

Pourquoi les physiciens s'intéressent-ils aux foules?

Traduit par Benoît Sez nec

Les foules sont des entités dynamiques. Au delà d'une densité critique, la foule se déplace comme un fluide plutôt que comme un ensemble d'individus. À des densités de 7 individus/m², la foule devient presque comme une masse de fluide^{w1}. Des ondes de choc traversent les foules, ce qui peut mener à des déplacements involontaires sur de grandes distances), et certaines personnes peuvent littéralement être déchaussées.

Ce principe fait des foules des exemples intéressants de mécanique des fluides, mais parfois avec des conséquences dramatiques. Des mouvements de foules ont provoqué des accidents mortels, par exemple lors du pèlerinage de La Mecque en Arabie Saoudite, au cours duquel 3 millions de pèlerins se réunissent tous les ans^{w1,w2} et durant l'édition 2010 de la Love Parade de Bochum en Allemagne, festival de musiques électroniques. Pour obtenir une liste d'événements tragiques, voir Panic – A Quantitative Analysis website^{w3}.

Les foules impliquent des interactions multiples. Les individus au sein des foules interagissent entre eux. Ces interactions peuvent prendre des formes multiples : certaines personnes poussent ou tirent leurs voisins afin de se déplacer dans la foule, beaucoup n'agissent plus de façon indépendante (ce phénomène se nomme aussi effet de troupeau, fréquemment observé lors des migrations des gnous^{w3,w4}), d'autres évitent instinctivement tout contact avec des personnes inconnues, phénomène comparable à la répulsion électron-électron.

Les conditions limites sont importantes

Les foules réagissent à leur environnement. Les contraintes spatiales peuvent modifier leurs comportements, en formant ou bloquant les foules^{w3,w4}. Lors d'une évacuation d'un incendie, par exemple, même dans un couloir bondé, les personnes peuvent naturellement se déplacer rapidement puisqu'elles vont toutes dans la même direction. Cependant, des blocages se produisent aux points de sortie, lorsque se produit un effet d'entonnoir à la porte de sortie, ce qui peut mener à de graves conséquences.

Des fluctuations peuvent causer des formations de foules. Par exemple, une voiture qui tombe en panne peut causer des embouteillages en l'absence de chantiers routiers ou accidents^{w5}. Cet exemple montre bien l'importance de prendre en compte les fluctuations, parce que sans elles, les modèles ne pourraient jamais prévoir de tels comportements. Les foules peuvent également passer en un rien de temps d'un état de mouvance à un blocage. Un outil interactif démontrant l'effet de rapidité des embouteillages peut être consulté sur internet^{w6}. Prédire et gérer les formations de foules spontanées est une sérieuse problématique pour les urbanistes.

Références internet

w1 – À la suite de plusieurs situations de panique menant à des résultats sérieux, des scientifiques en provenance d'Allemagne et d'Arabie Saoudite ont enquêté sur le phénomène de foule lors du pèlerinage à la Mecque, ce qui a permis de revoir l'organisation de l'événement. Leur site internet contient des informations générales et

Documentations pour :

Saunders T (2011) La physique des foules. *Science in School* 21.
www.scienceinschool.org/2011/issue21/crowding/french

des vidéos courtes de leurs analyses, ainsi qu'une liste de liens vers d'autres études et des études de simulations. Voir : www.trafficforum.ethz.ch/crowdturbulence

Un des scientifiques, Dirk Helbing, travaille depuis à l'École polytechnique fédérale (ETH) de Zürich (Suisse). La page d'accueil de son site fournit un grand nombre de vidéos, de liens, ainsi que des simulations de foules et d'autres comportements sociaux de masse tels que les applaudissements synchronisés. Voir : www.soms.ethz.ch/research/Videos

w2 – Pour observer le comportement des foules lors du pèlerinage de la Mecque, voir : www.trafficforum.org/crowdturbulence et www.cbsnews.com/video/watch/?id=1203505n

w3 – Une équipe de scientifiques allemands et hongrois a simulé des situations de panique dans un modèle informatique. Leur site internet comprend leurs articles publiés dans *Nature* en anglais et hongrois, des vidéos simulant leurs scénarios d'évacuation avec ou sans effets de masse ou de panique, une liste de catastrophes majeures et des informations générales. Voir: www.panics.org

w4 – Pour observer un exemple tout à fait dramatique de l'effet de troupeau chez les gnous ("Wildbeest die in mass drowning"), rendez-vous sur le site du *National Geographic* (www.nationalgeographic.com) ou cliquez sur le lien suivant : <http://tinyurl.com/6zehbc9>

w5 – Une équipe de scientifiques américains a mis en place un site internet informatif pour présenter leurs données de simulation sur la formation d'embouteillages routiers. Ce site comprend une bonne explication de leurs recherches et résultats, ainsi que de vidéos montrant comment les embouteillages se forment. Voir : <http://math.mit.edu/projects/traffic>

w6 – Grâce à ce remarquable outil en ligne créé par la Technical University de Dresde en Allemagne, vous pouvez simuler une série d'embouteillages, en modulant différents paramètres. Le site est disponible en catalan, anglais, français, allemand, portugais, espagnol et turc. Voir : www.traffic-simulation.de

Documentations pour :

Saunders T (2011) La physique des foules. *Science in School* 21.
www.scienceinschool.org/2011/issue21/crowding/french