

au-dessus de la tête, mais facilite la manipulation d'objets devant soi, dans le champ de vision, par exemple lors de l'usage d'outils.

Chez *H. naledi*, la morphologie de cette articulation est en outre identique à celle des autres hominoïdes, c'est-à-dire qu'elle est petite et légèrement ovale, ce qui facilite les mouvements de la tête humérale. Concernant les omoplates d'*H. naledi*, on ne peut aller plus loin, car elles sont toutes très fragmentaires. Cet os est très fragile et peu de scapulas fossiles à peu près complètes sont connues, même au Paléolithique supérieur.

Il est bon de rappeler ici à quel point la clavicule est un os particulier : d'une part, elle n'existe que chez une minorité de mammifères, et, d'autre part, elle est l'os exigeant la plus longue durée d'ossification. La clavicule est en effet la première à s'ossifier (entre la cinquième et la sixième semaine de gestation chez l'homme) et le dernier à achever son ossification chez l'adulte (entre 21 et 25 ans chez l'homme). Elle présente aussi une sinuosité complexe qui rend délicate l'étude de cet os, de ce fait longtemps laissée de côté. Heureusement, ces courbures peuvent se décomposer dans deux plans distincts (en vue dorsale et en vue du dessus), ce qui m'a permis de montrer que la clavicule est l'os qui apporte le plus d'information sur l'architecture de l'épaule et qui complète ainsi l'aspect fonctionnel issu des études de l'omoplate.

La clavicule d'*H. naledi* est plutôt courte et robuste. Elle présente aussi une double courbure aussi bien en vue dorsale qu'en vue du dessus, comme chez les grands singes actuels. L'épaule d'*H. naledi* est donc caractérisée par une omoplate haute par rapport au thorax et positionnée moins dorsalement que chez l'homme moderne, avec une cavité glénoïdale orientée vers le haut. Cette architecture de l'épaule est similaire à celle des grands singes. Pour autant, la clavicule d'*H. naledi* présente aussi des traits typiquement humains, comme l'aspect de l'insertion du ligament costoclaviculaire à l'extrémité médiale de la face inférieure de la clavicule (proche de la tête).

En résumé, l'architecture de l'épaule d'*H. naledi* est très proche de celle de l'épaule des grands singes – fondamentalement arboricoles –, mais surtout de celle de l'épaule d'*H. habilis*. Les vestiges de l'épaule de ce premier représentant du genre *Homo*, qui vivait en Afrique de l'Est il y a entre 2,5 millions et 1,6 million d'années, se limitent à quelques fragments scapulaires et claviculaires ainsi qu'à une clavicule très bien conservée. Cette dernière est courte, robuste et présente une double courbure aussi bien en vue dorsale qu'en vue supérieure. Elle a aussi une empreinte costoclaviculaire de type moderne. En d'autres termes, les clavicules d'*H. habilis*



Le crâne d'un individu *Homo naledi* découvert dans la cavité Lesedi, vu sous quatre angles différents. Sa morphologie est très différente de celle du crâne d'*Homo habilis*. De fait, il est peu plausible qu'*Homo naledi* soit un descendant d'*Homo habilis*.

sont très similaires à celles d'*H. naledi*, qui est pourtant bien plus récent : près de 1,5 million d'années les séparent. Cette remarque est d'autant plus importante que les critères que nous avons décrits amènent de nombreux chercheurs à considérer que le comportement locomoteur d'*H. habilis* était encore en grande partie arboricole.

DES TRAITS ARBORICOLES DANS UN HABITAT PAUVRE EN ARBRES

Ainsi, on est tenté de considérer *H. naledi* comme un *H. habilis* « évolué » qui aurait survécu dans cette région. Ce genre de phénomène évolutif, bien que rare, se produit au sein du règne animal. Le plus connu est celui du coelacanth, qui disparaît du registre fossile il y a environ 66 millions d'années lors de la crise biotique de la fin du Mésozoïque, puis « réapparaît » en 1938 dans l'estuaire de la rivière Chalumna en Afrique du Sud. Mais un tel scénario semble peu probable pour *H. naledi*. D'une part, aucun *H. habilis* n'a jamais été découvert en Afrique du Sud. D'autre part, les morphologies de son crâne et de ses pieds diffèrent trop de celles d'*H. habilis*. En particulier, le pied de ce dernier montre moins de différences avec le nôtre que celui d'*H. naledi*. Ainsi, une évolution d'*H. naledi* à partir d'*H. habilis* n'est pas plausible.



Il y a environ 300 000 ans, une espèce humaine aux caractéristiques arboricoles prononcées vivait donc en Afrique australe. Ses traits n'ont pu qu'être sélectionnés au Pléistocène (2,6 millions d'années à 11 700 ans avant le présent), une longue période qui coïncide presque avec celle de l'apparition et de l'évolution du genre *Homo*. Or elle est marquée par une succession de cycles glaciaires tous les 40 000 ans, puis, à partir d'il y a 1 million d'années, avec une bien plus grande amplitude, tous les 100 000 ans. Aussi bien en Afrique australe qu'en Afrique de l'Est, le registre fossile montre que, au Pléistocène, ces deux régions ont été des zones favorables à la vie des hominins. Si *H. naledi* a effectivement vu se développer des caractères favorables à l'escalade, c'est au cours du dernier million d'années en Afrique australe.

UNE AFRIQUE AUSTRALE AUX CONDITIONS SÈCHES

Quels climats y régnaient-ils alors ? La période actuelle est un interglaciaire aux conditions plutôt arides, en grande partie liées aux roches du sous-sol comme nous allons le voir. Elles ont aussi existé au cours des précédents interglaciaires, en devenant plus prononcées lors des périodes glaciaires. Nous pouvons donc considérer que, le plus souvent, la lignée nalédienne a connu en Afrique australe des conditions sèches, ne permettant qu'un couvert végétal limité en essences arborées.

Une théorie banale et répandue est que les caractères « archaïques » qui ne remplissent plus de fonction particulière seraient conservés s'ils sont neutres sur le plan évolutif, c'est-à-dire s'ils n'apportent ni avantages ni inconvénients sélectifs. Certainement valable dans certains cas, cette idée n'est pas vraisemblable dans le cas

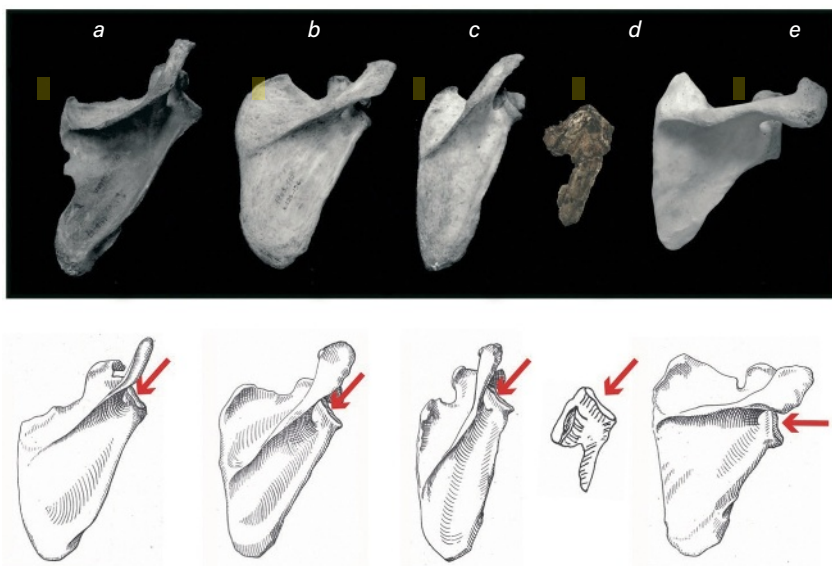
nalédien, tant ses adaptations à l'escalade sont nombreuses et prononcées. Comment imaginer que de tels caractères aient pu rester stables pendant 1 million d'années ? Avec la dérive génétique, les caractères non utiles à la survie ou à la reproduction tendent à s'effacer peu à peu, et 1 million d'années est une durée largement suffisante pour cela... D'où notre très forte impression que ces traits traduisent une véritable adaptation à l'escalade.

Dès lors, comment expliquer l'existence d'une petite forme humaine à traits apparemment arboricoles dans une vaste région pauvre en couvert végétal et en arbres ? La géologie de la région nous offre une échappatoire. Remarquons pour commencer que, même dans une savane arborée, grimper aux arbres peut constituer une stratégie de survie pour une forme humaine. En effet, les grands prédateurs, par ailleurs toujours présents en Afrique australe, sont habituellement inactifs pendant les heures chaudes de la journée ; les activités humaines, telle la chasse, sont alors moins dangereuses. Mais une mauvaise rencontre reste possible et la capacité de se réfugier très vite en hauteur est avantageuse. Bivouaquer en hauteur est en outre un choix judicieux pour de petits chasseurs faiblement armés qui doivent passer la nuit loin du refuge de leur clan. Cependant, une adaptation aussi poussée à l'escalade n'est pas indispensable s'il suffit de simplement monter de temps à autre dans un arbre. C'est pourquoi se pose la question du refuge habituel des Nalédiens.

La région surnommée Berceau de l'humanité, ou *Cradle of Humankind* en anglais, comprend l'essentiel des sites à australopithèques sud-africains ainsi que les grottes de Rising Star. Il s'agit d'un plateau calcaire plutôt aride,

UN PIED, UNE CLAVICULE

Trouvé dans la chambre Dinaledi, ce pied (à gauche) d'*H. naledi* était presque complet. Son gros orteil dirigé vers l'avant, son tarse allongé et ses articulations de la cheville calcaneocuboïde traduisent une haute spécialisation sur la bipédie totale, qui le fait ressembler de très près à un pied d'humain moderne. Le pied d'*H. naledi* diffère cependant de celui de l'homme moderne par ses phalanges proximales plus courbées et par des caractéristiques suggérant une arche longitudinale médiane réduite. Ces résultats suggèrent des modes de locomotion divers : la marche et l'escalade ?
Ci-dessus à droite, une clavicule droite et complète d'*Homo naledi* provenant de la cavité Lesedi et montrée sous différents angles. Elle est similaire à celle d'*Homo habilis*.



mais recevant des précipitations relativement importantes pendant le chaud été austral. Cela favorise la formation de nombreux karsts, c'est-à-dire de terrains comportant de nombreuses grottes formées par la dissolution de roches telles que le calcaire, la dolomite et le gypse. Ces paysages comprennent des centaines de cavités, dont certaines prennent la forme de dolines, c'est-à-dire de puits en terrain plat. Ces dolines constituent des refuges pour de bons grimpeurs à la fois contre les prédateurs et contre la chaleur. Elles donnent aussi accès à de l'eau, qui manque toujours en surface sur les plateaux karstiques. L'eau circulant dans les réseaux souterrains est en outre fraîche et propre, ce qui limite les risques de développer des pathologies graves et leur cortège de diarrhées et, donc, de déshydratations sévères.

DES FALAISES ET DE PROFONDS RAVINS À PROXIMITÉ

Par ailleurs, à une vingtaine de kilomètres au nord de ce site se trouve le Magaliesberg, une chaîne de montagnes de 196 kilomètres de long et culminant à 1853 mètres. Ce massif est posé sur le même plateau que celui comprenant le Berceau de l'humanité, qu'il ne domine que de quelques centaines de mètres. Partout, il est entrecoupé de falaises, souvent hautes de plusieurs dizaines de mètres, et de *kloofs*, des ravins creusés par l'écoulement et pouvant atteindre une centaine de mètres de profondeur, où la concentration de l'humidité autorise une végétation plus luxuriante. Ces falaises reçoivent peu de lumière solaire directe et restent donc plutôt fraîches, même en été.

La région qui entoure le Magaliesberg a manifestement joué un rôle important pour les

Les omoplates de grands singes et d'humains mis en position anatomique. La cavité glénoïdale (flèche rouge) est orientée plutôt vers le haut chez les grands singes (a : orang-outan, b : gorille, c : chimpanzé) et chez *H. naledi* (d). Chez *Homo sapiens*, la cavité glénoïdale est orientée à l'horizontale (e).

BIBLIOGRAPHIE

E. Feuerriegel et al., **Upper limb fossils of *Homo naledi* from the Lesedi Chamber, Rising Star System, South Africa**, *PaleoAnthropology*, vol. 2019, pp. 311-349, 2019.

J. Hawks et al., **New fossil remains of *Homo naledi* from the Lesedi Chamber, South Africa**, *eLife*, vol. 6, article e24232, 2017.

K. Wong, **L'incroyable *Homo naledi***, *Pour la Science*, n° 464, pp. 60-69, juin 2016.

L. Berger et al., ***Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa**, *eLife*, vol. 4, article e09560, 2015.

P. Dirks et al., **Geological and taphonomic context for the new hominin species *Homo naledi* from the Dinaledi Chamber, South Africa**, *eLife*, vol. 4, article e09561, 2015.

homininés, puisque l'on trouve à proximité l'essentiel des sites à australopithèques d'Afrique du Sud. Or, étant donné l'aridité relative de cette région d'Afrique australe et, d'ailleurs, de l'Afrique de l'Est, ce qui nous étonne dans la présence d'une espèce humaine apparemment arboricole dans un milieu peu arboré devrait nous étonner autant s'agissant des australopithèques, dont les capacités arboricoles étaient grandes elles aussi. D'ailleurs, nombre de fossiles australopithèques retrouvés dans des cavités semblent dus à des chutes.

Il est donc raisonnable de supposer que l'adaptation à l'escalade d'*Homo naledi* correspondait à l'écosystème où il vivait, à savoir une région regorgeant de grottes et de falaises, non dénuée d'arbres en certains lieux tels que les *kloofs*. Ce milieu de vie était intéressant pour les animaux par son humidité dans une région souvent aride (particulièrement pendant les épisodes glaciaires), et il l'a été pour des australopithèques fortement arboricoles, qui avaient aussi sans doute de bonnes aptitudes pour escalader les rochers ou descendre dans les grottes où certains furent retrouvés; pour les mêmes raisons, il l'était aussi pour les grands prédateurs, qui devaient y chasser, mais sans pouvoir pénétrer dans les grottes en forme de puits aux entrées verticales.

Ainsi, par adaptation à ce milieu de vie riche mais dangereux, *H. naledi* aurait acquis une bonne aptitude à l'escalade. Se mettre en hauteur est une stratégie intéressante, car trois à quatre mètres suffisent pour se protéger des prédateurs, d'autant que l'on pouvait y retrouver de la fraîcheur. Les Nalédiens auraient été des arboricoles occasionnels, mais surtout des grimpeurs de bloc. Cette espèce se serait spécialisée dans un mode de vie dont la sécurité tenait à la capacité à prendre très vite de la hauteur. À la même époque, *Homo sapiens* vivait aussi en Afrique australe; de plus grande stature, ces humains auraient mis davantage sur la mobilité, afin d'exploiter un territoire bien plus vaste, et sur un effet de groupe amplifié par leur armement efficace face aux prédateurs.

Pendant trop longtemps, on voyait l'évolution comme une succession linéaire de formes: dans le cas des humains, on imaginait la séquence *Homo habilis*, *H. erectus*, *H. neanderthalensis*, *H. sapiens*... Cette vision est remplacée aujourd'hui par celle d'une évolution buissonnante, caractérisée non seulement par une certaine tendance à l'homogénéisation des formes grâce aux échanges culturels et génétiques, mais aussi, *a contrario*, par la persistance de formes isolées dans un environnement particulier exigeant un mode de vie spécialisé. Ces formes isolées et spécialisées incluent *H. floresiensis* et *H. luzonensis*, mais également *H. naledi*. ■