

obtenus par la méthode Levallois (pointes, éclats retouchés...) suggère que des humains les avaient apportés là. Les chercheurs ont aussi découvert une boîte crânienne humaine déformée par les mouvements de terrain et accompagnée de plusieurs restes de la face, une mandibule quasi complète d'adulte, plusieurs éléments postcrâniens et toute une série de dents.

Ces restes humains et ceux trouvés dans les années 1960 représentent au moins cinq individus: trois adultes, un adolescent et un enfant. Ils proviennent d'une strate contenant des outils dont la datation par thermoluminescence donne un âge de 315 000 ans à 34 000 ans près. Une autre technique confirme ce résultat. Ce sont donc les plus anciens fossiles d'*H. sapiens* connus à ce jour.

Outre leur caractère *sapiens*, l'examen de ces restes révèle plusieurs traits archaïques. Les plus évidents sont une forme de l'encéphale assez différente de celle des *H. sapiens* récents et, pour l'un des crânes, des arcades sourcilières proéminentes. Plus gracile que celle d'un Néandertalien, la face des humains de Jebel Irhoud est aussi assez courte.

Pour confirmer l'appartenance des fossiles à l'espèce *H. sapiens*, l'équipe de Jean-Jacques Hublin a réalisé une analyse morphométrique en 3D, une technique statistique qui permet, après avoir mesuré de nombreux traits, de représenter les diverses formes anatomiques par des points dans un espace abstrait. Il en ressort que les hominidés de Jebel Irhoud se placent au milieu du nuage de points correspondant aux *H. sapiens*.

Les chercheurs constatent aussi que les fossiles de Jebel Irhoud peuvent être rapprochés de ceux d'Omo 1 et 2 (195 000 ans, Éthiopie) et de celui, controversé, de Florisbad (259 000 ans, Afrique du Sud). Par ailleurs, on retrouve certains des traits des fossiles de Jebel Irhoud en plusieurs endroits d'Afrique et à plusieurs dates, ce qui suggère une évolution en mosaïque d'*H. sapiens*, c'est-à-dire que ses traits auraient évolué à des vitesses différentes suivant les lieux. Un phénomène peut-être lié à l'épisode climatique qui, il y a environ 330 000 ans, a entraîné une très forte réduction du Sahara et donc rendu possible la circulation entre l'Afrique du Nord et le reste du continent. ■

FRANÇOIS SAVATIER

J.-J. Hublin et al., *Nature*, vol. 546, pp. 289-292, 2017 ;
D. Richter et al., *ibidem*, pp. 293-296

Accord de Paris : l'impact du retrait américain

Les États-Unis se retirent de l'accord de Paris sur le climat. Quelles en seront les conséquences ? La réponse de Valérie Masson-Delmotte, paléoclimatologue qui copréside depuis 2015 le groupe de travail n° 1 (principes physiques du changement climatique) du Giec, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.



Propos recueillis par FRANÇOIS SAVATIER

VALÉRIE MASSON-DELMOTTE
Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, CEA, Gif-sur-Yvette

À moyen terme, quel pourrait être l'impact du retrait américain sur les émissions de gaz à effet de serre ?

Valérie Masson-Delmotte : Rappelons que les États-Unis représentent 25 % des émissions cumulées historiques de CO₂, et aujourd'hui 15 % des émissions mondiales. Malgré la décision du président américain, ce qui compte, ce sont les actions menées aux États-Unis pour réduire les émissions en jouant sur les normes ou l'efficacité énergétique de différents secteurs. Depuis l'élection de Donald Trump, la nouvelle administration américaine a annulé certaines décisions mises en place précédemment qui visaient à mettre les États-Unis en phase avec leur engagement pour l'horizon 2025 (- 26 à - 28 % par rapport à 2005 dans l'accord de Paris).

Un groupe de réflexion américain a évalué que, du fait de ces décisions puis de leur annulation, les émissions américaines devraient continuer à diminuer jusqu'en 2020 (suite aux actions réalisées jusqu'à ce jour), mais stagneront après 2020. Mais ces conclusions doivent être revues en prenant en compte les milliers d'acteurs américains (neuf États, des centaines de villes et d'universités, des milliers d'entreprises) qui veulent mettre en œuvre l'engagement américain à l'horizon 2025. Ils représentent plus de 120 millions de citoyens des États-Unis.

Et à long terme ?

V. M.-D. : À long terme, c'est la question de l'innovation, en vue des technologies efficaces de demain, qui est cruciale. Le projet de budget de la Maison Blanche prévoit de fortes coupes dans de nombreux secteurs de la R&D de l'Agence pour la protection de l'environnement (EPA) du Département de l'énergie. Cela n'incite pas à l'optimisme...

Quelles conséquences potentielles sur l'attitude des autres pays pourrait avoir le retrait des États-Unis ?

V. M.-D. : Il est difficile à ce stade de l'évaluer, mais la plupart des signataires de l'accord de Paris, y compris les grands pays émergents, ont annoncé la poursuite ou le renforcement de leur ambition. La Chine pourrait avoir atteint son INDC, c'est-à-dire sa contribution décidée à l'échelle nationale, près de dix ans avant la date prévue de 2030. L'Inde, dont les émissions augmentent actuellement de 7 % par an en moyenne, vient de décider de développer les énergies renouvelables plutôt que le charbon. C'est encourageant.

Et quelle sera l'incidence sur le climat ?

V. M.-D. : À court terme, il est délicat de le prévoir. L'ensemble des études réalisées à partir des INDC de l'accord de Paris (en supposant une intensification de l'effort après 2030) suggère un bénéfice d'au moins 1 °C par rapport au « laisser-faire », ce qui est très important.

Quels risques la Maison Blanche fait-elle courir aux recherches américaines ?

V. M.-D. : Le projet de budget de la Maison Blanche est tragique pour plusieurs domaines de recherche, comme à l'EPA, à la Nasa, à la Noaa et à la NSF, puisqu'il prévoit des coupes sombres allant jusqu'à 40 % pour les sciences du climat et de l'environnement. Le désarroi de nos confrères américains s'est traduit dans l'importance de la Marche pour les sciences dans un pays où il est rarissime que les chercheurs manifestent. Tout va dépendre du vote du budget par le Congrès. Mes collègues sont extrêmement préoccupés, car tout est en jeu : leur emploi, les ressources essentielles pour travailler (moyens d'observations, de calcul) et leur attractivité pour les meilleurs étudiants du monde. Les décisions américaines pourraient remettre en cause la capacité à surveiller l'état du climat global et le partage mondial des jeux essentiels de données, tels les résultats des modèles de climat, qui permettent de comparer ces derniers. ■