

forme d'égoïsme, se condamne à ne pas atteindre une bonne satisfaction générale, et cela quel que soit le point de vue utilitariste, égalitariste, élitiste ou nashien.

— En revanche, quelle que soit l'allocation initiale, il existe une suite de dons sociaux qui conduit à l'allocation optimale pour le point de vue utilitariste. L'idée de la démonstration est que chaque agent qui détient un bien dont l'utilité pour lui est inférieure à l'utilité pour un autre agent le lui donne. Chaque don de ce type améliore le total des satisfactions, et cette suite de dons sociaux ne s'arrête que lorsque chaque bien est dans les mains de celui pour lequel l'utilité du bien est la plus grande. Toute suite de tels dons sociaux sera finie et aboutira à l'allocation optimale utilitariste.

On a là une situation intéressante, où les agents, pourvu qu'ils acceptent d'opérer des dons sociaux, vont vers la solution optimale utilitariste et cela sans contrôle centralisé des échanges. La conclusion est ici très morale : sans dons sociaux, si chacun n'accepte que de faire des échanges rationnels, alors l'allocation optimale utilitariste est le plus souvent inaccessible, alors que si chacun pratique le don social, on arrive à cette allocation optimale. En redéfinissant la notion de don social pour l'adapter aux autres points de vue, on a des résultats analogues.

— Sur un plan algorithmique, le calcul des séquences d'échanges rationnels conduisant à l'allocation la meilleure selon tel ou tel point de vue est plus compliqué que le simple calcul de l'allocation optimale : il faut considérer une grande variété de suites d'échanges rationnels, certaines d'entre elles conduisant à des impasses (c'est-à-dire à des allocations non optimales qu'on ne peut plus faire évoluer, voir l'encadré de la page 91). Un problème délicat aussi est celui de la décision d'arrêt : quand et comment les agents sont-ils informés qu'ils ont fait assez de transactions et qu'ils peuvent s'arrêter ? Diverses variantes du problème ont été examinées et des algorithmes ont été élaborés pour calculer efficacement les bonnes séquences d'échanges rationnels ou autres.

Ces modèles de la recherche des séries optimales d'échanges rationnels, comme toute modélisation mathématique en sciences humaines, ne sont pas jugés assez réalistes. Dans le cas des échanges rationnels, ils présentent au moins deux défauts majeurs.

— S'il existe une suite d'échanges (conduisant par exemple à la meilleure allocation utilitariste accessible), comment les agents peuvent-ils le savoir à moins de disposer chacun d'une source parfaite d'information et d'une bonne capacité de calcul ? Dans la réalité, les agents sont partiellement informés et ils font les échanges (rationnels ou non) en ne prenant en compte que ce qu'ils savent et bien souvent en préférant mener

les échanges les meilleurs pour eux dans l'immédiat, même si cela les conduit dans l'impasse. Ces politiques égoïstes engendrent des échanges qui conduisent à une assez bonne allocation, mais pas la meilleure de celles accessibles. La coordination des échanges par une autorité est, dans certains cas, envisageable : elle reste toujours difficile, car les agents croient qu'ils sont mieux placés que quiconque pour défendre leur intérêt. Le marché s'autorégule mal !

— Dans la réalité, les agents sont situés dans un espace qui n'est pas homogène. Des contraintes géographiques (ou d'autre nature) limitent les échanges possibles. En clair, le graphe des échanges possibles n'est pas un graphe complet (chaque agent n'est pas relié à chaque autre). Ce graphe « d'acquaintance » incomplet doit être pris en considération.

La modélisation multi-agents

Des travaux récents montrent qu'une série de transactions fondées sur une information locale et un graphe d'acquaintance permettent de s'approcher petit à petit d'une allocation optimale. On tente aussi de mettre au point des méthodes telles que plus on laissera les transactions s'opérer, meilleur sera le résultat atteint.

Plus les modèles tentent de devenir réalistes, plus il devient nécessaire de mettre en œuvre des techniques informatiques où chaque agent (économique, social, ou autre) est représenté par un programme indépendant. Les sources d'informations du programme et les interactions qu'il peut avoir avec les autres programmes du système sont définies et délimitées.

Ce type de représentation informatique, qui dans sa méthode approche du réel en mimant les composants objet par objet, est nommé simulation multi-agents. C'est une technique souvent plus satisfaisante que les modèles mathématiques, car la complexité de ces derniers est limitée par nos facultés de résolution des équations. Au contraire, la variété et la richesse des agents informatiques envisageables n'ont guère de bornes et permettent l'expérimentation systématique d'une multitude d'hypothèses complexes ainsi que la formulation d'explications naturelles.

Les systèmes multi-agents permettent de ne pas trop caricaturer le monde et accroissent l'intérêt des résultats obtenus. L'informatique aujourd'hui est une source de progrès dans la finesse et la précision des modèles, et tout cela permet aux chercheurs de découvrir sans cesse de nouvelles règles, de nouveaux principes et... de nouvelles morales. ■

ART & SCIENCE

Une pharmacopée à la Prévert

Un manuscrit du XVI^e siècle révèle les médicaments et les produits cosmétiques qui ont été vantés par l'École de médecine de Salerne, en Italie. Cette institution faisait autorité en Europe au début du Moyen Âge.

Loïc MANGIN

Salerne est une ville du Sud de l'Italie, sise dans la région de Campanie, sur la côte amalfitaine. Du X^e au XIII^e siècles, la ville accueillait la plus ancienne université de médecine d'Europe, la *Schola Medica Salernitana*, qui profita de sa position privilégiée, aux confluent du savoir antique et du monde arabe : les traductions en arabe de traités médicaux en grec y ont été transcrites en latin tandis que les traditions des Grecs Galien (II^e-III^e siècle) et Dioscoride (40-90) y ont été enrichies. Salerne fut la plus importante source de savoir médical en Europe au début du Moyen Âge.

Parmi les figures majeures de cette école, Trotula publica au XII^e siècle le premier traité de gynécologie et d'obstétrique. Son supposé mari, le médecin Platearius, s'attacha à l'instar de ses confrères à compiler les savoirs du monde. Ainsi, dans son *Liber de simplici medicina* (le *Livre des simples médecines*), il a thésaurisé les vertus médicinales, mais aussi alimentaires et cosmétiques de quantité de produits. L'ouvrage, pour l'essentiel un herbier, fut un succès et fut recopié dans toute l'Europe. Un exemplaire réalisé au début du XVI^e siècle dans l'Ouest de la France est aujourd'hui exposé au musée national du Moyen Âge, à Paris, dans le cadre d'une exposition *Le Bain et le Miroir*, jusqu'au 21 septembre 2009. La deuxième partie de cette exposition – les œuvres de la Renaissance – est installée au musée de la Renaissance, à Écouen, dans l'Oise.

La page offerte aux yeux des visiteurs (page ci-contre) rassemble des objets hétéroclites qui tous étaient recherchés pour

quelque propriété. Voyons les prescriptions de Platearius pour chaque élément.

L'*Emathites*, l'hématite, un oxyde de fer (Fe_2O_3), restreignait le flux de sang (elle tire son nom du grec *emath*, le sang et du latin *thites*, flux). On l'utilisait notamment contre les saignements de nez, mais aussi, mêlée à du miel ou du lait de femme, pour soigner les yeux. L'*Asphaltum*, l'asphalte, en poudre, favorisait la cicatrisation. Les *Belliculi*, ou nombrils marins, sont des coquillages qui, en onguent avec de la graisse de poule, éclaircissaient les visages. Les *Blactebi*, ou

**Du vitriol contre
les hémorroïdes ;
de l'ammoniac
pour blanchir les dents ;
de la poudre de momie
quand le nez saigne...**

blattes de Byzance, sont des opercules de mollusques univalves, du genre pourpre, qui confortaient et purifiaient l'organisme. L'*Armoniac*, un sel d'ammoniac que l'on trouve en Arménie, éliminait les taches sur le visage des femmes. La *Céruse*, ou blanc de Saturne ou fleur de plomb, est un pigment blanc utilisé comme fard. Le *Corail* rouge soignait les yeux et les poumons, blanchissait les dents et, même, préservait les maisons de la foudre. Le *Cantabrum*, le son du froment, guérissait les douleurs urinaires et rénales. Le *Dragantum* (ou vitriol ou couperose) est un sulfate ferreux anhydre prescrit, par exemple, contre les hémorroïdes.

L'*Argent vif*, c'est-à-dire le mercure, tuait les poux. La *Chaulx*, ou chaux vive, associée à de l'huile et à du suif, éliminait les boutons. La *Colofania*, ou colophane, est la gomme d'un arbre méditerranéen qui soignait l'asthme. L'*Os de seiche* pulvérisé blanchissait les dents et le visage. L'*Amidum*, l'amidon, améliorait la respiration et était recommandé en cas de toux. Enfin, la *Mumie* (la momie), quand elle était noire puante et ferme, arrêtaient les saignements de nez. Ceux qui crachaient du sang de leur poitrine étaient traités avec des pilules faites de poudre de momie et de mastic.

Cette pharmacopée à la Prévert fit autorité pendant plusieurs décennies. Ainsi, au XVI^e siècle, la poudre de momie était encore très demandée en Europe, car, selon certains médecins, le bitume qu'elle contenait guérissait diverses maladies.

L'ouvrage de Platearius est un exemple de ce que fut l'École de Salerne : un carrefour où convergeaient les savoirs, les momies venant d'Égypte, la colophane de Grèce, l'asphalte de Judée... Accréditant cette idée, une légende propose que l'École de médecine de Salerne ait été fondée par le Juif Helinus, le Grec Pontus, l'Arabe Adela et le Latin Salernus.

Le premier ouvrage qui a fait connaître Salerne est le *Pantegni*, 20 volumes de médecine traduits de l'arabe par Constantin l'Africain (1010-1087), un médecin dont l'arrivée à Salerne marqua le début de la renommée de la ville. Elle sera éclipsée au XIII^e siècle par l'École de médecine de Montpellier.

La planche s'éclipsera aussi et sera remplacée dès le 20 août par une autre page du manuscrit, afin de la préserver.

