pendant quelle durée. En

tout état de cause, cette forme de bipédie devait leur être particulière, une bipédie différente à la fois de celle des primates non humains et de celle de l’homme et dans tous les cas occasionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

- DAY, M.H. (1985) – Laetoli Pliocene hominid footprints and bipedalism. *Nature*, vol. 286, 24 July 1980 : 385 – 387.
- DELOISON, Y. (1993) – Etude des restes fossiles des pieds des premiers hominidés : Australopithecus et Homo habilis. Essai d’interprétation de leur mode de locomotion. Thèse de doctorat d’état ès sciences, 24 mars 1993, Université René Descartes, 782 pages.
- LOVEJOY, C.O. (1981) – The origin of Man. *Science*, vol 211 : 341-350.
- SUSMAN R.L., STERN J.T., JUNGERS W.L. (1984) – Arboreality and Bipedality in the Hadar Hominids. *Folia primatol.*, vol 43 : 113-156.
- TUTTLE R.H. (1985) – Ape footprints and Laetoli impressions : a response to the suny claims, in *Hominid Evolution : Past, Present and Future*, 1985 Alan Liss : 129 – 133.

Mes remerciements vont au Dr Ron Clarke pour m’avoir prêté ses moulages des empreintes de Laetoli.

Ce travail est soutenu par le CNRS et la chaire de paléoanthropologie du Collège de France dirigée par le Pr Yves Coppens.