

## L'extinction des mammoths

*Une chasse excessive aurait fait disparaître la faune géante qui peuplait l'Amérique du Nord.*

Il y a 11 000 ans, la faune géante qui vivait en Amérique du Nord a disparu. Plus de 70 espèces se sont éteintes, notamment des mammoths, des chameaux, des paresseux géants, des castors aussi gros que des ours... John Alroy, de l'Université de Santa Barbara, a montré que la chasse pratiquée par l'homme aurait été fatale aux mammoths et aux autres grands animaux.

L'époque de leur disparition correspond à une période de refroidissement et à l'arrivée de l'homme sur le continent américain. Trois théories de ces extinctions ont été proposées. Selon la première, le refroidissement climatique aurait provoqué la disparition d'une partie de l'habitat des espèces géantes. À mesure que leur territoire se réduisait, elles auraient eu plus de difficultés à trouver leur nourriture, leur zone de chasse n'ayant plus une surface suffisante. En outre, elles vivaient probablement en communautés qui

auraient été contraintes de se séparer en petits groupes, plus vulnérables. Après avoir survécu pendant tout le Pléistocène, la faune géante aurait fini par disparaître.

Selon une deuxième théorie, les nouveaux immigrants humains auraient introduit des maladies peut-être véhiculées par les animaux domestiques ou par des parasites. Elles se seraient répandues dans les populations animales du continent américain qui, n'ayant jamais été exposées à ces agents pathogènes, n'étaient pas immunisées. Les épidémies répétées auraient rapidement abouti à leur extinction. Ces deux théories pourraient expliquer la disparition des grands mammifères. Toutefois, des épidémies fulgurantes n'ont vraisemblablement pas laissé de traces sur les os, et l'on ne pourra prouver leur rôle potentiel qu'en analysant l'ADN des derniers mammoths : il pourrait révéler la présence de matériel génétique d'origine virale, par exemple.

Dans les années 1960, Paul Martin, de l'Université d'Arizona, formula une troisième hypothèse, celle de la surchasse. Toutefois, les premiers américains chassaient-ils suffisamment pour entraîner l'extinction d'espèces dont le territoire s'étendait du Nord du Canada jusqu'à Mexico ? On ne dispose que d'une dizaine d'ossements de mammoth qui portent des traces de pointes de flèches ou de lances. Or, J. Alroy a simulé l'évolution des populations de mammoths.

Il a choisi une population humaine de 100 personnes, qui augmentait de deux pour cent par an ; il a considéré qu'un groupe de 50 personnes tuait 15 à 20 grands animaux par an. Selon ce modèle, les grands animaux auraient pu disparaître au bout de 1 000 ans de chasse, même peu intensive. Ce résultat n'est guère surprenant, car les grands animaux sont d'autant plus fragiles que leur période de gestation est plus longue et que les jeunes n'acquiescent qu'une autonomie tardive. Ainsi, d'après ce modèle, ce sont bien les activités humaines qui auraient provoqué l'extinction de la faune géante d'Amérique du Nord, il y a 11 000 ans... déjà !



Karen Carr

Un paresseux géant des Amériques.

## Des bus chaotiques

*Les bus d'une ville mexicaine se comportent comme un système chaotique... bien organisé.*

Dans le froid et le vent, combien de fois avez-vous maugréé contre ce bus qui tardait tant ? Combien de fois avez-vous critiqué la compagnie de transport quand, après une longue attente, trois bus arrivaient au même moment ? Les habitants de Cuernavaca, à 50 kilomètres au Sud-Ouest de Mexico, ne connaissent pas ces déboires : les bus locaux sont réguliers et arrivent à intervalles de temps réguliers.



Milan Krbalek et Petr Seba, mathématiciens à l'Université de Hradec Králové, en République Tchèque, ont montré qu'un tel service résulte de l'organisation des transports : les bus obéissent aux mêmes lois statistiques que les systèmes chaotiques. On peut décrire leur comportement par des matrices aléatoires, un outil mathématique appliqué à la physique par Eugène Wigner, dans les années 1950, pour décrire les atomes de grande taille, quand on ignore les interactions de leurs composants.

Les matrices aléatoires sont des tableaux carrés à  $n$  colonnes et à  $n$  lignes dont les termes sont choisis au hasard. Les valeurs propres (des nombres caractéristiques) des matrices aléatoires symétriques par rapport à leur diagonale se répartissent selon une loi de distribution : outre celle des différents états d'énergie des atomes, cette loi est aussi celle de la fréquence des bus de Cuernavaca.

Dans cette ville, aucune compagnie ne chapeaute l'organisation des transports et chaque chauffeur est propriétaire de son bus. Pour rentabiliser son véhicule, il cherche à transporter le maximum de passagers. Il en résulte une compétition entre les chauffeurs. Toutefois, dans

ces conditions, les temps d'attente entre deux bus consécutifs dépendraient de la circulation : ils suivraient alors une loi dite de Poisson. Dans ce modèle, le remplissage des bus ne dépendrait que des arrivées aléatoires des passagers aux arrêts. De plus, la probabilité que deux bus arrivent à un arrêt au même moment serait élevée, ce que les chauffeurs veulent éviter.

Chaque chauffeur emploie donc des indicateurs qui, postés à quelques arrêts, marquent le temps qui les sépare de leur prédécesseur. Ainsi informé, le chauffeur choisit de ralentir pour laisser le temps aux prochains voyageurs d'arriver aux arrêts suivants, ou, à l'inverse, d'accélérer, pour prendre les voyageurs avant qu'un concurrent ne le double. Chaque bus ajuste son parcours à celui des autres.

Pendant 27 jours, les deux mathématiciens ont enregistré 3 500 heures d'arrivée, puis étudié la distribution des différents intervalles de temps entre deux bus consécutifs. Les résultats obtenus sont en accord avec le modèle des matrices aléatoires. La Régie autonome des transports parisiens pourrait peut-être étudier cet outil mathématique... et vendre ses bus à des chauffeurs privés.

## Satellites par dizaines

*Découverte  
de 22 satellites autour  
de Saturne et de Jupiter.*

**P**lusieurs équipes internationales ont découvert 12 nouvelles lunes autour de Saturne, la planète aux anneaux, et 10 nouveaux satellites à Jupiter. Ces deux planètes prennent ainsi la tête du classement des planètes ayant le plus grand nombre de satellites connus : 36 pour Saturne et 30 pour Jupiter, devant Uranus qui en compte 21.

En août 2000, Brett Gladman, de l'Observatoire de la Côte d'Azur, décèle, à l'aide du télescope de 2,2 mètres de diamètre de La Silla, au Chili, deux points de faible luminosité se déplaçant autour de Saturne. Un mois plus tard, avec un collègue, l'astronome confirme la présence de ces deux objets et découvre deux autres candidats satellites grâce au télescope franco-canadien de 3,6 mètres de diamètre d'Hawaï. Huit autres lunes sont observées par la même équipe en novembre et en décembre 2000.

Comment savoir si ce sont bien des satellites ? Il pourrait s'agir d'astéroïdes qui, par coïncidence, se trouvent dans la même direction du ciel que Saturne ; ou encore, de comètes capturées temporairement par l'attraction saturnienne. Les calculs des orbites récuse l'hypothèse des astéroïdes, mais ne permettent pas encore d'infirmer celle des comètes.

Ces dix satellites supposés sont irréguliers : ce sont des petits corps (leur

diamètre, estimé d'après leur luminosité, est compris entre 10 et 50 kilomètres) en orbite à plus de 150 millions de kilomètres de leur planète. On ne connaissait qu'un satellite irrégulier à Saturne, Phoebe, découvert voici un siècle par l'Américain W.H. Pickering. Neptune en compte deux et Uranus cinq. Tous ont des orbites très allongées, souvent très inclinées et rétrogrades (dans le sens inverse de la rotation de la planète sur elle-même), contrairement aux satellites réguliers dont les trajectoires sont quasi circulaires, dans le plan équatorial de la planète et progrades (dans le même sens que la rotation de la planète sur elle-même).

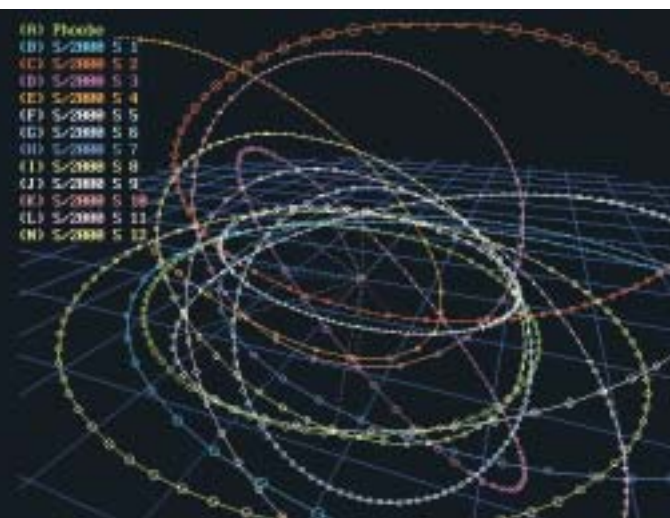
Les dix nouveaux satellites de Jupiter, découverts par Scott Sheppard, à l'Université d'Hawaï, ont une taille de l'ordre de cinq kilomètres. Ils sont tous sur des orbites modérément allongées, inclinées de 15 à 30 degrés par rapport au plan équatorial de la planète. Neuf de ces objets sont sur des orbites rétrogrades, mais le dixième occupe une orbite prograde.

D'où viennent ces satellites ? Lors de la formation d'une planète géante, une enveloppe de gaz et de poussière s'isole de la nébuleuse primitive pour devenir un système presque indépendant. En se condensant, cette « sous-nébuleuse » fournit la quasi totalité de la masse de la planète et des satellites réguliers, formés en même temps.

En revanche, les satellites irréguliers sont des petits corps qui passent au voisinage de la planète, qui les capture. Leur capture suppose que ce corps perde de l'énergie soit par collision avec un satellite régulier de la planète soit par freinage progressif sur le gaz qui environne les planètes en formation, à la fin de la période d'accrétion. Les frottements (dus aux marées) ne semblent pas capables de dissiper suffisamment d'énergie, mais ils modifieraient l'orbite du corps capturé. Selon les modèles, la capture sur une orbite rétrograde est plus aisée que sur une orbite prograde, ce que corroborent les observations du sens de rotation des objets.

D'autres surveillances des environs des planètes géantes à l'aide de grands télescopes et l'analyse des données déjà collectées permettront d'affiner les calculs des orbites de ces astres, informations primordiales pour la compréhension des mécanismes dynamiques mis en œuvre lors de la formation de ces planètes.

David WILGENBUS



Orbite des 12 nouveaux satellites découverts autour de Saturne et du satellite Phoebe. Les orbites sont allongées et inclinées par rapport au plan équatorial de la planète (quadrillage bleu).