

Sont-ils bien morts ?

Une méthode de vérification de la mort au XVIII^e siècle.

Les croque-morts n'ont jamais vérifié avec les dents la réalité des décès : le verbe croquer a ici le sens argotique de «faire disparaître». Au début du XVIII^e siècle, lorsque cette expression est apparue, la vérification de la mort était toutefois un acte important : la peur d'être enterré vivant était une phobie. La fouille archéologique d'un charnier de la grande peste, qui sévit à Marseille de 1720 à 1722, nous a permis, avec Georges Léonetti, du service de médecine légale de la Faculté de médecine de Marseille, et Olivier Dutour, du Laboratoire d'anthropologie biologique, de montrer qu'une méthode de vérification de la mort décrite dans des anciens traités médicaux, l'introduction d'une épingle dans le gros orteil, était vraiment utilisée.

L'angoisse collective de l'inhumation prématurée est

De nombreuses épreuves de vérification sont décrites en détail : pour les «épreuves chirurgicales», relatées par Buffon, on utilise des instruments tranchants, piquants ou brûlants, que l'on applique sur la face interne des mains, des bras, des omoplates, sous la plante des pieds ou sous les ongles des orteils. Les ouvrages médicaux recommandent une attention particulière en temps de peste, où le risque de fausse mort était maximal : la nécessité d'isoler au plus vite les cadavres provoquait de nombreuses infrac-



est celle d'une femme d'âge mûr. Une épingle avait été introduite en dehors du tendon de l'extenseur du gros orteil droit, à proximité de la phalange, et recourbée sur le dos de la phalange, à la moitié de son trajet.

Ces épingles d'une longueur de 25



L'épingle de 25 millimètres encore en place (à droite) avait été introduite dans le gros orteil du cadavre. Ce procédé de vérification de la mort, que l'on ne connaissait que par des traités médicaux, a été découvert sur deux corps inhumés dans un charnier de la peste qui a dévasté Marseille entre 1720 et 1722.

tions aux règles régissant les enterrements ordinaires et les défunts étaient inhumés dans les heures qui suivaient le décès.

DES ÉPINGLES DANS LES SÉPULTURES

Sur deux corps inhumés côte à côte dans un charnier de la peste de Marseille, nous avons découvert, au niveau de l'extrémité du gros orteil, une épingle à tête en bronze. Le premier corps est celui d'une jeune femme, dont l'inhumation a suivi de peu le décès : sa position indique que le cadavre n'était pas encore rigide. Une épingle avait été introduite sous l'ongle du gros orteil gauche, tangentiellement à la dernière phalange. La seconde sépulture

millimètres correspondent à un modèle utilisé communément pour relier des feuillets dans les liasses d'archives de Marseille du XVIII^e siècle. Dans les deux cas, leur position prouve qu'elles ont été plantées volontairement sur le cadavre. Leur découverte met en évidence, pour la première fois grâce à l'anthropologie de terrain, une pratique de vérification de la mort telle qu'elle est décrite par les médecins du XVIII^e siècle. Pour l'une des deux femmes dont le décès avait ainsi été certifié, les fossoyeurs avaient toutefois peut-être encore un doute : ils ont déposé sur ses membre inférieurs un bloc de pierre de 50 kilogrammes.

Michel SIGNOLI
Laboratoire d'anthropologie biologique,
Faculté de médecine de Marseille

Un gaz d'humains

Les foules humaines sont simulées en considérant les hommes comme des particules en interaction.

Quel est le point commun entre le gonflement d'un «airbag», la pollution atmosphérique, la visite d'une exposition et l'évacuation d'un stade de football ? Tous ces événements sont simulés par une méthode qui utilise des particules. La Société ArSciMed a mis au point un logiciel qui simule ces phénomènes.

Si les liquides et les gaz sont constitués d'un ensemble d'éléments (atomes, molécules), on ne traite pas leur dynamique en considérant ces éléments. Les simulations de ces systèmes sont généralement macroscopiques : elles n'utilisent pas les propriétés de leurs composants, mais ses caractéristiques fluides. Malheureusement, ces études macroscopiques décrivent mal des situations turbulentes : l'approche microscopique est alors mieux adaptée.

Le principe de la simulation consiste à considérer des ensembles d'éléments auxquels on associe des attributs qui déterminent leur évolution. À la différence des molécules de gaz, les éléments d'une foule humaine possèdent une faculté de décision. Aussi modélise-t-on un flux de piétons en considérant chaque individu comme une particule à laquelle on prescrit des règles de comportement.

L'accélération d'une particule est déterminée par la somme des forces d'interaction entre cette particule et toutes les autres, ajoutée à des forces extérieures. On associe à cet aspect de mécanique classique une loi non déterministe : entre deux pas de temps, les règles d'évolution des trajectoires sont de nature probabiliste. Les transitions entre deux trajectoires peuvent être globales (indépendantes des positions des particules) ou associées à la densité locale des particules.

Dans les réunions publiques, les forces de cohésion entre individus varient entre la faible cohésion des supporters d'une équipe spor-

tive, et celle, importante, d'une famille. Des classes d'individus sont ainsi définies en fonction de leurs comportements, ce qui permet de prendre en compte des foules importantes.

LA SIMULATION DU COMPORTEMENT HUMAIN

Deux types de comportement humain sont traités : les réflexes (c'est-à-dire les réactions immédiates) et les décisions qui résultent d'une analyse de la situation. Le comportement réflexe est un phénomène local dépendant de la densité. Aux faibles densités, le changement de direction entre deux individus est activé à une distance donnée et les collisions sont exceptionnelles. À mesure que la densité croît, la fréquence des collisions augmente et elles peuvent faire interagir plus de deux individus.

La modélisation des décisions humaines dépend d'un ensemble de paramètres comme la destination, la

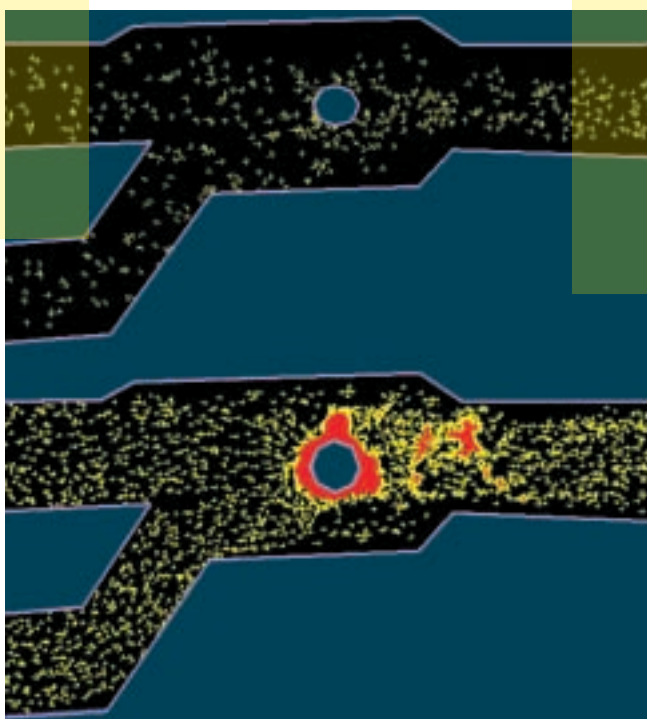
densité, la durée d'arrêt en un lieu donné, la présence d'obstacles et le but des personnes. Ces paramètres sont représentés par un «champ de décision». Les individus, auxquels on associe un «état de charge», évoluent dans ce champ de décision comme une particule chargée évoluerait dans un champ électromagnétique.

Cette modélisation a été appliquée dans de nombreuses situations allant du simple lèche-vitrines dans un centre commercial à la situation critique de l'évacuation d'une foule nombreuse. On étalonne les paramètres de comportement en appliquant le modèle à des situations connues.

Dans le contexte de l'évacuation de grands bâtiments, les durées d'évacuation sont souvent plus longues que celles obtenues par une approche du type fluide, ce qui s'explique par la complexité du système qui engendre des événements chaotiques. Dans certaines simulations d'évacuations, on aboutit à des situations critiques, comme la formation d'ondes de choc et de pics de densité, alors que l'approche globale conclut à une évacuation fluide.

À l'Université de Warwick, Keith Still simule des foules différemment. En notant, qu'au-dessus d'une densité critique, les foules s'auto-organisent en fonction de la configuration des lieux et en utilisant des lois simples d'évitement des obstacles, il simule des foules importantes (jusqu'à 250 000 individus). Il remarqua que les motifs de foule obtenus possédaient une structure fractale (le même motif se répétait à toutes les échelles), ouvrant des perspectives sur la compréhension des mouvements de foules.

De nombreuses applications de ces simulations sont envisageables comme la conception de gares, d'expositions et de stades. Elles peuvent également servir d'outil pour l'exploitation des infrastructures existantes. Les performances actuelles (100 000 personnes simulées en temps réel) permettent l'aide à la décision lors de grands rassemblements de population : un centre de commande pourvu d'un ordinateur puissant traite des données reçues en direct (par caméra ou image aérienne) pour évaluer les différentes solutions à une catastrophe en cours. □



Simulation d'un flot humain dans un hall d'exposition. Les individus arrivent par le côté gauche, rencontrent un pôle d'intérêt au centre, puis s'en vont vers la droite. En haut, le débit est faible et le déplacement est régulier. En bas, le débit humain est tel que des pics de densité se forment (en rouge) autour du pôle d'intérêt et à l'approche du couloir de sortie, provoquant encombrements et bousculades.