Thomas Kole

從遊戲程式與博物館互動，到特諾奇蒂特蘭、摩亨佐達羅的三維重建

Thomas Kole 是荷蘭技術美術師與軟體開發者，主要從事程式設計、三維圖像與互動展示的工作。他在比利時 HOWEST 的 Digital Arts and Entertainment 課程學習遊戲程式，先後進入虛擬實境、電視虛擬製作與博物館展示領域；自2019年起，他在阿姆斯特丹的 YIPP 製作現場互動體驗。讓更廣大觀眾認識他的，是2023年公開的《特諾奇蒂特蘭肖像》（A Portrait of Tenochtitlan）：一組重建1518年前後墨西加首都及墨西哥谷地的三維圖像。這原是業餘計畫，後來發展成線上互動模型；2026年，他又為《國家地理》製作摩亨佐達羅的城市及建築重建。[1, 2, 3]

Kole 的正式養成在遊戲與圖像製作，專長是讓畫面、程式和有限的運算資源協同工作；歷史重建使他必須向另一群專業人士學習，也讓他的工作從遊戲玩家、博物館訪客，走向關心城市記憶的墨西哥讀者與考古圖像的國際出版市場。要理解他如何做出那些像空拍照的古城，得先回到他還在製作學生作業和小遊戲的時候。



《特諾奇蒂特蘭肖像》中的城市全景。這是依據研究製作的三維藝術重建，不是歷史照片或現地空拍。圖：Thomas Kole；原作與授權說明，CC BY 4.0。本文使用原圖，未作影像內容修改。

少年時期的三維軟體與比利時的遊戲學校

2015年1月，Kole 在 Sketchfab 發表學生作品的製作記錄。他當時20歲，剛完成科特賴克（Kortrijk）DAE 一年級上學期考試。他在學校製作的《Cudillero Diorama》則是他第一次較完整地使用 3DS Max。這件西班牙海濱小鎮模型，先有一份城鎮繪畫作業，才有後續的三維考試。他搜尋網路照片、反覆看 Google 街景、畫建築習作，再把街屋、坡地與海岸組合成場景；模型中的小長方形標記代表人的身高，用來維持比例。沒有資料顯示他曾為此到訪 Cudillero。[4]

他原本不是帶著明確的程式職業計畫入學。2015年接受 80 Level 訪談時，Kole 回憶約12歲先用 SketchUp 入門，很快轉用 Blender；報讀 DAE 原是想成為美術工作者，進校後接觸程式，才發現自己更喜歡這部分。這個轉向很重要：往後的「技術美術」並非同時貼上兩個職稱，而是在美術興趣之內，逐漸找到用程式處理問題的位置。[5]

那篇學生自述也已談到工具的經濟門檻：Kole 希望開源軟體在遊戲產業更普及，讓新人不必先購買昂貴軟體才能練習，也更容易從技術上擴充工具。他在成為職業開發者以前，已把工具的取得方式列入自己關心的問題。他的公開履歷將 DAE 遊戲程式學習時段列為2014至2017年；這是一段把既有的圖像興趣放進程式、遊戲管線及集體製作環境的訓練。[6, 7]

學生時期的《Half-Line Miami》於2015年公開，把《Half-Life 2》的重力槍與世界元素，移到《Hotline Miami》式的俯視動作遊戲。免費版本附有關卡編輯器，配樂由 SUNG 製作。遊戲引擎由學校教師提供，Kole 在其 C++、Box2D 基礎上修改。他在技術回顧中說，自己從較早、結構混亂的 C++ 試作重新開始，將關卡中的物件、敵人與起終點存成資料，讓新關卡不必逐一寫入程式。編輯器與檔案格式，使一件個人作品也能留下別人繼續改造的入口；引擎的權利限制，卻使他當時不能公開整套原始碼。免費下載、可改造與開源，在他的實際作品裡是三件不同的事。[8, 9, 10]

他在2016年7月記錄製作過程的《Apollo 15 VR》又換了限制條件：讓智慧型手機配合 Google Cardboard 呈現登月場景。他把 NASA 的著陸地點高程資料帶入 Blender，為遠山另做節省運算的網格，處理近地與遠景的不同貼圖需求；可行走區域則加入他明言屬於虛構的隕石坑。資料、取捨和視覺補足，在這裡已同時存在。後來的歷史重建延續了這種實作習慣，但新增了更嚴格的問題：哪些補足可以由史料支持，哪些必須承認只是推測。[11]

2017年以後：VR、電視與 YIPP 博物館互動

Kole 的工作履歷有明確的機構次序。2017年，他在阿姆斯特丹 ForceField VR 實習，隨後受聘；2018年轉往希爾弗瑟姆（Hilversum）的電視製作服務公司 NEP，使用經修改的 Unreal Engine 參與虛擬製作。2019年起，他在 YIPP 工作，將 Unity 與微電子裝置、投影和實體輸入設備結合，服務博物館的現場觀眾。其間參與的工作包括場景簡化研究與電視虛擬攝影棚，都是把三維美術放進實際製作管線的職務。[12]

YIPP 的作品也說明「技術美術」每天要解決什麼。在 Drents Museum 的 Labyrinthia 獨木舟體驗裡，團隊必須追蹤訪客手中的槳，再以特製全景算圖維持合適透視；在倫敦科學博物館的 Technicians Gallery，參觀者用搖桿與按鈕操縱水下遙控載具，在虛擬海床上移動物件；Naturalis 的三角龍互動，則讓觀眾用噴罐替動畫中的動物上色。這些是 Kole 在個人作品集明列參與的團隊成果，並非他一人包辦設計、程式和製造。[13]

展示背後還有設計與施工分工。2024年開放的 Labyrinthia，由博物館連結 NorthernLight、Bruns 與 YIPP 等團隊；同年啟用的 Naturalis 三角龍展，也把展覽設計、裝置施工、影音與互動開發分給不同專業。YIPP 的三角龍專案說明特別指出，讓訪客自由噴繪皮膚，是因為其確切顏色與紋理仍未知。在這類工作裡，未知可以成為讓觀眾參與的問題，不必由美術師單方面填上一個看似確定的答案。[14, 15]

它們的共同要求很具體：畫面得對應身體動作，操作必須讓初次接觸的觀眾理解，視覺效果還得在展示設備上運行。比起只輸出一張完成圖，這類工作迫使美術、程式與硬體互相遷就。Kole 後來的個人工具也處理相似的介面問題：他的 Hoogtedata 外掛把荷蘭公開高程與建築資料帶入 Blender；2022

年發布後，他在荷蘭地理資訊論壇與使用者討論座標、資料匯入及實際限制。2024年11月，他坦言一陣子沒空處理資料服務的變動，並感謝使用者 roeller 協助修補，讓外掛可以再供測試。公開工具背後有他能投入多少時間的限制，也有別人接手解決問題的合作。[16, 17, 18]

2022至2023年：在荷蘭開始重建特諾奇蒂特蘭

Kole 對墨西哥古城的興趣並非來自早年的專業史學訓練。他在2023年受訪時說，歐洲教育很少讓他接觸哥倫布以前的美洲；讀到特諾奇蒂特蘭的規模與組織後，原有印象受到衝擊。他在網路上尋找更具臨場感的圖像，沒有找到自己想看的效果，於是動手做。當時他仍未去過墨西哥，也不會西班牙語；閱讀、地圖和遠距交流先於實地旅行。[19]

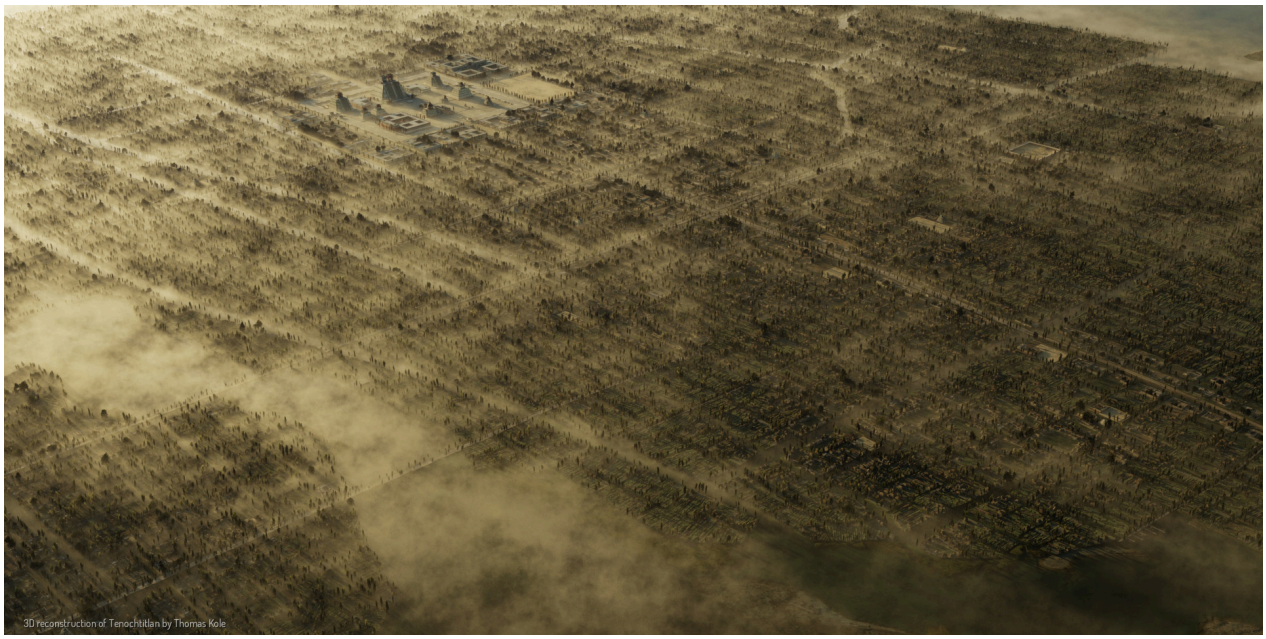
2022年2月8日，他在 Blender Artists 開設工作進度串，已明確說要做的不只是城市中心，還包括湖泊與周圍聚落，觀看尺度則接近無人機或直升機影像。第一步是高程資料，而不是最醒目的大神廟。這個開工記錄與2023年9月3日的完成公告，支持他多次自述約一年半的製作期。至於更早的閱讀興趣，與後來持續的展示、翻譯和研究活動，不能全部壓成同一個「完工日期」。[20, 21]

他公開列出的參照物，讓這項工程遠離「一人憑想像創造古城」的故事。Tomás Filsinger 長年修訂的城市地圖是重要基礎；Scott 與 Stuart Gentling 的圖像、José María Velasco 的谷地繪畫，以及墨西加藝術家的遺存，提供不同的視覺線索。學術資料包括 Barbara E. Mundy、Michael E. Smith、Gerardo Gutiérrez 和 José Luis de Rojas 的研究；地圖清單橫跨16世紀的紐倫堡圖、Uppsala 圖，到較晚期的重建圖與當代地理資料。這裡列的是 Kole 說明自己如何工作的參考譜系，不代表這些材料年代相同、彼此一致，或能直接拼成1518年的全景。[22]

在接受 Mexicolore 訪談時，他說自己原以為城市範圍、神聖區與湖岸等問題已有完整答案，研究後才發現分歧很多。他由谷地往城市中心推進；湖水、堤道、房屋與植被反覆改動，有時是因為畫面不成立，有時是新資料推翻舊安排。工作穿插於晚上、週末和假日，他沒有計算總工時。[23]

地形、森林和房屋：一座城市怎麼算出來

Kole 使用 Geometry Nodes，把重複而需變化的工作寫成生成規則。早期進度記錄中的 chinampas——以湖床與淺水區造出的農業地塊——從二維曲線開始：程式調整邊界，沿邊配置樹木，讓房屋與農田紋理大致跟隨地塊方向。規則的用處是讓場景可修改；當地形或範圍改變，不必重新手放所有元素。這也意味著，畫面中大量房屋的細節不能被誤讀為逐棟考證的成果。[24]



清晨霧中的 chinampas。地塊、植被與住居的整體配置服務於城市重建；圖像的可見細節不等於每一處都有直接考古證據。圖：Thomas Kole；原作，CC BY 4.0，未修改。

森林是另一種尺度問題。把每棵樹都做成獨立三維物件，會讓整個谷地超出可負荷範圍。Kole 在2022年3月公開一種以 Voronoi 區塊形成、朝向攝影機的貼圖方法：樹木看似鋪滿山坡，運算成本卻不必隨每一棵樹增加。他同時寫出代價：這種技巧沒有真正的樹木體積，也不提供完整正確的陰影與輪廓。這是可檢查的技術折衷，而不是把算圖擬真程度等同歷史精確度。[25]

房屋也不能逐棟手繪風化痕跡。他另行分享 Cycles 材質中的程序式雨漬技巧，以環境遮蔽資訊配合紋理產生污漬。到最後階段，他分層輸出影像，再用 Gimp 與 Darktable 後製；據他的製作回顧，最終單張算圖約需半小時。網站上的構圖與短文一起規劃：選角度讓讀者辨認城市組織，而不只是展示模型有多大。[26, 27]



日出中的 Templo Mayor。光線、霧與視點是 Kole 的圖像選擇；這幅圖不是對某一天實際天候的考證。圖：Thomas Kole；原作，CC BY 4.0，未修改。

Andrés Semo、Rodrigo Ortega 與墨西哥的合作者

計畫中途，Kole 與墨西哥攝影師、地理資訊工程師 Andrés Semo García 合作。Semo 並不只提供漂亮的現代城市照片：他在 UNAM 的訪談中說，工作包括挑選適合比較的空拍位置與古代島城的地理定位。Kole 再依照片的焦距、位置和高度調整虛擬攝影機，完成四組古今對照。因此，網站滑桿能對齊的畫面，來自模型、地理定位與實地攝影的共同工作。[28, 29]



古今對照之一：古城三維重建，遠方為谷地山峰。圖：Thomas Kole；原作，CC BY 4.0，未修改。


對應的現代墨西哥城空拍。這張才是實地攝影，作者是 Andrés Semo García（SemoDron），不是 Kole。圖：原作；依專案授權與署名要求，CC BY 4.0，未修改。

語言合作則經由另一條人際路徑形成。Rodrigo Ortega Acoltzi 在為 Chicome Itzcuintli 與 Aarón Quiáhuitl 做文字、翻譯的藝術工作室得知計畫；兩位畫家與 Mi Corazón Mexica 的工作，也連到網站的城市地名字形。Ortega 加入後，負責西班牙語與中部納瓦特爾語版本。他們沒有將納瓦特爾語當成單一、無差別的語言，而是選擇一個具體的中部變體。[30]

這些關係會改變作品被閱讀的方式。對 Kole 而言，圖像滿足的是對陌生城市的好奇；對住在墨西哥城

的 Ortega，重建所連接的則是自己的生活所在。他在訪談中形容初見作品時同時感到喜悅與悲傷。這不是可以由外來作者替所有墨西哥人概括的情緒，卻說明翻譯者也是作品的解讀者：把英文說明換成另一種語言之外，他帶入了城市至今仍有人生活、仍有文化延續的視角。[31]

歷史顧問提供的也不是一張最終保證書。Semo 在2024年轉述，城市考古計畫負責人 Raúl Barrera 對整體資訊表示認可，但指出建築間距仍有不確定性。Kole 自己則在訪談裡承認，連湖岸發展和神聖區顏料都可能難以取得共識。整個畫面必須連續，但其知識基礎並不因此變得同樣完整。[32, 33]

2023至2025年：公開圖像、墨西哥之行與互動模型

2023年9月公開後，這些圖像迅速進入建築、科技與新聞媒體。《Antiquity》同年12月刊號選用重建作為卷首圖，說明文字謹慎稱它為城市「可能」的面貌，並指出已知地點與依規則補入的景觀之別。這是作品進入考古閱讀環境的證據，不是期刊替每一個細節背書。[34]

Kole 一開始便決定讓圖像以 CC BY 4.0 分享，要求使用者署名；現代墨西哥城照片則須另外署名 Semo。這讓教學、再刊與展示有明確入口。2024年2月，他才第一次到墨西哥；同月16日，國立人類學博物館安排他的幕後製作演講，UNAM 的 Tlatelolco 文化中心也留下當月活動記錄。2024年9月，UNAM 工程學院展出他與 Semo 的影像。作品的跨國流動因而有兩種不同尺度：2023年的資料與遠距合作，以及之後可確認的親身旅行與現場交流。[35, 36, 37, 38]

2025年，Kole 把計畫擴展為瀏覽器中的三維檢視器。使用者可以調整時間、視點和標籤；他公開的 Blender 檔案，是為較低階硬體簡化的互動版本，並不是2023年高解析算圖的原始場景。首頁也清楚提醒，這是多種可能詮釋之一。從固定構圖走向可操作模型，延續了他做遊戲與博物館互動的經驗，同時讓觀眾更容易檢視城市的空間關係。[39, 40, 41]

2026年：為《國家地理》重建摩亨佐達羅

2026年5月號的《國家地理》委託 Kole 製作三幅摩亨佐達羅重建：城市全景、大浴池與住宅區剖視。工作對象換成印度河流域，合作結構也更明確：雜誌編輯團隊包括 Jason Treat、Amanda Hobbs，專業資料來自 J. Mark Kenoyer、Uzma Z. Rizvi、Sara Eichner；人物由具有歷史插畫背景的 Pedro Rafael Mena 繪製。Kole 以 GIS 對位歷史地圖和現代資料，利用空拍資料建立發掘區的攝影測量基底，再把程序生成元素與依考古資料手工配置的部分結合。[42]

這次輸出需要配合紙本摺頁：先看到大浴池，展開後呈現全城及住宅剖面。Mena 畫的二維人物，由 Kole 投射到簡化網格上，取得與場景相容的陰影和反射。他在2026年4月的公開討論說，製作分布於數個月間的幾段整週工作，反覆提出方案、接受學者評論、再修改；有交稿期限，但仍保留細部調整的時間。這與業餘的特諾奇蒂特蘭共享技術方法，卻已是有編輯、專家、合作者和出版規格的委託製作。[43]

截至2026年10月可查的個人網站，Kole 仍把自己介紹為 YIPP 的技術美術師。公開資料能確認受僱工作、個人計畫與出版委託並行，不能確認他的收入比例、報酬或家庭安排。這個界線不妨保留：他的職業目前可見的具體樣貌，是一面替現場觀眾製作可操作的展示，一面把地理資料、專家意見與三維工具整理成能被觀看、比較和修改的作品。摩亨佐達羅的摺頁、特諾奇蒂特蘭的簡化模型，都是這項工作已經交付的不同形式。[44, 45, 46]

資料與註釋

1. Thomas Kole，個人網站與職業自述，無署日期，2026-10-21查閱。教育、ForceField／NEP／YIPP 任職年份及現職均為本人公開自述。↩
2. Thomas Kole，〈A Portrait of Tenochtitlan〉完成公告，Blender Artists，2023-09-03。↩
3. Thomas Kole，〈Mohenjo Daro, for National Geographic〉，專案頁，2026年作品，2026-10-21查閱。列出委託、三幅重建、資料提供者、編輯與美術分工。↩
4. Thomas Kole，〈Art Spotlight: Cudillero Diorama〉，Sketchfab，2015-01-29。本文為受邀作者的第一人稱製作記錄；12歲為他當年的約略回憶。↩
5. Thomas Kole 訪談，〈Thomas Kole: The Guy who Mixed Half-Life 2 and Hotline Miami〉，80 Level，2015-08-21。入學動機、程式轉向、教師引擎與原始碼限制均為他的回答。↩
6. Thomas Kole，〈Art Spotlight: Cudillero Diorama〉，Sketchfab，2015-01-29。本文為受邀作者的第一人稱製作記錄；12歲為他當年的約略回憶。↩
7. Thomas Kole，LinkedIn 公開履歷，2026-10-21查閱；列 HOWEST 2014–2017、Game Programming track。↩
8. Thomas Kole，〈Half-Line Miami: challenges and solutions〉，本人技術回顧，無署日期，2026-10-21查閱。↩
9. Jeff，〈Half-Line Miami: A mashup between Hotline Miami and Half-Life 2 releases for FREE〉，LambdaGeneration，2015-08-21；另見作者發布頁。↩
10. Thomas Kole 訪談，〈Thomas Kole: The Guy who Mixed Half-Life 2 and Hotline Miami〉，80 Level，2015-08-21。入學動機、程式轉向、教師引擎與原始碼限制均為他的回答。↩
11. Thomas Kole，〈Apollo 15 VR – Breakdown〉，2016-07-17，頁面另列2023-11-06更新。↩
12. Thomas Kole，個人網站與職業自述，無署日期，2026-10-21查閱。教育、ForceField／NEP／YIPP 任職年份及現職均為本人公開自述。↩
13. Thomas Kole，〈YIPP projects, a few favorites〉，無署日期，2026-10-21查閱。作者列舉自己參與的團隊製作。↩
14. Drents Museum，〈Van Gorcum partner nieuwe collectiepresentatie Labyrinthia〉，2022-11-07；2025年回顧，2025-05-26，確認2024年開放。↩
15. YIPP，〈Touch deep time — Naturalis Triceratops〉，工作室專案說明，標示2024年開放，2026-10-21查閱。↩
16. Thomas Kole，〈Blender Hoogtedata Addon: Dutch height data in Blender〉，2022-03-31起，含後續維護回覆。↩
17. Thomas Kole 與使用者，〈Blender Hoogtedata Addon〉，荷蘭 Geoforum，2022-04-18起。此為藝術工具使用討論，不是測繪精度認證。↩

18. Thomas Kole 與使用者，〈Blender Hoogtedata Addon〉後續討論，2024-11-08，Kole 說明 roeller 協助修補資料服務變動。↩

19. Anna Lagos，〈El artista holandés que reconstruyó en 3D la gran Tenochtitlan〉，WIRED en Español，2023-09-04，含 Kole 訪談。↩

20. Thomas Kole，〈Tenochtitlan (wip)〉，2022-02-08起。本文使用開工日期、目標觀看尺度與早期 chinampas 建構記錄。↩

21. Thomas Kole，〈A Portrait of Tenochtitlan〉完成公告，Blender Artists，2023-09-03。↩

22. Thomas Kole，〈Sources and Inspiration〉，無署日期，2026-10-21查閱。專案作者公開的參考書目與協作者清單。↩

23. Mexicolore，〈The story behind Thomas Kole’s Portrait of Tenochtitlan〉，2023年發布後訪談，頁面未見明確日月，2026-10-21查閱。工作時間、反覆修訂與知識缺口均取自 Kole 的回答。↩

24. Thomas Kole，〈Tenochtitlan (wip)〉，2022-02-08起。本文使用開工日期、目標觀看尺度與早期 chinampas 建構記錄。↩

25. Thomas Kole，〈View-aligned voronoi islands (for infinite forests, Eevee and Cycles)〉，2022-03-07起。效能優點與體積、陰影限制均由作者明列。↩

26. Thomas Kole，〈Procedural streaks / leaks in Cycles〉，2022-06-27；內容另由他的完成公告後續回覆於2023-09-05連結說明。↩

27. Thomas Kole，〈Behind the Scenes: A Portrait of Tenochtitlan〉，BlenderNation，2023-12-02；網站編輯署名 Alina Khan，正文為 Kole 的第一人稱製作回顧。↩

28. Elizabeth Avilés Alguera，〈Tenochtitlan: un viaje a la grandeza〉，UNAM 工程學院，2024-04-16，訪談 Andrés Semo。Barrera 意見為 Semo 轉述。文中稱整項工作三年，與 Kole 對2023版的一年半說法不同；本文採可直接追蹤的2022開工、2023公開版本日期，未將兩數強行合併。↩

29. Thomas Kole，〈Behind the Scenes: A Portrait of Tenochtitlan〉，BlenderNation，2023-12-02；網站編輯署名 Alina Khan，正文為 Kole 的第一人稱製作回顧。↩

30. Diana Garrido，〈Reviviendo la arquitectura del pasado con tecnología, así lucía Tenochtitlan〉，Architectural Digest，2023-09-19，Kole 與 Ortega 雙人訪談。↩

31. Diana Garrido，〈Reviviendo la arquitectura del pasado con tecnología, así lucía Tenochtitlan〉，Architectural Digest，2023-09-19，Kole 與 Ortega 雙人訪談。↩

32. Elizabeth Avilés Alguera，〈Tenochtitlan: un viaje a la grandeza〉，UNAM 工程學院，2024-04-16，訪談 Andrés Semo。Barrera 意見為 Semo 轉述。文中稱整項工作三年，與 Kole 對2023版的一年半說法不同；本文採可直接追蹤的2022開工、2023公開版本日期，未將兩數強行合併。↩

33. Mexicolore，〈The story behind Thomas Kole’s Portrait of Tenochtitlan〉，2023年發布後訪談，頁面未見明確日月，2026-10-21查閱。工作時間、反覆修訂與知識缺口均取自 Kole 的回答。↩

34. 《Antiquity》97卷396期卷首圖2，2023，頁1370。與後續 Charles Perreault 的客座社論相

鄰，不代表社論是對 Kole 模型的同行審查。↩

35. Thomas Kole，《特諾奇蒂特蘭肖像》授權、署名與協作者說明，2026-10-21查閱；重建圖署名 Kole、現代照片署名 Semo，各採 CC BY 4.0。↩

36. Elena San José，〈La reconstrucción de la desaparecida Tenochtitlan desde el apartamento de un joven informático holandés〉，El País Semanal，2024-02-13；另見México News Daily 同日報導。↩

37. 國立人類學博物館，〈Retrato de Tenochtitlán〉活動頁，2024-02-16；UNAM Tlatelolco 文化中心活動影片記錄，2024-02-23。↩

38. Rosalba Ovando Trejo，〈La FI inaugura Tenochtitlán Resurgente〉，UNAM 工程學院，2024-09-11。展期至同月27日。↩

39. Tenochtitlan 3D Viewer，作者現行專案首頁，2026-10-21查閱。↩

40. Thomas Kole，〈3D Files〉，無署日期，2026-10-21查閱。明言下載檔是簡化互動版，非高解析算圖原始檔。↩

41. Mark Milligan，〈Researcher constructs 3D interactive map of Tenochtitlan〉，2025-11-07。用以確定新版已於2025年公開；功能以現行原站核對。↩

42. Thomas Kole，〈Mohenjo Daro, for National Geographic〉，專案頁，2026年作品，2026-10-21查閱。列出委託、三幅重建、資料提供者、編輯與美術分工。↩

43. Thomas Kole，〈Mohenjo Daro, for National Geographic〉作品及答問，2026-04-17起；另見《國家地理》作品刊登頁。↩

44. Thomas Kole，個人網站與職業自述，無署日期，2026-10-21查閱。教育、ForceField／NEP／YIPP 任職年份及現職均為本人公開自述。↩

45. Thomas Kole，〈3D Files〉，無署日期，2026-10-21查閱。明言下載檔是簡化互動版，非高解析算圖原始檔。↩

46. Thomas Kole，〈Mohenjo Daro, for National Geographic〉作品及答問，2026-04-17起；另見《國家地理》作品刊登頁。↩