

évite l'utilisation de seringues, ce qui diminue le prix de la vaccination, ainsi que la douleur due aux injections.

Toutefois, administrés par les muqueuses, la plupart des antigènes n'induisent qu'une réaction immunitaire de faible intensité, et beaucoup peuvent même déclencher une tolérance. Afin de potentialiser les réactions immunitaires des muqueuses, les antigènes doivent être présentés par des vecteurs adaptés ou avec des molécules immunostimulantes, nommées adjuvants. Un des adjuvants muqueux les plus puissants est la toxine du choléra. La coadministration de cette toxine avec un antigène stimule une réaction immunitaire intense contre l'antigène. Toutefois, cette toxine est responsable des diarrhées typiques du choléra, et l'on ignore encore s'il est possible de dissocier son activité de toxine et son activité d'adjuvant.

Stimuler le système immunitaire des muqueuses

Pour augmenter l'immunogénicité au niveau des muqueuses, on peut aussi introduire les antigènes dans des vecteurs qui les protègent contre une dégradation prématurée et qui se lient spécifiquement aux cellules qui activent les réactions immunitaires. Deux types de vecteurs ont été élaborés : les particules inertes et les vecteurs vivants. Des capsules constituées de polymères capables d'adhérer aux muqueuses ont été mises au point. Certaines de ces particules, qui contiennent à la fois l'antigène et des adjuvants, se sont révélées efficaces en laboratoire.

On envisage aussi d'utiliser des vecteurs recombinants vivants qui produiraient les antigènes directement sur les sites d'activation des réactions immunitaires. Des vaccins expérimentaux sont constitués de bactéries vivantes ou de virus modifiés qui

produisent des antigènes étrangers. Encore faut-il que les vecteurs soient parfaitement inoffensifs et qu'ils persistent chez les personnes vaccinées suffisamment longtemps pour déclencher et entretenir les réactions immunitaires. Des bactéries non pathogènes, telles les bactéries lactiques utilisées dans l'alimentation, ou des bactéries pathogènes atténuées sont à l'étude. Plusieurs vaccins ont été testés avec succès sur des animaux de laboratoire, et certains l'ont aussi été chez l'homme.

On tente aussi d'exploiter le système immunitaire des muqueuses pour vacciner contre le virus de l'immunodéficience humaine, car, dans plus de 80 pour cent des infections, le VIH est transmis par les muqueuses sexuelles. On a constaté que, chez les personnes séropositives, les autres maladies sexuellement transmissibles sont plus fréquentes et plus graves. Une stimulation des muqueuses sexuelles, avant que la charge virale, c'est-à-dire le nombre de particules virales infectieuses par millilitre de sang, soit trop importante serait efficace pour lutter contre le VIH et peut-être aussi contre les co-infections sexuellement transmissibles.

L'équipe de Jay Berzofsky, à Bethesda, a montré qu'une vaccination rectale avec des antigènes du VIH active une réaction immunitaire protectrice chez la souris. Toutefois, cette approche vaccinale ne résout pas la difficulté que pose toute vaccination potentielle contre ce virus : la formidable capacité du VIH à modifier ses structures antigéniques, ce qui lui permet d'échapper aux défenses immunitaires.

Bien qu'aujourd'hui très peu de vaccins soient administrés par la voie des muqueuses, ce type de vaccination contre des agents infectieux, mais aussi contre des maladies inflammatoires et auto-immunes devrait rapidement progresser.

Françoise MASCART dirige l'unité de recherche sur l'immunité des muqueuses au sein du laboratoire d'immunologie expérimentale de l'Université Libre de Bruxelles. Camille LOCHT dirige l'unité INSERM U447, à l'Institut Pasteur de Lille.

F. MASCART-LEMONE et A. SCHMIT, *Maladie coeliaque de l'adulte*, in *Encycl. Méd. Chir.*, éditions Elsevier, Gastro-entérologie, 9-053-A-20, 1998.

P. BRANDTZAEG, I. N. FARSTAD et

G. HARALDSEN, *Regional specialisation in the mucosal immune system : primed cells do not always home along the same track*, in *Immunol. Today*, vol. 20, pp. 267-277, 1999.

C. LOCHT, *Live bacterial vectors for intranasal delivery of protective antigens*, in *Pharmaceutical Science and Technology Today*, vol. 3, pp. 121-128, 2000.

M. B. MAZANEC et al., *A three-tiered view of the role of IgA in mucosal defense*, in *Immunol. Today*, vol. 14, pp. 430-435, 1993.

La culture adoucit la surpopulation

FRANS DE WAAL • FILIPPO AURELI • PETER JUDGE

Les fortes densités de population engendrent-elles la violence ?

Cette croyance, fondée sur des recherches menées sur les rats, ne s'applique ni à l'homme ni aux autres primates.

Au XVIII^e siècle, l'économiste anglais Thomas Malthus (1766-1834) prévoyait que la croissance démographique augmenterait les famines, la misère et le vice. En 1962, dans un article, le psychologue John Calhoun reprit ces thèses et les testa expérimentalement. Il admit la relation entre la surpopulation et les famines ou les maladies, mais explora l'influence de la surpopulation sur l'agressivité : plaçant des rats dans un espace limité, il observa des meurtres, des agressions sexuelles et du cannibalisme. Les comportements violents s'observaient principalement dans la zone centrale d'alimentation, malgré la présence de nourriture en d'autres endroits de la ménagerie : par un phénomène de stimulation sociale, les rats étaient irrésistiblement attirés vers le centre, alors que nombre d'entre eux ne pouvaient atteindre le distributeur de nourriture qui s'y trouve.

Cette expérience fut rapidement célèbre, et nombre d'intellectuels n'hésitèrent pas à comparer certains comportements violents des êtres humains, telles des émeutes, à ceux de ces rats. On voyait les prémices de l'anarchie ou de la dictature dans la propension des êtres humains à se regrouper dans les villes.

Une telle extrapolation est hâtive, et l'observation des populations humaines montre qu'elle est indue. En nous fondant sur les statistiques démographiques publiées par l'Organisation des nations unies, nous avons, par exemple, montré que le nombre d'homicides par habitant n'est pas corrélé à la densité de la population.

La relation existe-t-elle toutefois, masquée par d'autres phénomènes ? Pour affiner la comparaison et écarter des facteurs tels que le niveau de vie, nous avons refait l'analyse en répartissant les pays dans trois classes : les pays à économie de marché, les pays de l'Est et les pays en développement. Cette fois, nous observons une corrélation significative entre la démographie et le nombre de meurtres... mais inversée ! La criminalité est supérieure dans les pays de l'Est, pourtant moins peuplés que les pays en développement. En outre, pour les pays à économie de marché, les États-Unis ont le plus fort pourcentage d'homicides, malgré une faible densité de population ; les Pays-Bas, dont la densité de population est 13 fois supérieure, ont un pourcentage d'homicides huit fois inférieur.

Comme la criminalité est souvent plus élevée en ville qu'à la campagne, nous avons vérifié notre analyse en tenant compte, pour chaque pays, de la proportion de population urbaine : là encore, nous n'avons pas observé de corrélation entre la densité de population et le nombre d'homicides. L'histoire et la culture semblent bien plus importantes que l'espace disponible.

Ces conclusions sont confirmées par les observations de groupes plus restreints. Par exemple, les rassemblements d'enfants et d'étudiants sont parfois l'occasion d'un déploiement d'agressivité légère, mais guère plus. Dans les années 1980, plusieurs études ont confirmé que l'espèce humaine ne réagit pas comme les rats à la surpo-

pulation. Par exemple, le psychiatre Andrew Baum et ses collaborateurs de l'Université de Bethesda ont découvert que les étudiants des résidences universitaires, où ils partagent les installations avec de nombreuses autres personnes, passent moins de temps en groupes que les étudiants qui jouissent de plus d'espace : ils ont plus souvent leur porte de chambre fermée.

Nous ne sommes pas des rats

Autrement dit, l'espèce humaine n'a pas de tendance au regroupement social. Aujourd'hui, lors des trajets qui conduisent sur les lieux de travail ou lors des courses de Noël, par exemple, les individus se regroupent en grand nombre sans perdre le contrôle de leur comportement. Ainsi le modèle des rats ne s'applique-t-il pas aux humains. Pourquoi ? Notre culture et notre intelligence font-ils de nous des animaux particuliers ? La gestion de la surpopulation fait-elle partie d'un héritage ancien ? L'étude des primates éclaire ces questions.

Dans les années 1960, les premières études sur les primates semblaient confirmer les observations faites chez les rats : en Inde, les singes des villes sont plus agressifs que ceux des forêts ; dans les zoos, les singes,

1. LA CROISSANCE DE LA POPULATION n'a pas les conséquences catastrophiques, telles les famines, la pénurie et la déviance sociale, que Malthus prédisait au XVIII^e siècle. Les études indiquent que les êtres humains ont des comportements sociaux qui les aident à supporter la promiscuité.