

La mystérieuse disparition des Aztèques

Gonzalo Ribo-Dieguez

Et

Patrick Maurel



La sociedad Azteca





Huitzilopochtli

El principal dios azteca fue concebido cuando su madre, Coatlicue, la madre tierra, quedó fecundada por una pelota de plumas que cayó del cielo. Es la divinidad suprema de la guerra y las tempestades.



Tláloc

Dios de la lluvia y de la fertilidad, recibía el nombre de "Aquel que hace que las cosas florezcan". Era temido porque podía provocar sequías y huracanes devastadores.



Xipe-Tótec

"Nuestro señor el desollado" era el dios de la primavera. Las víctimas a él ofrecidas eran desolladas, y sus pieles se convertían en el símbolo del renacer de la tierra y de la nueva vegetación que la cubre.



Tonatiuh

En una sociedad volcada en la guerra como la mexicana, Tonatiuh era el patrón de los guerreros y la personificación del Quinto Sol, aqué que rige la era en que vivían los aztecas. Bajo su dominio estaba el paraíso mexicana.



Chalchiuhtlicue

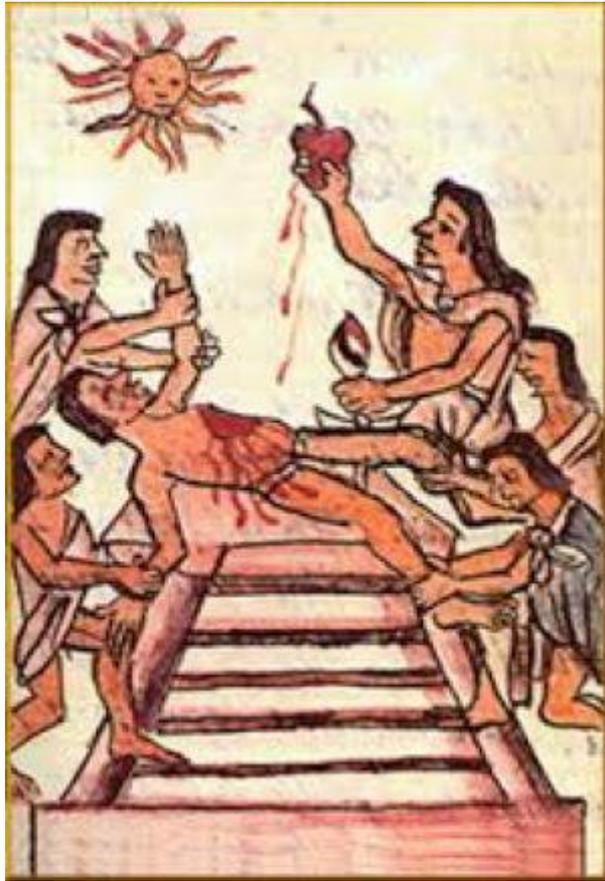
La señora de la falda de jade era la diosa mexicana de las aguas vivas: la de los ríos, lagos y mares. Era la compañera de Tláloc y junto a él gobernaba a los Tlaloque, divinidades menores recolectoras del agua.



Ehécatl

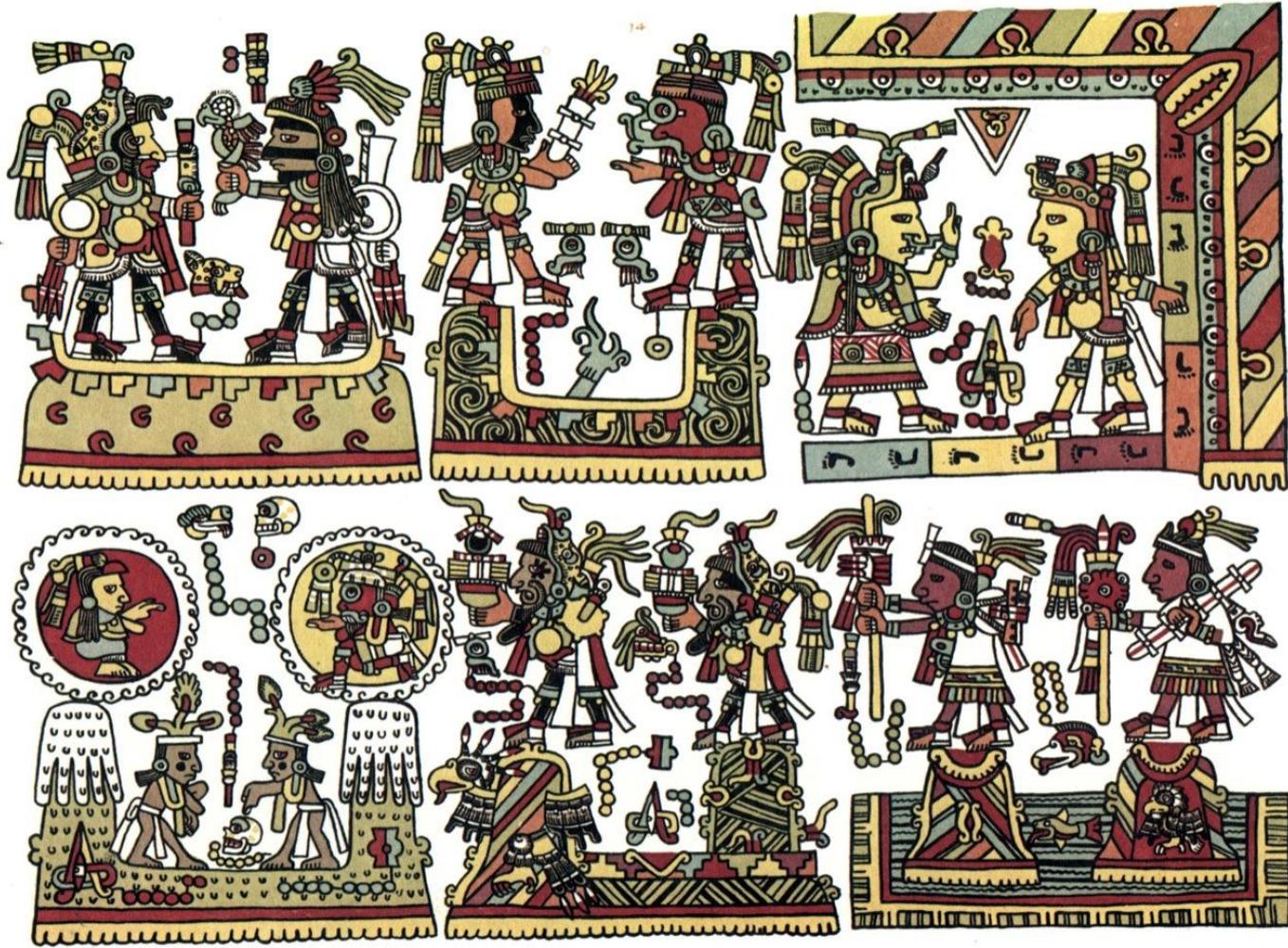
Una de las múltiples advocaciones de Quetzalcóatl (la serpiente emplumada, un dios de origen olmeca). En este caso se trata de la divinidad del viento cuya acción abre paso a las aguas de Tláloc.











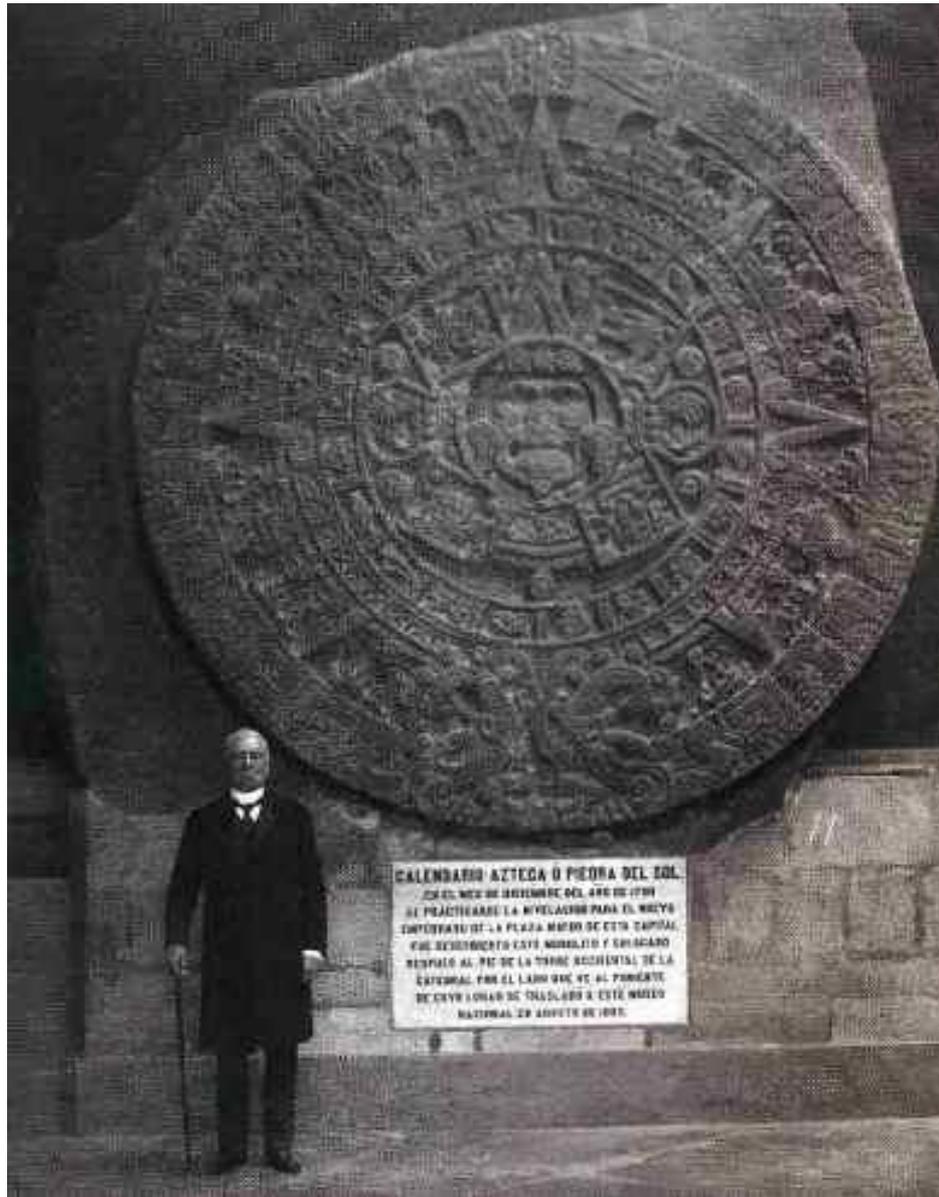








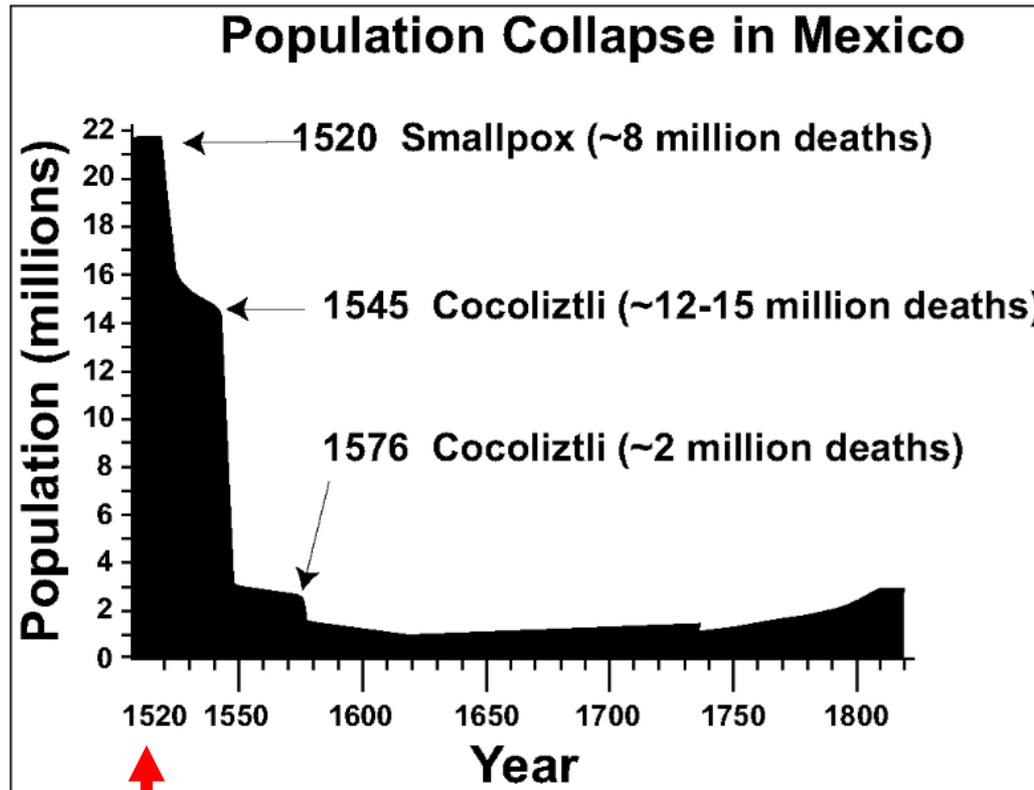




CALENDARIO AZTECA O PIEDRA DEL SOL.
EN EL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DE 1794
SE PRACTICARON LAS NIVELACIONES PARA EL NUEVO
CANTONAMIENTO DE LA PLAZA MAYOR DE ESTA CAPITAL.
FUE RECONSTRUIDO EN SU NUESTRO Y ORDENADO
RESPECTO AL NORTE DE LA TORRE OCCIDENTAL DE LA
CATEDRAL POR EL LADO SUR SE AL PONIENTE
DE CERRAJO DE CALLEJÓN A ESTE NUESTRO
NACIONAL EN ABRIL DE 1802.

La Salmonelle S.Paratyphi C
est-elle à l'origine de l'épidémie
qui terrassa la civilisation Aztèques
en 1545 et 1576 ?

Effondrement de la population Aztèque au 16^{ème} siècle : Epidémie Cocoliztli

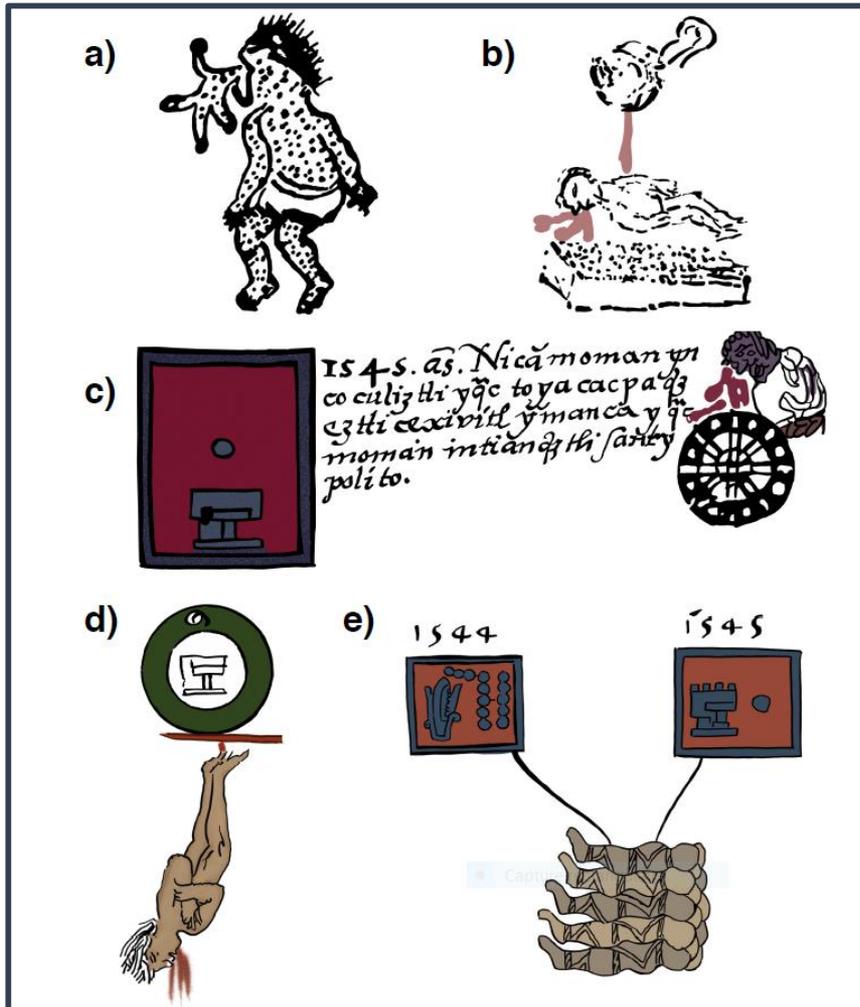


(Acuna-Soto 2002)

↑
Arrivée des colons Espagnols (1519)

Plus d'un siècle d'interrogations sur
les causes de cette épidémie

L'épidémie Cocoliztli selon les témoins et médecins de l'époque



- Forte fièvre
- Soif intense et inextinguible
- Eruptions cutanées
- Vomissements
- Insuffisance hépatique
- Insuffisance cardiaque
- Hémolyse intravasculaire
- Hémorragies orifices visage,
- Hémorragies anus, vagin,
- Diarrhées sanglantes

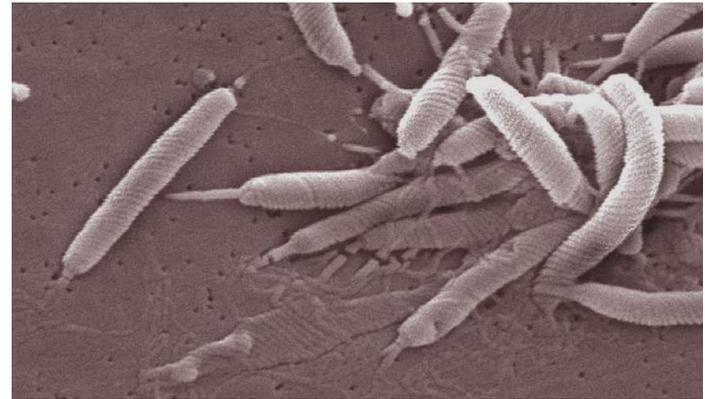
Médecins de Philippe II
Francisco Hernandez
Alfonso Lopez de Hinojosos

(Vagene et al. 2018)

Archéogénétique

Génome de pathogènes anciens

Le cas de Otzi



Le génome d'*Helicobacter pylori* a été retrouvé dans l'intestin de Otzi (dont la momie vieille de 5300 ans a été découverte sur un glacier alpin il y a quelques années)

(Maixner Science 2016).



Ashild Vagene

Archéogénétique



Johannes Krause

Lundi 15 Janvier 2018

nature
ecology & evolution

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0446-6>

***Salmonella enterica* genomes from victims of a major sixteenth-century epidemic in Mexico**

Åshild J. Vågene^{1,2}, Alexander Herbig^{1,2*}, Michael G. Campana^{3,4,7}, Nelly M. Robles García⁵, Christina Warinner¹, Susanna Sabin¹, Maria A. Spyrou^{1,2}, Aida Andrades Valtueña¹, Daniel Huson⁶, Noreen Tuross^{3*}, Kirsten I. Bos^{1,2*} and Johannes Krause^{1,2*}

« Génomes de salmonelles entériques chez des victimes de la grande épidémie du 16^{eme} siècle au Mexique »



Mexique

México City

Teposcolula San Juan Village actuel Teposcolula Yucundaa

Belmopan
Belize

Guatemala

Guatemala

El Salvador

Département de San Sa

Image Landsat / Copernicus
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2018 Google
© 2018 INEGI

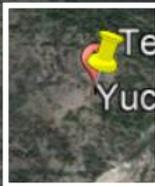
Google Earth

Teposcolula Yucundaa



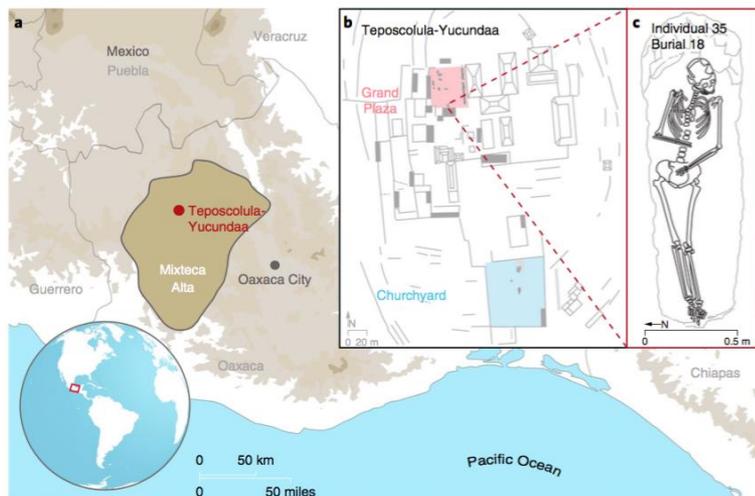
Teposcolula San Juan Village actual

San Pedro y San Pablo Teposcolula



Teposcolula Yucundaa
YucuNdaa - Pueblo viejo de Teposcolula

Procédure expérimentale



- Sélection d'une zone historique de l'épidémie (Teposcolula Yucundaa) abandonnée juste après l'épidémie (1552); alt 2376m
- Cimetière Grand Plaza (post-contact, n=10), en lien historique avec l'épidémie
- Cimetière Churchyard (pré-contact, n=5), bien avant l'arrivée des premiers colons
- Individus d'origine locale (rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$)
- Datation ^{14}C



Cimetière Grand Plaza
(historique de l'épidémie)



Individu n°35



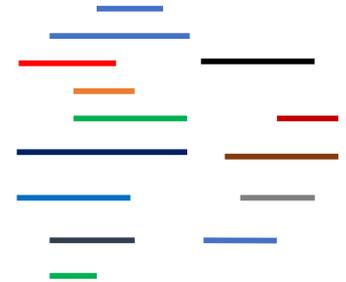
ADN extrait de la
pulpe dentaire

(Vagene et al. 2018)

Procédure expérimentale



ADN extrait de la pulpe dentaire



Fragments d'ADN
(humain et micro-org)



Séquenceur ADN

Analyses
bioinformatiques



Identification
de l'espèce



Banque d'ADN de NCBI
Toutes les espèces
(humain, animaux micro-organismes*, etc.)

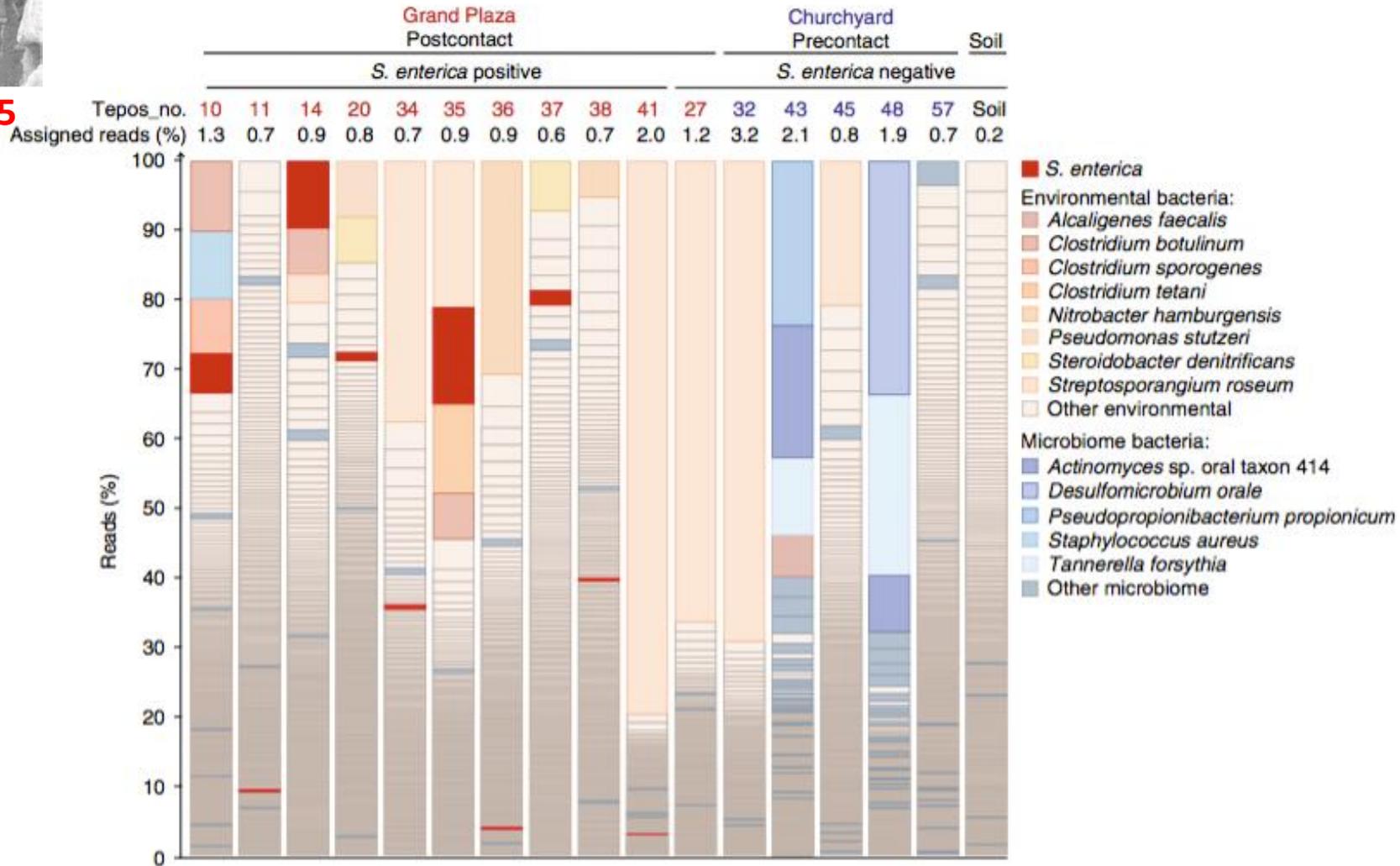
*6247 génomes bactériens

(Vagene et al. 2018)



Résultats: *S. Paratyphi C*

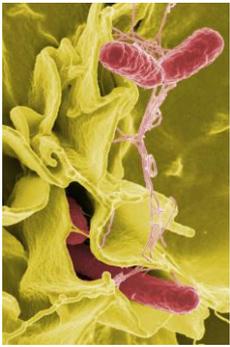
Individu 35



(Vagene et al. 2018)

Salmonelles *Typhi* et *Paratyphi*

(Asie, Afrique, Amérique du Sud)



- Les fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes sont des infections systémiques à salmonelles à point de départ digestif.
- **Transmission oro-fécale.** La fièvre typhoïde est causée par la bactérie *Salmonella enterica* sérotype *Typhi*.
- Les fièvres paratyphoïdes A, B et C sont causées respectivement par *Salmonella enterica* sérotypes *Paratyphi A*, *Paratyphi B* et *Paratyphi C*.
- Aujourd'hui, *Paratyphi A* cause majeure, ***Paratyphi C* très rarement signalée. Possiblement transmise par le porc (> 4000 ans).**
- Symptômes: fièvre prolongée, maux de tête, anorexie, splénomégalie, bradycardie, éruption cutanée maculaire sur le tronc ou l'abdomen, somnolence, diarrhées ou constipation chez les adultes.
- ***S. Paratyphi C* de séquence proche était présente chez une jeune femme en Norvège, il y a > 800 ans.**

(Parry 2002; Teh 2014; Achtman 2018)

S. Paratyphi C était déjà présente en Europe entre 1100 et 1200

CellPress

Pan-genome Analysis of Ancient and Modern *Salmonella enterica* Demonstrates Genomic Stability of the Invasive Para C Lineage for Millennia

Zhemín Zhou,^{1,*} Inge Lundström,² Alicia Tran-Dien,³ Sebastián Duchêne,⁴ Nabil-Fareed Alikhan,¹ Martin J. Sergeant,¹ Gemma Langridge,^{5,10} Anna K. Fotakis,² Sathesh Nair,^{5,11} Hans K. Stenoién,⁶ Stian S. Hamre,⁷ Sherwood Casjens,⁸ Axel Christophersen,⁶ Christopher Quince,¹ Nicholas R. Thomson,⁹ François-Xavier Weill,³ Simon Y.W. Ho,⁹ M. Thomas P. Gilbert,^{2,6,*} and Mark Achtman^{1,12,*}

¹Warwick Medical School, University of Warwick, Gibbet Hill Road, Coventry CV4 7AL, UK

²Centre for GeoGenetics, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Oster Voldgade 5-7, 1350 Copenhagen, Denmark

³Unité des Bactéries Pathogènes Entériques, Institut Pasteur, Paris, France

⁴Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of Melbourne, Parkville, Victoria 3010, Australia

⁵Wellcome Trust Sanger Institute, Cambridge, UK

⁶NTNU University Museum, N-7491 Trondheim, Norway

⁷Department of Archaeology, History, Cultural Studies and Religion, University of Bergen, Post Box 7805, 5020 Bergen, Norway

⁸Pathology Department, University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, UT 84112, USA

⁹School of Life and Environmental Sciences, University of Sydney, Sydney NSW 2006, Australia

¹⁰Present address: Molecular Microbiology, Norwich Medical School, University of East Anglia, Norwich, UK

¹¹Present address: Gastrointestinal Bacteria Reference Unit, Public Health England, London, UK

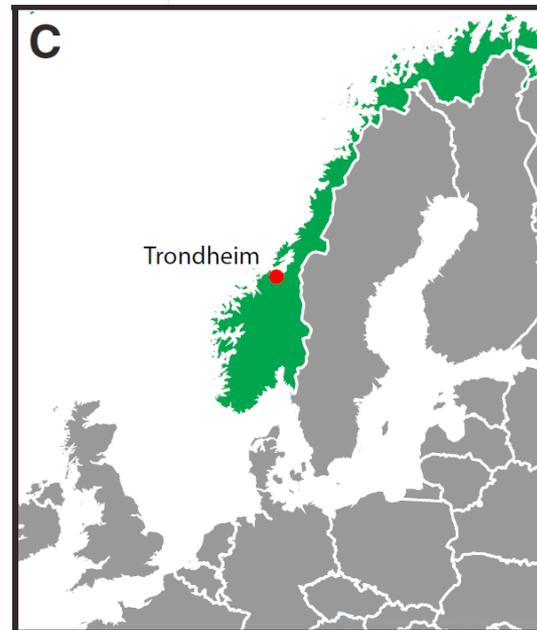
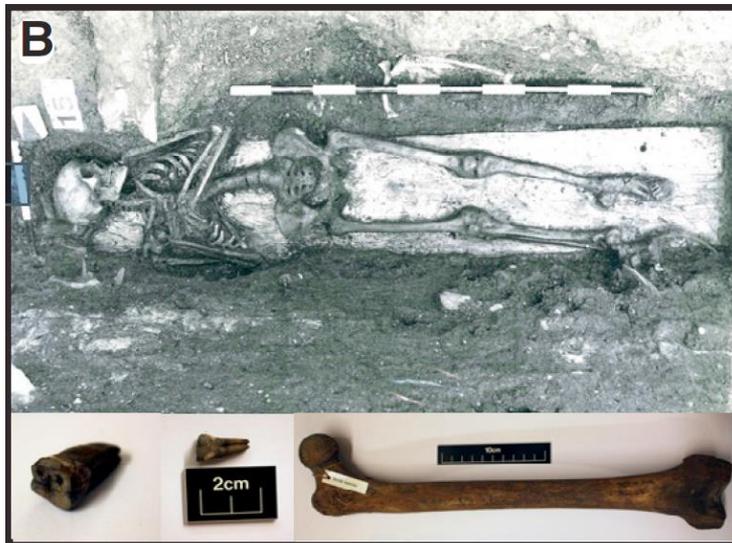
¹²Lead Contact

*Correspondence: zhemín.zhou@warwick.ac.uk (Z.Z.), tgilbert@snm.ku.dk (M.T.P.G.), m.achtman@warwick.ac.uk (M.A.)

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.05.058>

Le génome d'une souche de *S. Paratyphi C* a été retrouvé dans la pulpe dentaire et les os d'une jeune femme (19-24 ans) décédée de l'infection dans un site en Norvège (Trondheim).

(Mark Achtman et al. 2018)





Conclusions



Ces résultats montrent qu'une souche de *S.Paratyphi C* était présente chez les individus durant l'épidémie de Cocoliztli:

- le matériel génétique analysé (ADN) a été extrait de la pulpe dentaire des squelettes, attestant sa présence dans le sang de l'individu au moment de sa mort
- *S.Paratyphi C* montre un tropisme restreint à l'homme
- cette bactérie ne survit pas dans le sol
- le processus de desamination observé dans l'ADN bactérien et humain anciens analysés confirme l'ancienneté des échantillons
- l'analyse génomique comparative montre que la séquence issue des individus atteints est proche **mais distincte** de celle de *S.Paratyphi C* actuelle
- la possibilité d'une infection syndémique avec un autre micro-organisme ne peut être éliminée
- **pas d'analyse sur des virus à ARN.**

(Vagene et al. 2018)



Apparemment, une infection par *S. Paratyphi C* ne cadre pas avec les témoignages de l'époque

- En particulier avec les hémorragies massives: « *pujamiento de sangre* ».
- **Pas de signes d'épidémie à *S. Paratyphi C* en Norvège** entre 1100 et 1200 (*communication privée de Mark Achtman et Tom Gilbert qui ne croient pas à l'implication de cette salmonelle dans l'épidémie.*)
- **Possibilité:** les modifications de séquence du génome de *S. Paratyphi C* ancien, par rapport à la séquence de référence actuelle, pourraient avoir renforcé le **potentiel pathogène (virulence) de la bactérie** et causé l'épidémie.
- **Ni Francisco Hernandez, ni Alfonso Lopez de Hinojosos** (médecin et chirurgien de Philippe II) qui connaissaient bien les maladies de l'ancien monde (variole, typhus, peste, etc.) **n'ont pu nommer cette épidémie.**

Hypothèse

C'est sur la base des observations des témoins de l'époque et de **Francisco Hernandez et Alfonso Lopez de Hinojosos** que l'hypothèse d'une fièvre hémorragique virale due à

des arenavirus

à été posée

(Marr et Kiracofe 2000; Acuna-Soto 2002)

Les arenavirus (*arenaviridae*) et les fièvres hémorragiques

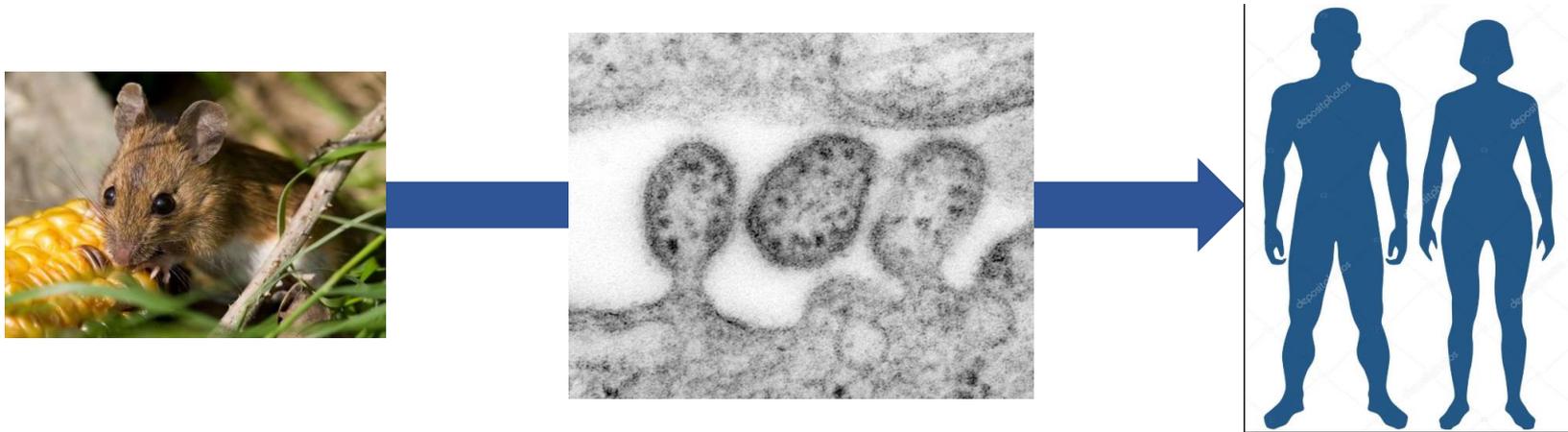


Amériques Nord et Sud
(Nouveau Monde)
Whitewater Arroyo virus
Tacaribe virus
Sabia virus
Junin virus
Machupo virus
Guanarito virus

- **Les arenavirus sont des virus à ARN.**
- Infections récentes en Afrique du Sud, Etats Unis, Amérique du Sud et Australie.
- **Symptômes:** fortes fièvres, maux de tête, éruptions sur le thorax et les flancs, pétéchiés, gonflement de la face du coup et du haut du thorax, exanthème du palais, émission de sang par les narines, par la bouche, par l'anus, hémorragie gingivale, tremblements, encéphalopathie, pouls faible, hypotension, thrombocytopénie.
- **On retrouve dans ces manifestations bon nombre de celles décrites par les témoins des épidémies de *cocoliztli* de 1545 et 1576 (Marr 2000).**

Les arenavirus (arenaviridae)

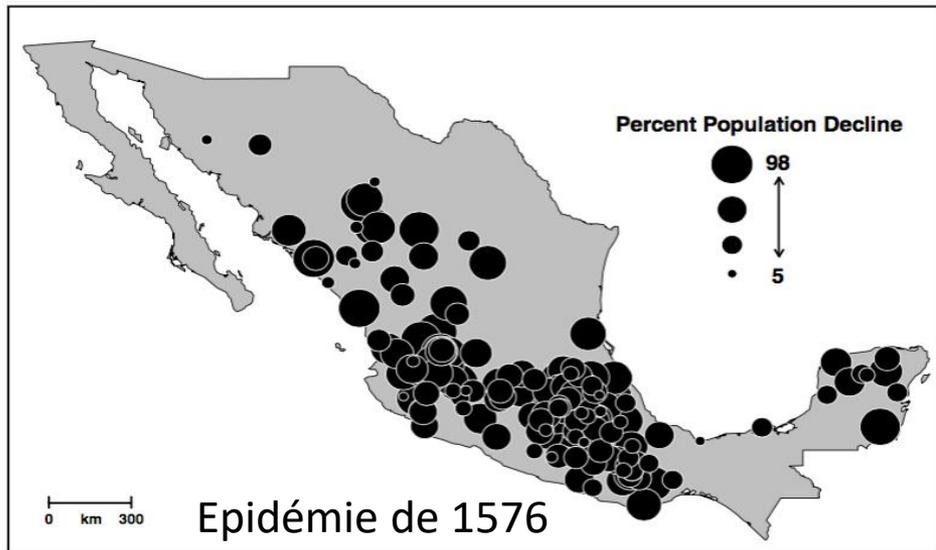
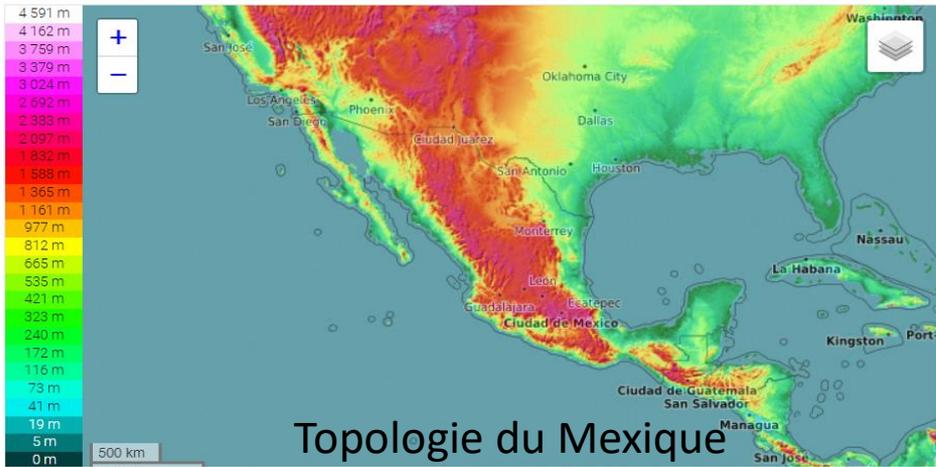
Réservoir naturel: les rongeurs (souris)



- L'urine, les fécès, la salive ou les restes des rongeurs (souris) sont porteurs du virus qui peut ainsi être transmis aux populations agricoles par **aérosols ou blessures**.
- Les épidémies à arenavirus récentes sont apparues lors d'une **recrudescence d'invasion** des habitations et des champs **par des rongeurs** (souris).
- 27 espèces de souris vivent au Mexique et en Amérique centrale.

(Marr 2000; Acuna-Soto 2002)

Explications



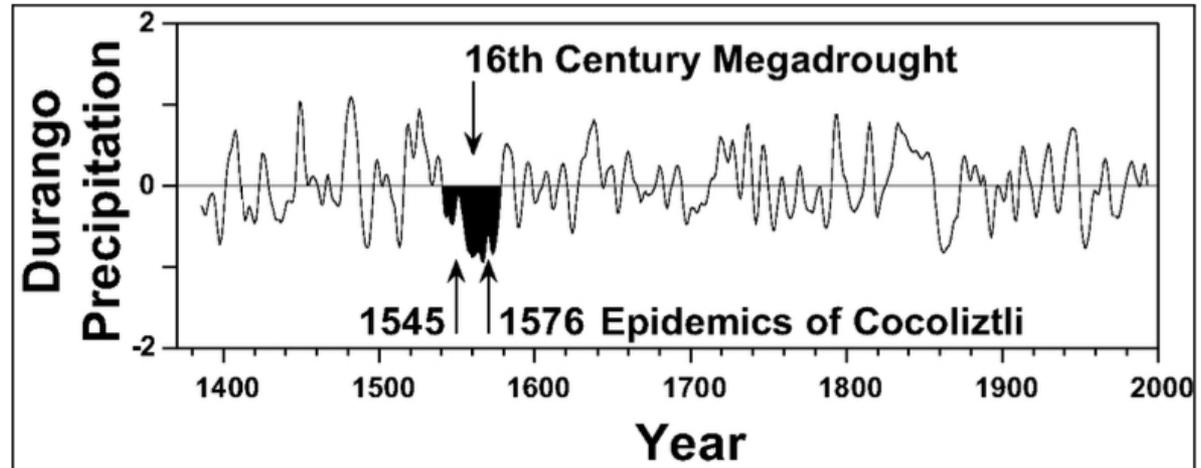
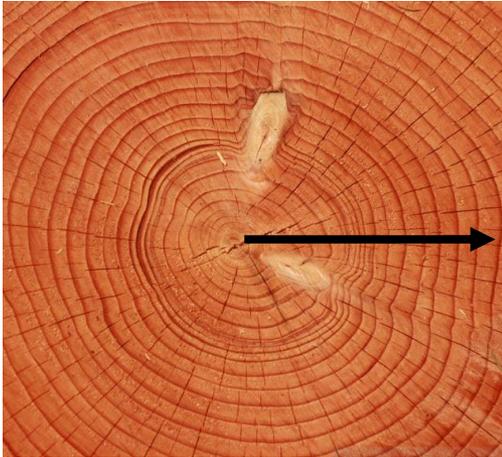
- L'épidémie de 1545 a affecté les hautes vallées septentrionales et centrales du Mexique, alors que les plaines côtières plus chaudes du golfe du Mexique et de la côte Pacifique ont été moins touchées.

- Cette distribution géographique n'est pas conforme à ce qu'on aurait pu attendre d'une infection de l'Ancien Monde (variole ou typhus) qui aurait dû affecter sans distinction les populations des régions côtières et montagneuses.

- **5 espèces de souris** se retrouvent sur les hauts plateaux entre 1000 et 3000 mètres d'altitude et se nourrissent de graines (maïs, blé etc.).

(Acuna-Soto 2002)

Explications



- Selon Acuna-Soto (2005) les deux épidémies ont fait suite à de **courtes périodes pluvieuses** durant **la pire méga-sècheresse (1540 à 1580)** que le pays ait connu sur les 1000 années précédentes.
- Pendant ces périodes pluvieuses, **les rongeurs ont pu fortement proliférer** et envahir les habitations et cultures fermières où ils ont infectés les personnes en charge de ces cultures.
- Ceci expliquerait pourquoi les indigènes, qui étaient préférentiellement impliqués dans ces travaux, ont été infectés en premier.



Conclusion

(Marr, Kiracofe et Acuna-Soto
2000, 2002, 2004, 2005)



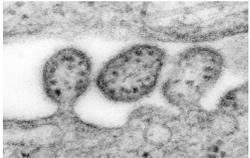
- L'épidémie de *cocoliztli* serait due à une **fièvre hémorragique virale totalement inconnue** avant son émergence qui apparut soudainement, et se développa inexorablement pendant deux siècles (plusieurs épisodes successifs après 1545 et 1576), dévastant les populations, et **disparut mystérieusement au début du 19^{ème} siècle**.
- Cette épidémie fut peut-être le résultats d'une **conjonction d'interactions** entre la géographie, le climat, la flore, la faune, les populations humaines et divers microorganismes.
- La culture d'origine s'effondra et fut remplacée par la culture Espagnole, tandis qu'**une civilisation millénaire disparaissait à jamais**.
- **Le retour à la population d'avant 1544 prit 350 ans.**

Au final

- La nature de l'agent infectieux à l'origine du désastre démographique qui toucha la civilisation Aztèque au 16^{ème} siècle reste donc incertaine.



- Souche *S.Paratyphi C* d'une extrême virulence ?



- Arenavirus ? Autre micro-organisme ?

- Il reste à espérer que de nouveaux sites archéologiques liés à l'épidémie de *cocoliztli* seront découverts et exploités au plan génétique (**ADN et ARN**), comme l'ont fait Vagene et al., afin de connaître enfin un jour avec certitude la nature de l'agent infectieux.
- **Un point inquiétant** : un micro-organisme hautement léthal serait-il encore présent sur les hauts plateaux du Mexique et, caché dans un réservoir animal, serait-il prêt à ressurgir dans des conditions qui lui seraient particulièrement favorables ?