

propre voie, était ostensiblement absent lors de la conférence de Lecce. En mai 2019, son équipe a publié des travaux fondés sur l'intelligence artificielle.

Menés par Clifford Seth Parker, lui aussi de l'université du Kentucky, ces chercheurs se sont servi de répliques de papyrus pour entraîner un réseau de neurones artificiels (l'une des techniques de l'intelligence artificielle) à reconnaître l'encre déposée sur les papyrus. À l'aide de cet « apprentissage profond », le réseau neuronal parvient à reconnaître l'encre de papyrus même à partir des données produites par des microtomographies à rayons X industriels.

Les microtomographies, images tridimensionnelles de haute résolution, produites par ces machines contiennent ainsi des informations subtiles sur les différences structurelles entre l'encre et le papyrus. En raison du manque de contraste, ces différences ne sont pas visibles sur les images, mais l'algorithme d'intelligence artificielle finit cependant par obtenir des informations utiles, à condition qu'il ait pu être entraîné avec suffisamment d'exemples de « contrastes morphologiques » liés à l'encre.

Ces essais ont pour le moment seulement démontré que le logiciel reconnaît de l'encre déposée en plusieurs couches, mais son principe n'en est pas moins prometteur. En octobre 2019, lors d'une conférence à Malibu, Brent Seales a annoncé que son algorithme a été en mesure de reconnaître une petite lettre apparente sur un fragment de papyrus, à partir de sa microtomographie.

Le chercheur a aussi utilisé le rayonnement synchrotron, plus efficace, pour examiner pour la première fois des rouleaux de papyrus d'Herculanum. Pour qu'il puisse les étudier à la Diamond Light Source, un synchrotron des environs d'Oxford, en Angleterre, l'Institut de France lui en a prêté deux. Les subtils signaux à analyser devraient se révéler davantage détectables dans les tomographies réalisées avec le synchrotron qu'avec un microtomographe. L'exploitation des données prendra plusieurs mois, d'autant que le développement de l'algorithme de lecture, qui doit être entraîné avec une énorme quantité d'exemples, est loin d'être terminé.

Savoir si les rouleaux de papyrus récupérés pourront être lus par l'une des méthodes non destructives joue un rôle déterminant dans la discussion sur l'opportunité de continuer à fouiller la villa des Papyrus. Les fouilleurs d'Alcubierre avaient trouvé les documents en partie dans de petits coffres et en partie dans des *capsae*, des boîtes servant à leur transport. Certains se trouvaient au sol, ce qui est peut-être lié à la façon dont l'avalanche de boue a pénétré les pièces. La plupart furent toutefois découverts sur les étagères équipant les murs d'une petite pièce dépourvue de fenêtre.

À la fin du ^{xviii} siècle, l'ingénieur suisse Karl Weber a relevé les tunnels et établi le plan d'un étage de la villa (voir la figure page 70-71). Les emplacements présumés des découvertes y sont notés. Il est évident qu'on ne lisait pas les papyrus dans la petite pièce. Les salles de lecture et les salles de stockage des ouvrages devaient donc être séparées. Les rouleaux qui venaient d'être lus se trouvaient probablement dans des *capsae* ou des commodes meublant les pièces éclairées. L'existence d'une salle contenant plus de cinquante chaises disposées en demi-cercle – une salle de réunion sans doute – va dans ce sens.

LA BIBLIOTHÈQUE TOUJOURS SOUS TERRE ?

On suppose aujourd'hui que la plupart des textes – ceux rédigés en grec et relatifs à Philodème – furent découverts dans la petite réserve, tandis que les textes latins le furent dans des *capsae* au sein des salles de lecture. Les différences observées dans les états de conservation des différents rouleaux plaident en ce sens. La petite salle était donc peut-être une sorte d'archive commémorative de Philodème, un centre philologique pour les érudits. De fait, certains des livres de Philodème y étaient disponibles dans des versions similaires. Certains textes comportent aussi des commentaires éditoriaux, ce qui suggère qu'il s'agit des premiers jets de Philodème, même si celui-ci est mort plus d'un siècle avant l'éruption du Vésuve.

En même temps, d'autres indices suggèrent que la bibliothèque principale, celle dont provenaient les textes contenus dans les *capsae*, n'est pas encore découverte. Les fouilles menées dans les années 1990 ont mis au jour deux étages supplémentaires, inconnus en 1750. La plus grande découverte de textes antiques jamais faite depuis la Renaissance nous attend-elle dans la boue pétrifiée qui remplit cette partie du bâtiment ?

En 1999, le surintendant de l'administration des biens culturels, Pier Giovanni Guzzo, a stoppé les fouilles en arguant que les travaux sur les rouleaux déjà exhumés étaient prioritaires. Le chantier de fouille est donc à l'arrêt, mais il a créé une tranchée de 30 mètres de profondeur, qui est aujourd'hui menacée de remplissage par la nappe phréatique. Des pompes ont été installées. Reste à savoir si cela protégera de l'eau la bibliothèque située dans la roche adjacente, si elle existe, et aussi à savoir si l'on pourrait aménager un tunnel pour atteindre les livres enfouis.

Il y a quelques années, Pier Giovanni Guzzo a fait savoir que l'on essaierait des « méthodes de sauvetage non conventionnelles ». Rien ne s'est produit cependant, avec l'argument que si la bibliothèque est en sécurité, mieux vaut la laisser tranquille. Pour le moment, après tout, les rouleaux exhumés continuent à se décomposer et l'on ne sait toujours pas les lire... ■

BIBLIOGRAPHIE

C. S. Parker et al., **From invisibility to readability : Recovering the ink of Herculanum**, *Plos One*, vol. 14(5), e021 5775, 2019.

P. Tack et al., **Tracking ink composition on Herculanum papyrus scrolls : Quantification and speciation of lead by X-ray based techniques and Monte Carlo simulations**, *Scientific Reports*, vol. 6, article 20763, 2016.

V. Mocella et al., **Revealing letters in rolled Herculanum papyri by X-ray phase contrast imaging**, *Nature Communications*, vol. 6, article 5895, 2015.

B. Seales, **Lire sans détruire les papyrus carbonisés d'Herculanum**, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, vol. 153(2), pp. 907-923, 2009.



L'urubu à tête rouge *Cathartes aura*, tel que le voyait Jean-Jacques Audubon dans *The Birds of America* (1840). Ce vautour fut au cœur de la controverse autour de l'odorat des oiseaux qui opposa l'ornithologue à l'explorateur Charles Waterton.

L'ESSENTIEL

> Si Aristote et Plin l'Ancien pensaient que les oiseaux ont un odorat, les naturalistes du XIX^e siècle étaient beaucoup plus sceptiques.

> Il fallut attendre 1964 pour qu'un ornithologue prouve que l'urubu à tête rouge repère bien les cadavres à l'odeur...

> ... Et encore plusieurs dizaines d'années pour découvrir que certains oiseaux sont même capables de retrouver leur nid à des centaines de kilomètres grâce à leur odorat.

L'AUTEUR



BENOÎT GRISON
enseignant-chercheur
de l'UFR Sciences et techniques,
à l'université d'Orléans

Du flair de Waterton à l'odorat des oiseaux

Les vautours repèrent-ils les carcasses à l'odeur? En 1826, cette question fut le point de départ d'une controverse qui ne trouva son dénouement que ces dernières années.

Au début de son film *Les Neiges du Kilimandjaro* (1952), classique hollywoodien adapté de Hemingway, Henry King met en scène Gregory Peck dans le rôle d'un écrivain désabusé, grand amoureux de l'Afrique. Victime d'un accident de safari, ce dernier est bloqué dans un camp de brousse, dans l'attente d'un avion qui tarde à venir. Sa jambe blessée risquant de se gangrener, il croit bien sa dernière heure venue... Et de contempler d'un œil impavide les vautours rôdant à proximité de sa tente, tout en s'adressant à sa compagne (Susan Hayward): «Les sales bêtes! Je me demande s'ils sont guidés par leur odorat ou par leurs yeux.»

C'est cette même interrogation qui a tracassé – quoique dans un contexte moins dramatique – les naturalistes puis les biologistes du comportement durant quelque deux cents ans. Si cette controverse est en train de se dénouer aujourd'hui, elle en dit long sur les présupposés et biais cognitifs de certains chercheurs qui font parfois obstacle à des avancées scientifiques.

De fait, la majorité des ornithologues a tenu durablement les oiseaux pour des créatures

dépourvues de tout odorat, «anosmiques» ou presque. Mais ces dernières décennies, des découvertes étonnantes ont démontré que beaucoup d'espèces aviennes ont «du nez», cette capacité perceptive jouant même un rôle crucial dans maints aspects de leur biologie.

D'AUDUBON À DARWIN

Durant la première moitié du XX^e siècle, les manuels de zoologie enseignaient avec constance que la vision et l'audition étaient les deux sens prédominants des oiseaux. En fait, leur acuité visuelle peut être sans égale parmi les vertébrés: certaines espèces possèdent deux fovéas et leur aptitude à discerner les couleurs est remarquable. Par ailleurs, l'oreille de beaucoup d'oiseaux est à même de détecter les infrasons. Enfin, des rapaces nocturnes peuvent, grâce à des neurones «bimodaux», traiter de façon intégrée à la fois les stimulations auditives et visuelles, localiser avec rapidité et précision des proies mouvantes. Toujours est-il que pendant longtemps, la seule exception notable concédée à la règle de l'«absence de flair» avienne était celle du kiwi, aptère (sans ailes) de Nouvelle-Zélande, animal nocturne et fouisseur, friand de lombrics >



Article publié avec l'aimable autorisation de la revue *Espèces*, après parution dans son n° 29, pp. 58-63, en septembre 2018, <https://especes.org>.