



HAL
open science

Les karsts du berceau de l'Humanité en Afrique australe

Laurent Bruxelles

► **To cite this version:**

Laurent Bruxelles. Les karsts du berceau de l'Humanité en Afrique australe. *Karstologia Mémoires*, 2022, 18th International Congress of Speleology - Savoie Mont Blanc 2022 - SYMPOSIUM 04 - Geomorphology and Speleogenesis, 1 (21), pp.21-26. hal-03917438

HAL Id: hal-03917438

<https://hal.science/hal-03917438>

Submitted on 1 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Heritage & Ecology

Keynote conferences

S.01 - Karst, heritage and resources

S.07 - Biology, subterranean life

S.20 - International Year of Cave and Karst



Les karsts du berceau de l'Humanité en Afrique australe

Laurent BRUXELLES

TRACES, UMR 5608 du CNRS, 5 Allée Antonio Machado 31058 Toulouse, France & GAES, Université du Witwatersrand, Johannesburg, Afrique du Sud, Laurent.bruxelles@inrap.fr

Résumé

Le développement récent des études karstiques et géoarchéologiques dans les karsts du Gauteng, en Afrique du Sud, a complètement renouvelé les interprétations dans ces prestigieux sites à homininés (Sterkfontein, Swartkrans, Kromdraai, Cooper's, Gondolin...). Malgré la richesse en fossiles de faune mais aussi d'homininés, les complexités stratigraphiques et les difficultés de datation se sont conjuguées pour maintenir cette région d'Afrique au second plan dans les scénarii évolutifs et notamment pour l'apparition du genre Homo. En effet, depuis plusieurs décennies, c'est le grand rift est africain qui est considéré comme le « berceau de l'Humanité ». Il a livré lui aussi de nombreux fossiles d'homininés anciens, et en particulier les plus anciens australopithèques, mais il a aussi bénéficié de contextes morphosédimentaires plus simples et surtout beaucoup plus faciles à dater avec fiabilité.

Les approches que nous avons développées depuis plus de 15 ans en Afrique du Sud, mobilisant diverses disciplines, ont permis de faire sauter plusieurs verrous et de remettre en cause certaines datations réalisées par exemple sur des plancher de calcite intrusifs, beaucoup plus jeunes que les fossiles qu'ils étaient censés dater (BRUXELLES *et al.*, 2014). Sur la base de ces travaux, de nouvelles datations ont été réalisées et il est apparu que les fossiles sud-africains se situent dans les mêmes tranches d'âges que les fossiles est-africains. Ainsi, la datation du fossile d'australopithèque StW 563 (Little Foot), complet à plus de 95 %, a donné un âge de $3,67 \pm 0,16$ Ma (GRANGER *et al.*, 2015), presque 1,5 Ma d'années plus vieux que les datations admises par la communauté scientifique jusque-là (WALKER *et al.*, 2006).

Il apparaît donc que deux régions d'Afrique, séparées de plus de 4000 km, documentent une évolution comparable voire parallèle, avec la même succession d'homininés. La question fondamentale soulevée par ces résultats est donc de savoir s'il s'agit de deux « berceaux de l'Humanité » distincts ou si ces deux pièges géologiques (le rift et le karst) ne sont que deux fragments d'un berceau bien plus vaste, certainement à l'échelle de l'Afrique. Ailleurs, dans les régions où le contexte géologique et l'évolution géomorphologique ne l'ont pas permis, toutes les vestiges d'homininés anciens auraient disparu. Depuis 2015, nous avons donc construit plusieurs missions de recherche de fossiles dans les karsts d'Afrique australe, en Namibie, au Botswana, au Zimbabwe et au Mozambique.

1. Introduction

À environ 35 km au nord-ouest de Johannesburg, en Afrique du Sud, une région karstique recèle une concentration extraordinaire de fossiles d'homininés anciens (Figure 1). On les retrouve préservés dans d'anciennes cavités en grande partie démantelées par l'érosion. Ce qui en fait une région exceptionnelle, c'est la densité de ces fossiles. Ainsi, ce sont plus d'un tiers de tous les vestiges d'homininés anciens connus à ce jour en Afrique, soit plus d'un millier, qui ont été retrouvés dans une aire relativement réduite de 47 000 hectares. Cette concentration a incité l'UNESCO à inscrire cette région en 1999 au patrimoine mondial de l'Humanité et à la baptiser « The Cradle of Humankind » (CoH). Pourtant, ce n'est pas ici qu'ont été exhumés les plus anciens fossiles affiliés aux ancêtres de l'homme mais, ceux découverts dans le CoH, ont la particularité de s'échelonner le long d'une période clé pour la compréhension de l'évolution de la ligne humaine, comprise entre -4 et -1 millions d'années, qui voit apparaître notre genre, le genre Homo. En outre, les fossiles sont conservés dans des conditions remarquables, à l'image de l'australopithèque Little Foot, complet à plus de 95 %, tombé dans un gouffre il y a plus de 3 millions d'années.

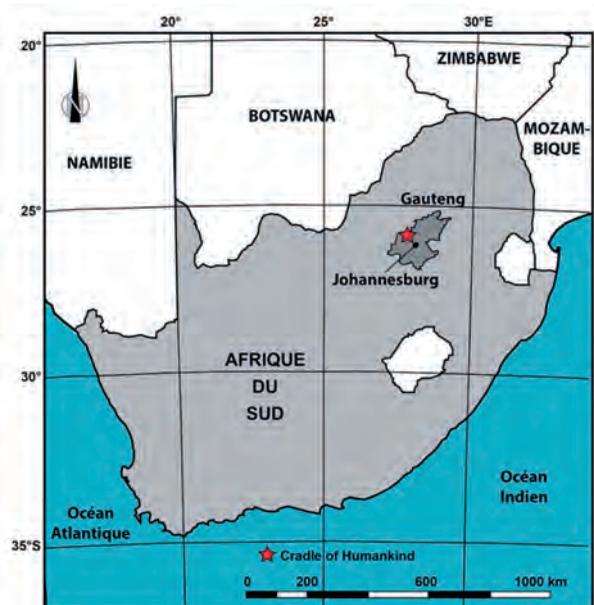


Figure 1 : Carte de localisation de la zone étudiée.

Aujourd'hui, un peu plus d'une dizaine de sites paléontologiques sont connus dans l'aire du CoH, la plupart ayant livré des restes d'homininés (sous-tribu des *hominina*). La plus forte concentration se situe le long du cours de la rivière Blaauwbank. Ce sont les sites de Sterkfontein, Swartkrans, Kromdraai, Cooper's, Bolt's Farm, Rising Star, Wonder Cave, Minaar's cave et Plovers Lake (Figure 2). D'autres sont répartis de manière plus éparse dans le nord du CoH, comme les sites de Malapa, Gladysvayle Cave, Gondolin, Haagsgat Cave et Motsetse Cave. Chacun de ces sites correspond à un paléokarst plus ou moins démantelé par la surface stratigraphique. Les dépôts fossilifères sont le plus souvent visibles à l'affleurement mais ils se prolongent également en profondeur. Seuls quelques-uns de ces paléokarsts ont donné accès à une cavité encore pénétrable de nos jours, comme la grotte de Sterkfontein.

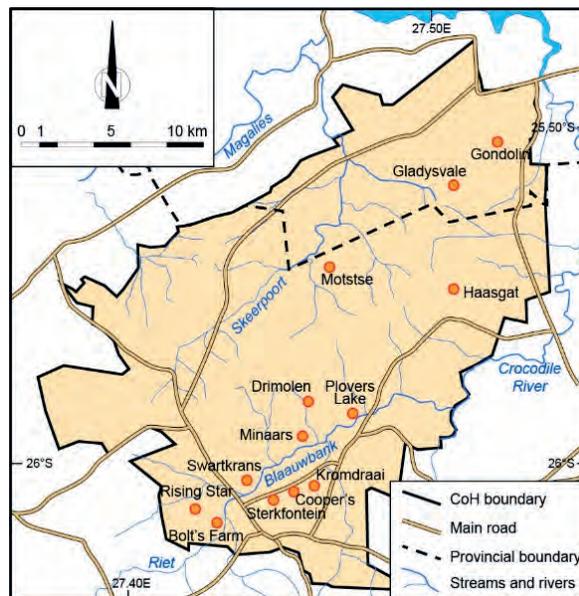


Figure 2 : Carte des sites du Berceau de l'Humanité (Site du Patrimoine mondial, UNESCO), Gauteng

2. Méthodes

En 2006, Ronald Clarke, paléanthropologue sud-africain, me contacte afin de l'aider à réaliser une datation fiable du fossile Little Foot trouvé au fond de la grotte de Sterkfontein. En effet, depuis la découverte de ce fossile en 1997, les datations se succèdent mais fournissent des résultats divergents, allant de -2,2 à -4,1 millions d'années (Ma) pour le membre 2, la plus ancienne brèche fossilifère du site. Il est convaincu alors qu'un problème stratigraphique se pose et m'invite à venir étudier le contexte sédimentaire autour de ce fossile afin de relancer des mesures chronométriques ciblées. Mon approche ne pouvant se résoudre à la seule analyse stratigraphique, sans

prendre en compte l'ensemble des échelles emboîtées qui permettront de répondre à la question initiale, j'élabore peu à peu, au gré des missions, un programme de recherche complet. Il intègre des géologues, paléontologues, paléanthropologues, archéologues mais aussi des géologues, des géochimistes, des dateurs et bien sûr des géomorphologues dont des karstologues. Il faut prendre en compte le contexte géologique et la très longue évolution qu'a connue cette partie du Craton du Kaapvaal depuis le dépôt des dolomies néoarchéennes, il y a 2,6 milliards d'années.

3. Résultats

Un paysage qui évolue très lentement

L'analyse géomorphologique de l'aire du CoH, avec l'apport de mesures d'exposition, de datations cosmogéniques et U/Pb mais aussi grâce à la biochronologie, montre que cette région a connu une évolution globalement très lente. L'encaissement de la Blaauwbank depuis la surface africaine, couvre une grande partie du Néogène ainsi que tout le Quaternaire. Les vitesses d'incision mesurées descendent jusqu'à 3 m par millions d'années dans la Blaauwbank ! Cependant, les rythmes d'incision sont variables dans le temps mais aussi dans l'espace, selon que l'on se trouve dans les parties amont ou aval des cours d'eau. Ces conclusions amènent à deux perspectives majeures pour les recherches en paléanthropologie dans cette région : i) les secteurs les plus préservés des dynamiques érosives se trouvent là où les surfaces d'érosion sont entamées par l'érosion régressive des cours d'eau mais pas démantelées. C'est d'ailleurs là où se trouve la plus forte concentration de sites fossilifères anciens ; ii) la tranche

supérieure de la vallée, entre la surface africaine (S1) et la S3 (Figure 3) est susceptible de receler des sites encore plus anciens que ceux connus, pouvant remonter assez loin dans le Miocène. Au-delà de la question géomorphologique, ces conclusions ouvrent de nouvelles perspectives de recherche de site fossilifères dans des parties bien ciblées du CoH ou dans d'autres contextes géomorphologiques comparables en Afrique du sud voire en Afrique australe.

Le rôle de la fantômisation

L'étude de très nombreux exemples de fantômes de roches observés dans cette région montrent que ce processus d'altération est à l'origine de l'essentiel des vides karstiques et explique notamment la très grande densité de cavités (BRUXELLES *et al.*, 2018). Le réseau de Sterkfontein est de type labyrinthique (Figure 3) et on trouve encore l'altérite *in situ* en cours de vidange par l'oscillation du niveau de la nappe phréatique. L'encaissement saccadé du réseau hydrographique et le développement de surfaces d'érosion

ont permis non seulement l'évidement d'une partie du fantôme de roche mais aussi l'ouverture de très nombreuses entrées (Figure 4). La faible dynamique du drainage karstique et l'absence de morphologies organisées autour des entrées ont contribué à la formation lente et progressive de talus gravitaire d'origine colluviale qui a formé les brèches fossilifères. Chaque membre peut couvrir une période de plusieurs centaines de milliers d'années (BRUXELLES, 2019 ; GRANGER *et al.*, 2022) !

En Afrique du Sud, cette longue phase d'altération a préparé la formation des cavités qui ont constitué, une fois évidées de leur altérite par érosion régressive, des enregistreurs de la faune et de la flore alentour. Aujourd'hui encore, l'érosion de ces altérites produit des effondrements fréquents à Pretoria qui posent de réels problèmes géotechniques

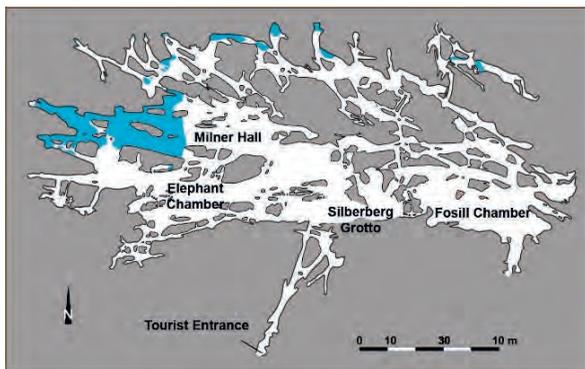


Figure 3 : Plan simplifié de la grotte de Sterkfontein. On perçoit bien ici l'architecture très labyrinthique du réseau où chaque discontinuité lithologique a été exploitée par l'altération (d'après MARTINI *et al.*, 2003 modifié).



Figure 4 : Pseudo-endokarst de la carrière de Bolt's farm. L'altérite sombre s'est partiellement effondrée sur elle-même laissant la place pour le développement d'un plancher de calcite blanc. Ici, l'altérite n'a pas été évacuée par l'érosion régressive depuis les drains karstiques de l'époque. Cela permet de visualiser le rôle de la fantômisiation dans la formation des cavités du CoH.

Un long enregistrement géomorphologique et sédimentaire

L'étude de la Silberberg grotto, un des réseaux de la grotte de Sterkfontein, et l'analyse stratigraphique multiscalaire des brèches du membre 2 ont permis de démontrer que ces

dépôts, dans lesquelles était fossilisé Little Foot, se sont accumulés depuis une entrée par accréation particulière, lente et progressive. Nettement stratifié, ce talus de débris présente une géométrie et une organisation inchangées depuis sa mise en place (Bruxelles *et al.*, 2019). Ce travail permet de valider la datation de Little Foot à -3,67 Ma (Figure 5). En outre, cet objet sédimentaire fournit des informations sur l'état du creusement de la grotte mais aussi sur la position du niveau de base. Ainsi, la partie la plus basse du talus du membre 2 se situe à une altitude comparable à la surface S4 qui borde le lit majeur de la Blaauwbank (Figure 5). À cette époque, le fond de la vallée se situait donc déjà au moins à ce niveau, ce qui se corrèle parfaitement avec la datation de la terrasse de la mine d'or de Kromdraai, elle aussi associée à la surface S4. Les arguments géomorphologiques et l'étude des remplissages karstiques convergent pour démontrer l'ancienneté des grottes mais aussi une évolution extrêmement ralentie des paysages du CoH. C'est cette évolution lente qui a permis de préserver les remplissages vieux de plusieurs millions d'années jusqu'à nos jours.

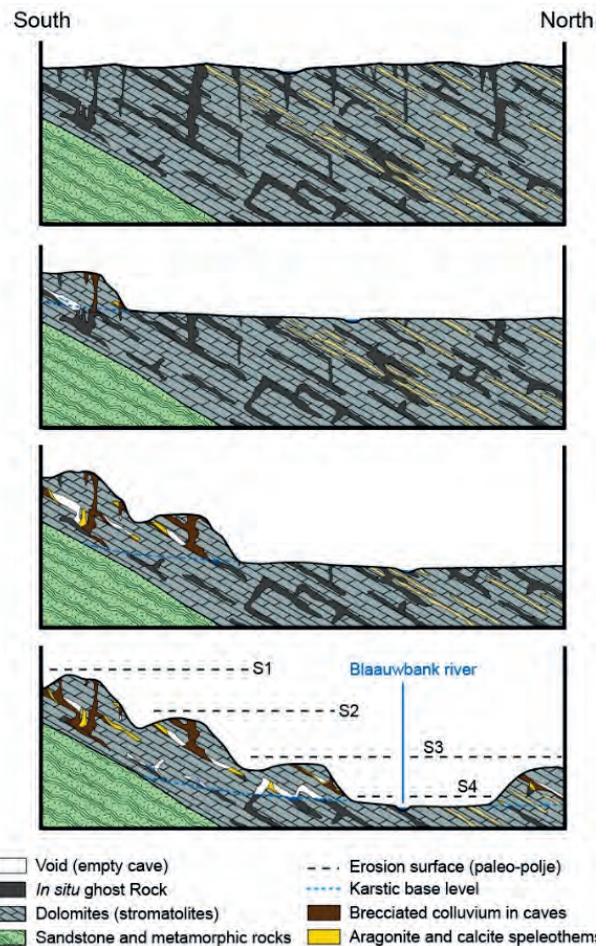


Figure 5 : Schéma synoptique de l'évolution de la vallée de la Blaauwbank et de la mise en place des cavités et de leurs remplissages. Sans échelle (BRUXELLES *et al.*, 2018).

À l'échelle de la vallée, les surfaces et les cavités qui s'y ouvrent couvrent une période d'au moins une dizaine de millions d'années. Elles enregistrent en relais l'histoire

paléontologique et paléoenvironnementale de surface (BRUXELLES, 2019). Cependant, le processus d'évidement de l'altérite résiduelle couplé à l'évolution des entrées sur le temps long rend complexe la lecture des relations entre les dépôts fossilifères piégés dans ces cavités, les stratigraphies étant même parfois inversées. Des planchers stalagmitiques peuvent même se développer dans des vides formés secondairement au sein des brèches (BRUXELLES *et al.*, 2014), ce qui constitue également un piège pour les géochronologues qui ont travaillé précédemment sur ce site (WALKER *et al.*, 2009 ; HERRIES et SHAW, 2011 ; PICKERING *et al.*, 2011 & 2019).

De nouvelles datations publiées cette année (GRANGER *et al.*, 2022) ont été réalisées sur le Membre 4 de Sterkfontein, situé stratigraphiquement au-dessus du Membre 2. Il

confirme le caractère intrusif des planchers de calcite utilisé jusque-là pour les datations à Sterkfontein. Ces datations valident également l'ancienneté des dépôts, le Membre 4 et les nombreux fossiles d'australopithèques que ces brèches ont livrés étant désormais calés autour de -3,4-3,6 Ma. Ceci est tout à fait en accord avec la succession et la géométrie générale des dépôts du site : les brèches du Membre 4 recouvrent le Membre 2 dans lequel a été retrouvé Little foot (-3,7 Ma) et le Membre 3 (non daté) et leur sommet est tronqué par une importante discordance érosive scellée par le Membre 5 (-2,2 Ma). Ces résultats et leur parfaite cohérence démontre la pertinence de l'approche karstologique et géoarchéologique de terrain dans le cadre de sites aussi anciens et aussi complexes.

4. Discussions

À l'image du travail réalisé dans le Membre 2 de Sterkfontein, la reprise systématique de la stratigraphie des sites paléontologiques montre que de nouvelles perspectives de recherche s'ouvrent inévitablement sur les autres sites du CoH, que ce soit en termes de datation, de potentiel de fouille, voire de nouveaux dépôts ou sites fossilifères. Ce travail, qui devrait constituer la base des recherches sur chaque site du CoH, reste à homogénéiser. C'est la seule stratégie valide pour pouvoir, en obtenant enfin des dates fiables, établir des corrélations intersites et aborder des perspectives paléoenvironnementales et paléoanthropologiques communes.

À l'échelle du CoH, la réalisation de prospections ciblées, sur la base de nos acquis concernant la géologie et la géomorphologie, nous a menés à la découverte d'un nouveau site contemporain de Sterkfontein. Cette méthodologie semble faire ses preuves et nous envisageons un programme de prospection dans le but d'identifier des sites plus anciens, en rapport avec la surface S2, afin de confirmer que cette région peut receler des sites allant jusqu'au Miocène.

Plus largement, à l'échelle de la province du Gauteng, d'autres affleurements de dolomie de Malmani regroupent des caractéristiques favorables à la présence de sites fossilifères et restent à prospecter. Un nouveau programme de recherche a donc été obtenu dans une région quasiment vierge pour ce type de démarche dans la région de Pretoria.

Ces résultats ouvrent également des perspectives de recherche à l'échelle du continent africain (Figure 6). En effet, cette région recèle une histoire aussi ancienne que celle connue depuis plus longtemps dans le rift est-africain. Cela signifie que ce secteur constitue bien un berceau de l'humanité.

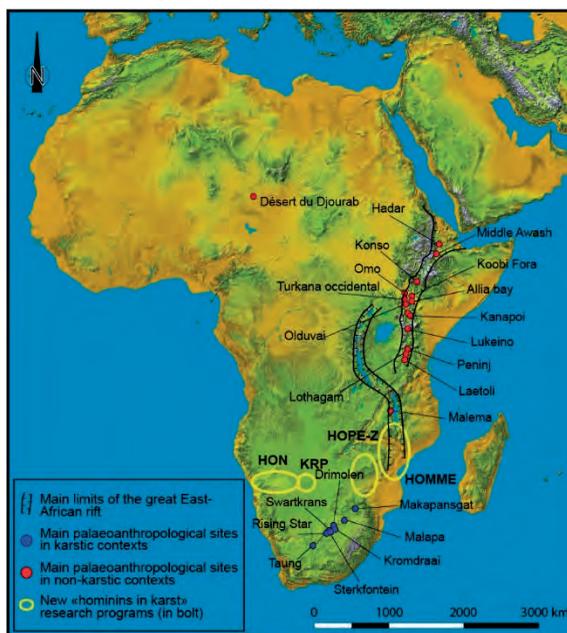


Figure 6 : Carte des principaux sites à hominidés d'Afrique, selon leur contexte géologique (BRUXELLES, 2019).

Mais comment expliquer que l'on ait deux berceaux, séparés de plus de 4000 km, avec les mêmes chronologies et des fossiles très comparables ? Peut-être faut-il admettre qu'il y avait des hominidés partout, dans une grande partie de l'Afrique. Aujourd'hui, nous ne retrouverions plus que les vestiges préservés dans des pièges géologiques comme le rift ou le karst. Le rift est-africain ou le CoH ne serait alors que des morceaux d'un seul et même berceau de l'humanité. Partant de ce postulat, on peut donc envisager que d'autres pièges fossilifères existent en Afrique. Nous avons donc mis en place plusieurs missions de recherche dans les karsts d'Afrique australe :

- La mission Human Origins in Namibia (MEAE) est la première application sur le terrain du modèle géologique et géomorphologique mis en évidence dans le CoH, en Afrique du Sud. Les Aha Hills tout comme le triangle d'Otavi, rassemblent toutes les caractéristiques qui permettent de penser que des

sites comparables à Sterkfontein existent. On y retrouve des cavités creusées par fantômisation, un paysage qui évolue très lentement mais aussi des indices de paléokarsts voire de faune couvrant les derniers millions d'années ;

- Un second secteur est actuellement en cours d'étude : le Mozambique (MITI 80, CNRS). Il se situe au débouché sud du rift et ce sont les premiers karsts que la faune, dont les hominés, ont franchis en sortant du rift. Après une première mission menée en 2018 et qui a livré quelques brèches fossilifères, une nouvelle est prévue en août 2022, juste après le congrès !
- Plus récemment, nous avons lancé des programmes de recherche au Botswana, en collaboration avec le Botswana National Museum (Hominins in Botswana: Karst Research Project). Dès la première mission de terrain réalisée en 2021, plusieurs sites fossilifères ont été découverts et la fouille de deux d'entre eux a été lancée (Figure 7). La combinaison entre les rythmes d'évolution du paysage, l'état de démantèlement des paléokarsts et la faune identifiée convergent pour indiquer que l'on se situe bien entre -3 et -2 Ma, la période où apparaît le genre Homo.
- En juin 2022, la première mission de terrain a été organisée au Zimbabwe, dans le cadre du programme Hope-Z (R. Hanon et S. Prat dir.). Plusieurs nouvelles cavités ont été découvertes dans l'une desquelles nous avons identifié la première brèche fossilifère du pays.

Il ne reste plus qu'à identifier parmi les os de faune, des restes d'hominés dont la fréquence est de 1/1000 en moyenne. Mais l'enjeu est de taille puisque la découverte d'un seul ossement d'hominé ancien sur ces sites suffirait pour confirmer que c'est toute l'Afrique qui est le berceau de l'humanité. Cela ouvrirait des perspectives de recherche immenses dans les karsts africains.



Figure 7 : Fouille d'un site fossilifère dans les collines de Koanaka (Botswana) en décembre 2021 (photo : C. Bruxelles). Le sol de ce paléokarst est constitué de brèches et fossilifères et de concrétions de calcite.

5. Conclusion

En proposant de nouvelles approches, de nouvelles orientations de recherche et de nouveaux terrains d'investigation, nos travaux renouvellent les problématiques autour de l'évolution géomorphologique des paléokarsts et s'inscrivent dans des thématiques débattues aujourd'hui, au niveau international, sur les mécanismes à l'origine de l'évolution de la lignée humaine. C'est ainsi qu'en dépit du grand nombre de fossiles découverts dans le CoH, des questions de première importance demeurent : Comment les premiers représentants du genre Homo ont évolué en Afrique du Sud et dans quelles circonstances se sont-ils adaptés au milieu environnant ? Quelles sont les relations évolutives entre les différents genres et espèces d'hominés identifiés, en Afrique du Sud mais également entre l'Afrique de l'Est et l'Afrique australe ? Quel échantillon de la paléodiversité

humaine de cette époque connaissons-nous réellement ? Est-ce que, à l'instar de *Homo naledi*, découvert tout récemment, il persiste des taxons de notre lignée ayant vécu en Afrique du Sud dont nous ignorons l'existence ?

Nos résultats montrent que la géomorphologie et la géoarchéologie peuvent contribuer à répondre à ces questions. Ils montrent aussi que le karst constitue un milieu de première importance car il permet, grâce à des caractéristiques uniques, de préserver les fossiles pendant des millions d'années (Figure 8). Au-delà des perspectives de recherches à l'échelle du continent africain, ces résultats doivent beaucoup au travail des karstologues mais aussi, et c'est fondamental, à celui des spéléologues !

Remerciements

Nous remercions pour leur soutien le ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères, le programme MITI 80 du CNRS, l'Institut des Déserts et des Steppes, l'Inrap, l'Université du Witwatersrand (Johannesburg) dont Kathleen Kuman, Ron Clarke et Dominic Stratford, le Muséum national du Botswana, Engie et l'équipe du la mission HOPE-Z.



Figure 8 : L'australopithèque Little Foot (StW 573) en cours de fouille dans la grotte de Sterkfontein (Photo L. Bruxelles)

Références

- BRUXELLES L. (2018) Des fantômes et des hommes : le rôle de la fantômisiation dans la formation des karsts à hominins d'Afrique du Sud. *Karstologia*, n° 69, p. 1-8.
- BRUXELLES L. (2019) *Les karsts du berceau de l'Humanité en Afrique australe*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Sciences de l'Univers, Université de Montpellier, 2 volumes, 322 p.
- BRUXELLES L., CLARKE R. J., MAIRE R., ORTEGA R. & STRATFORD D. (2014) Stratigraphic analysis of the Sterkfontein StW 573 *Australopithecus* skeleton and implications for its age. *Journal of Human Evolution* 70, p. 36-48.
- BRUXELLES L., STRATFORD D. J., MAIRE R., PICKERING T. R., HEATON J. L., BEAUDET A., KUMAN K., CROMPTON R., CARLSON K. J., JASHASHVILLI T., McCLYMONT J., LEADER G. M. & CLARKE R. J. (2019) A multiscale stratigraphic investigation of the context of StW 573 'Little Foot' and Member 2, Sterkfontein Caves, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 199, p. 78-98.
- CLARKE R. J. (2013) *Australopithecus* from Sterkfontein Caves, South Africa. In: Reed K., Fleagle J., Leakey R. E. F. (Eds.), *Paleobiology of Australopithecus*. Springer, New York, p. 105-123.
- GRANGER D. E., GIBBON R. J., KUMAN K., CLARKE R. J., BRUXELLES L. & CAFFEE M. W. (2015) New cosmogenic burial ages for Sterkfontein Member 2 *Australopithecus* and Member 5 Oldowan. *Nature*, 522, p. 85-88.
- GRANGER D., STRATFORD D., BRUXELLES L., GIBBON R. J., KUMAN K. & CLARKE R. J. (2022) Cosmogenic nuclide dating of *Australopithecus* at Sterkfontein, South Africa. *PNAS*, in press.
- HERRIES A. I. R. & SHAW J. (2011) Palaeomagnetic analysis of the Sterkfontein palaeocave deposits: Implications for the age of the hominin fossils and stone tool industries, *Journal of Human Evolution*, Vol., n°5, p. 523-539.
- MARTINI J. E. J., WIPPLINGER P. E., MOEN H. F. G. & KEYSER A. (2003) Contribution to the speleology of Sterkfontein Cave, Gauteng Province, South Africa. *International Journal of Speleology*, 32, p. 43-69.
- PICKERING R., KRAMERS J. D., HANCOX P. J., de RUITER D. J. & WOODHEAD J. D. (2011) Contemporary flowstone development links early hominin bearing cave deposits in South Africa. *Earth Planet. Sci. Lett.* 306, 23e32.
- PICKERING R., HERRIES A. I. R., WOODHEAD J. D., HELLSTROM J. C., GREEN H. E., PAUL B., RITZMAN T., STRAIT D. S., SCHOVILLE B. J. & HANCOX P. J. (2019) U–Pb-dated flowstones restrict South African early hominin record to dry climate phases. *Nature* 565, p. 26–229
- WALKER J., CLIFF R. A. & LATHAM A. G. (2006) Pb isotopic age of the StW 573 Hominid from Sterkfontein. *South African Journal of Science*, 314, p. 1592 -1594.