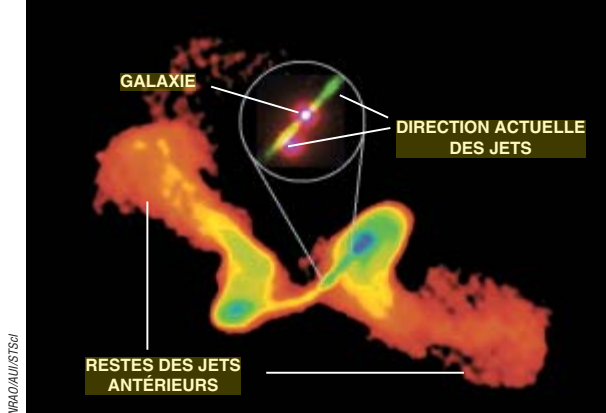
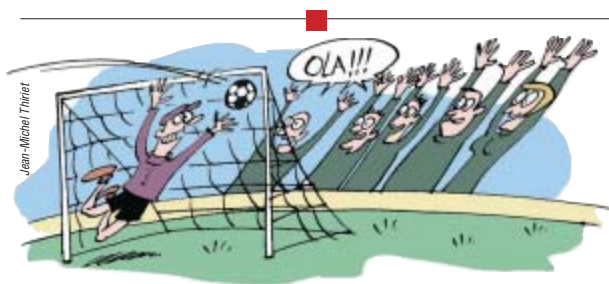


zigzags que l'on imprime à un jet d'eau en modifiant rapidement l'orientation d'un tuyau d'arrosage. D. Merritt et R. Eckers ont observé une telle déformation sur une image radio de la galaxie NGC 326 qui révèle les électrons rapides du plasma éjecté par son noyau. Or, il se trouve effectivement que NGC 326 est une galaxie double résultant de la fusion de deux galaxies spirales. En recensant les jets galactiques de même forme sur des images radio archivées, ils ont estimé le nombre de ces événements : il se produirait environ une fusion de trou noir supermassif par an dans l'Univers observable. Si c'est le cas, il est possible que les détecteurs LIGO et VIRGO, actuellement en cours de développement, perçoivent sans ambiguïté des signaux gravitationnels très peu de temps après leur mise en service. Comme les collisions frontales sont très improbables dans le cosmos, les fusions de trous noirs doivent correspondre, le plus souvent, à la coalescence de deux trous noirs en orbite l'un autour de l'autre. Les astronomes doivent maintenant découvrir de tels couples pour confirmer l'hypothèse de D. Merritt et R. Eckers et surtout leur estimation de la fréquence de ces événements.



Lorsqu'un trou noir en absorbe un autre, le trou noir résultant a un moment cinétique qui est la somme des moments cinétiques des deux précurseurs. Un tel événement se traduit par un changement de l'axe de rotation du trou noir. Lorsque les trous noirs émettent des jets de plasma le long de leurs pôles, une fusion doit se traduire par une déformation de ces jets. C'est ce que l'on observe sur une image radio de la galaxie NGC 326 : les anciens jets pointaient vers «10 heures» et «4 heures». Ils pointent aujourd'hui vers «8 heures» et «2 heures».



Viva la ola!

La ola suit un modèle qui s'applique au fonctionnement des cellules cardiaques et à la propagation des feux de forêts.

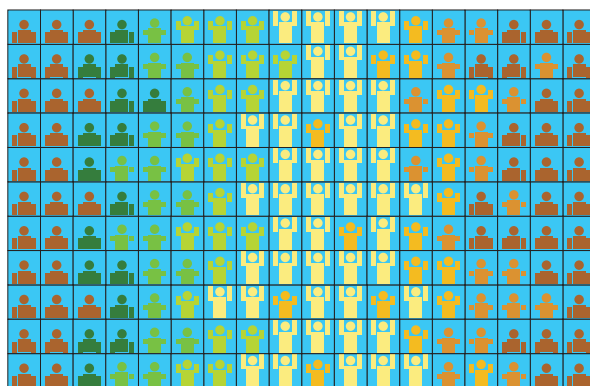
En 1986, lors de la coupe du monde de football au Mexique, un phénomène devient célèbre sous le nom de vague mexicaine ou ola. Depuis, ces vagues de spectateurs qui se lèvent et dressent leurs bras en l'air, puis se rassolent se sont répandues, dans tous les stades du monde. L'équipe de Tamas Vicsek, de l'Université de Budapest, a étudié ce comportement de foule et mis en évidence ses propriétés et les conditions où il apparaît.

À partir des enregistrements de 14 vagues mexicaines ayant eu lieu dans des stades de plus de 50 000 spectateurs, ils ont montré que l'onde humaine se déplace le plus souvent dans le sens des aiguilles d'une montre, à une vitesse d'environ 12 mètres par seconde, soit une vingtaine de sièges par seconde. La longueur d'onde est de 6 à 12 mètres, soit environ 15 sièges. Enfin, seule une trentaine de spectateurs suffit à initier une ola. Le phénomène étant relativement simple, les physiciens hongrois ont réussi à élaborer un modèle qui reproduit les principales caractéristiques de la vague mexicaine. Ce modèle dérive de celui utilisé pour simuler les mouvements du muscle cardiaque, par exemple, ou la propagation des feux de forêts.

Par analogie avec ces modèles, chaque spectateur correspond à une cellule cardiaque ou à un arbre, c'est-à-dire une entité excitable qui passe d'un état actif (il se redresse et lève les bras en l'air) à un état passif réfractaire (il se rassol et attend que la vague termine le tour des tribunes), puis retrouve un état excitable (il est prêt à se relever). L'état d'un spectateur dépend de celui de ses voisins : quand le nombre de voi-

sins activés dépasse un certain seuil, il devient «actif» à son tour, et se lève. Ce modèle simple distingue trois états (état actif, état réfractaire et état excitable), et reproduit les variations de comportement d'un individu d'après les probabilités de transition d'un de ces états à un autre.

Selon le modèle de T. Vicsek, une ola naît plus souvent lorsque les spectateurs sont dans une «humeur» appropriée, c'est-à-dire ni surexcités ni fatigués, et elle se déclenche généralement pendant les moments creux des matchs. Les physiciens ont perfectionné leur modèle en subdivisant les états actif et réfractaire en trois sous-états. Ce modèle simule la naissance de la vague et reproduit, à partir de paramètres, tels le temps de réaction d'un spectateur à son environnement et la concentration de voisins activés dans un périmètre donné, les vagues observées sur les enregistrements vidéo. Ce modèle devrait aider les organisateurs de rencontres sportives à mieux maîtriser le public des stades et, peut-être à améliorer la gestion des foules.



ÉTAT EXCITABLE (icône d'une personne debout avec les bras levés) ÉTAT ACTIF (icône d'une personne debout) ÉTAT PASSIF (icône d'une personne assise)

La vague mexicaine (ici, elle se déplace de gauche à droite) est simulée par un modèle où chaque spectateur est une «entité excitable» qui passe par trois états successifs : excitable, actif et passif. Dans un modèle perfectionné, les deux derniers états sont divisés en trois sous-états. Chaque spectateur excitable devient actif quand le nombre de ses voisins actifs dépasse un seuil donné : ce seuil franchi, il se redresse à son tour et lève les bras. Puis il repasse dans un état passif où il se rassol, et attend le retour de la vague. Ce modèle reproduit les olas (le maximum de la vague est en jaune) qui parcourent les tribunes des stades.

L'awélé vaincu

Ne vous risquez plus à jouer au jeu d'awélé contre un ordinateur, vous n'obtiendriez au mieux qu'un nul. Le jeu africain, qui consiste en répartir des graines dans des trous afin de prendre possession des graines de son adversaire, a été résolu par une équipe d'informaticiens de l'Université d'Amsterdam, qui a mis au point un programme chargé d'évaluer les 889 milliards de positions du jeu. Le calcul a demandé la mise en parallèle de 144 processeurs. Deux ordinateurs se sont ensuite affrontés, piochant dans la base de données, à chaque tour de jeu, la position la meilleure. Résultat : un nul. L'awélé rejoint ainsi les quelques jeux, tel le puissance 4, où l'homme n'a plus aucune chance face à la machine.

La psychologie du cochon

Certains cochons sont nommés exploiters, car ils observent le cochon se livrant à une recherche de nourriture avec son groin, et se jettent sur lui dès qu'il a trouvé quelque chose d'intéressant, pour lui soutirer son butin. Une équipe de comportementalistes de Bristol a analysé la psychologie du cochon exploité. Dans une première phase de l'expérience, on laisse le cochon exploité prendre connaissance de l'emplacement des sources de nourriture. Puis on le met en présence de son oppresseur. On s'aperçoit que le cochon exploité tient compte des dimensions de l'arène : s'il pense pouvoir se rendre sur l'emplacement de la nourriture et y passer suffisamment de temps avant que l'autre n'arrive, il tente l'opération. Sinon, il s'abstient. Les plus habiles dans cet exercice sont ceux qui ont eu à subir le plus de brimades de la part de leurs semblables.

Suivez le tube

Le chimiste londonien Andreas Manz et son équipe ont mis au point des cartes qui affichent instantanément le trajet le plus court entre deux points. La carte d'une région ou d'une ville est gravée dans une plaque de verre, où toutes les rues apparaissent en creux. Une seconde plaque de verre est scellée par dessus. Puis on injecte de l'hélium entre les deux plaques ; le gaz remplit toutes les routes, les rues ou les ruelles gravées. Enfin des électrodes sont placées sur les points de départ et d'arrivée. L'électricité emprunte le chemin le plus court : quand une tension est appliquée entre deux points de la carte, le trajet le plus court devient un minitube luminescent, tel un tube au néon.

Hiéroglyphes mayas

Des inscriptions sur les marches d'un palais racontent une guerre sanglante entre deux grandes puissances mayas.

A Dos Pilas, au Guatemala, une cité maya dormait depuis 1 300 ans sous la forêt tropicale du Péten. L'un des bâtiments, en forme de pyramide, comportait un escalier sculpté de hiéroglyphes. Les inscriptions racontent l'histoire de conflits répétés entre Dos Pilas et Tikal, la plus grande cité antique maya du Guatemala, située à environ 110 kilomètres au Nord-Est de Dos Pilas, mais ces informations restaient fragmentaires. Il y a deux ans, lors d'une tempête à Dos Pilas, un arbre tomba, exposant plusieurs marches supplémentaires de l'escalier gravé et, en 2001, une expédition dirigée par l'épigraphiste Federico Fahsen, de l'Université Vanderbilt, se rendit sur place pour dégager les nouvelles marches et relever les inscriptions. Le déchiffrement récent, mais encore hypothétique, des hiéroglyphes réalisés par F. Fahsen raconte 60 ans d'une guerre sans merci entre deux grandes puissances mayas, celle de Tikal et celle de Calakmul, à quelque 100 kilomètres au Nord de Tikal, au Mexique.

Les inscriptions de l'escalier clarifient les relations de Dos Pilas avec Tikal et Calakmul. De nombreux spécialistes pensaient que les alliances conclues entre différents royaumes mayas n'étaient que des associations précaires, entre entités essentiellement autonomes. Aussi, la conquête de Dos Pilas par Calakmul est-elle une surprise. De même, le conflit entre Dos Pilas et Tikal, gouvernée par deux frères, a été réinterprété : alors qu'on pensait qu'il s'agissait d'une simple querelle de famille, le conflit s'inscrit désormais dans la guerre à grande échelle qui opposa Tikal et Calakmul.

L'histoire commence avec la naissance de Balaj Chan K'awiil, frère du roi de



Tikal, le 15 octobre 625 et l'établissement de Dos Pilas comme avant-poste militaire de Tikal, en 629. À l'adolescence, Balaj Chan K'awiil, qui avait été installé par son frère sur le trône de Dos Pilas, devint un farouche guerrier et ne cessa de combattre pour le compte de Tikal. Fidèle à sa famille, il participait aux cérémonies religieuses aux côtés de son frère. Puis Calakmul attaqua et vainquit Dos Pilas. Balaj Chan K'awiil, alors âgé d'une vingtaine d'années, fut capturé, mais il fut autorisé à conserver son titre de roi et ses terres, en échange de son allégeance à Calakmul. Désormais loyal à ses anciens ennemis, il entreprit une guerre contre Tikal qui dura dix ans et dont il sortit victorieux. Il mit la ville de Tikal à sac et ordonna le sacrifice de son roi, c'est-à-dire de son propre frère, et de plusieurs nobles. Selon les hiéroglyphes déchiffrés, le sang coula et les crânes de 13 personnes de Tikal furent empilés. Par la suite, Dos Pilas entreprit une campagne de conquête, avec l'appui de Calakmul. Bien plus tard, en 682, les inscriptions décrivent la «danse de la victoire» que Balaj Chan K'awiil accomplit avec le roi de Calakmul, son allié, pour célébrer l'approche de ses 60 ans.

Ainsi, plutôt qu'une puissance indépendante, Dos Pilas apparaît aujourd'hui comme un pion dans une guerre entre les superpuissances de Tikal et de Calakmul. Trois autres rois succédèrent à Balaj Chan K'awiil, avant que la cité ne soit abandonnée, vers 760.



Sur le site de Dos Pilas, au Guatemala, les archéologues ont mis au jour les marches d'un édifice pyramidal, où étaient gravés des hiéroglyphes, racontant près de 60 ans d'histoire maya : le monde maya était alors dominé par deux puissantes cités-états, Tikal et Calakmul.