

Philippe Rasse, doctorant,
Unité d'éco-éthologie théorique (Pr. J. L. Deneubourg),
Service de Chimie-Physique (Pr. G Nicolis).

De la file à la patte

Si l'analogie « sociétés de fourmis / sociétés humaines » a été traitée de diverses façons, des plus farfelues aux plus inquiétantes lorsqu'elles servaient à appuyer un dessein politique notamment, il n'en demeure pas moins que certains processus qui ont cours dans les villes ont des points communs avec ceux à l'œuvre chez les fourmis.

Les correspondances que nous pouvons envisager se distinguent selon deux axes: l'un plutôt conceptuel, ne se limitant d'ailleurs pas aux insectes sociaux, où apparaît une organisation à une échelle que nous qualifierons de globale, sans que cette organisation ne soit codée explicitement au niveau des éléments impliqués. L'autre quoique découlant immédiatement de la première idée, est plus pratique au sens où il s'agit d'utiliser les outils d'étude des fourmis, pour appréhender les phénomènes de foules que nous connaissons dans les villes et qui sont omniprésents chez les insectes sociaux.

Chez les fourmis, une situation qui illustre la première idée, est l'agrégation des individus, phénomène très fréquent dans le nid et au centre de nombreuses tâches collectives. Il en est ainsi parce que ces amas d'ouvrières pour la plupart inactives constituent des réserves facilement mobilisables lors des recrutements alimentaires ou de défense, par exemple. Quant aux mécanismes, nous avons montré que ces rassemblements de fourmis impliquent une amplification sous forme d'une attraction inter-individuelle, notamment de type chimique. De ce fait plus un agrégat est important, plus il est attractif. Si le fait de se regrouper est donc codé explicitement, lorsque plusieurs agrégats de taille équivalente et pas trop éloignés sont formés, on observe des comportements collectifs insoupçonnés. En effet, si on disperse des ouvrières dans une boîte de Pétri, on observe qu'après quelques minutes, plusieurs petits agrégats se forment, puis qu'ils se désagrègent pour finalement n'en former plus qu'un seul où toutes les ouvrières sont rassemblées. Ce regroupement n'est pas le fruit du hasard, ni d'un biais expérimental, mais résulte de la compétition entre le recrutement opéré par chacun de ces groupes initiaux. La présence de quelques ouvrières de plus d'un côté va accroître l'attractivité de ce groupe, être donc amplifié au détriment

des autres et mener à la formation d'un unique agrégat. Ainsi, le signal d'interattraction des fourmis, qui en substance les attire et les stimule à s'arrêter près d'ouvrières agrégées, par sa simplicité ne nous révèle pas l'évolution globale du phénomène, c'est-à-dire les états intermédiaires et l'état final. Il est de ce fait nécessaire de réaliser l'expérience, mais on peut aussi la simuler et tenter de reproduire l'étape déterminante du processus. Cette étape, c'est la présence simultanée d'un grand nombre de ces signaux d'interattraction, menant d'abord et de façon temporaire aux multiples agrégats, puis via les interactions entre eux et la compétition qu'ils se livrent, à l'unique regroupement.

Dans nos villes, un phénomène très commun présente des caractéristiques similaires d'agrégation. Il s'agit d'un problème inhérent aux lignes de bus, ceux-ci se regroupant spontanément au cours de leur trajet. Ce phénomène quotidien énerve l'usager, qui, après son attente à l'arrêt, voit généralement arriver deux véhicules l'un derrière l'autre, quand ce n'est pas trois voire quatre bus qui arrivent groupés. Ce qui apparaît à la lumière des recherches, c'est que cette situation, loin d'être dû au hasard ou à l'irrépressible envie des conducteurs de rouler ensemble, est en fait indissociable du fonctionnement de la ligne comme on la connaît. Elle s'explique par le fait que lorsqu'un véhicule acquiert un quelconque retard, il passe plus de temps à embarquer ses passagers à l'arrêt car ils sont plus nombreux que ne le prévoit l'horaire. Ce retard va s'accumuler, car à l'arrêt suivant, aux passagers qu'il aurait normalement dû charger, s'ajoutent "ceux" du retard initial et du retard pris à l'arrêt précédent... Quant au véhicule suivant, il ne cessera lui de prendre de l'avance, le nombre des passagers aux arrêts étant toujours plus faible que celui prévu et ce de plus en plus. Ainsi, par le biais de cet effet boule-de-neige, les deux bus vont se rejoindre et ne plus se quitter. Il se fait que si la ligne est assez étendue, le même processus va se reproduire mais entre différents groupes de véhicules cette fois, pouvant théoriquement mener à un unique agrégat. On constate donc qu'une organisation apparaît au niveau de la ligne sans que ces regroupements soient codés au niveau des bus (les chauffeurs n'ont pas envie de rouler ensemble et ne se comportent pas de cette façon). Elle résulte simplement d'une interaction des bus avec leur environnement (les passagers aux arrêts), environnement qui une fois modifié va influencer les interactions ultérieures, y compris des autres bus, et ainsi de suite. Différentes solutions ont été suggérées par une modélisation de ce système, modélisation du même type que celle utilisée pour l'agrégation des fourmis. L'une partant du principe qu'il est plus facile de perdre du temps

que de rattraper un retard, consiste à ralentir les bus qui prennent de l'avance, ce qui permettra d'enrayer en partie du moins, l'amplification du phénomène et sa propagation. Une autre façon de mieux remplir chaque bus, qui est un critère de bon fonctionnement de la ligne, consiste lorsqu'un bus prend un peu de retard, à retarder les autres, dans une certaine limite toutefois. Lorsque ces solutions théoriques sont émises, l'étape suivante consiste à les tester sur le terrain, car une foule de problèmes peuvent découler de la mise en oeuvre de ces solutions. Par exemple, ces retards infligés aux bus, s'ils sont mal appliqués ou de manière maladroite, risquent de mécontenter les passagers, et à la limite d'engendrer de nouveaux effets.

Dans ce parallèle bus-fourmis, au vu de ce qui précède, il est évident que l'analogie ne s'arrête pas à l'agrégation et s'étend à la façon dont elles se déroulent de part et d'autre. En effet, chacun des systèmes engendre un agrégat unique que ne permettent pas d'appréhender les interactions élémentaires, au coeur desquelles se trouve une amplification. La différence qui apparaît néanmoins est que dans le cas des bus, cette amplification fait appel à une étape supplémentaire, via les passagers aux arrêts. Toutefois, on retrouve dans les deux situations des agrégats transitoires et la compétition qu'ils se livrent avant de disparaître pour n'en former qu'un. Ces analogies, soulignent que "l'outillage" est similaire, à la nuance près que dans un cas, il sert à comprendre le fonctionnement des fourmis, alors que dans l'autre il permet de tester des scénarios qui ont pour but d'améliorer le fonctionnement global du système. Ceci conduit à la constatation que si les fourmis profitent de ces phénomènes collectifs, dans le cas des bus, il s'agit de le combattre. Dans la réalité, la situation n'est évidemment pas aussi caricaturale et il est vraisemblable que nos sociétés exploitent et profitent aussi de tels processus, mais notre méconnaissance en la matière ne nous a pas encore donné l'occasion de les identifier. De même il est certain que les fourmis se prémunissent de certains phénomènes collectifs.

L'autre rapprochement ville-société de fourmi passe par les moyens que l'on a pour étudier ces insectes et qui sont par exemple applicables dans le cas des foules où apparaissent aussi des effets globaux. L'exemple de l'agrégation a déjà levé un coin du voile en nous révélant l'implication de deux niveaux d'observation et l'intérêt d'utiliser la modélisation pour les relier et comprendre ces phénomènes. Ici nous allons simplement aller plus en détail dans la méthode, notamment dans l'identification des paramètres clefs. A ce propos, l'observation se déroule d'une part au niveau microscopique, ce qui permet de révéler les interactions élémentaires, et d'autre part à

l'échelle globale permettant d'accéder au résultat colonial. Quant aux simulations ou modélisations mathématiques, elles permettent comme nous l'avons vu, de tester si les processus interindividuels sont à même d'engendrer le phénomène à l'échelle de la colonie. C'est grâce à ce type de procédure que nous étudions l'organisation des fourmis, ce qui peut se résumer à apprendre comment ces foules d'ouvrières s'auto-coordonnent et s'auto-régulent. Dans le cas des foules urbaines, on retrouve les mêmes caractéristiques au niveau des interactions, par exemple leur aspect innombrable, leur relative simplicité, leur nature stéréotypées (évitement, rapprochement), ainsi que leur portée limitée. Une situation assez commune est la formation de colonnes de voyageurs dans des couloirs, ainsi que l'établissement d'un sens giratoire autour d'un obstacle. Ces phénomènes apparaissent lorsque les flux de gens sont importants, quand la densité d'interactions est élevée. De plus, ils émergent sans que les gens ne décident ou n'aient une conscience du phénomène dans sa globalité. Le fait que la file ne soit pas tous les jours au même endroit du couloir, ou que le sens giratoire puisse changer d'un jour à l'autre en est d'ailleurs un des signes. Dans ce cas, l'amplification réside notamment dans le fait que les individus dans la colonne se déplacent en moyenne plus vite que l'individu isolé. En substance, une des raisons est qu'au milieu d'autres voyageurs, la colonne provoque l'écartement de ceux-ci, ce qui n'est pas le cas de la personne isolée qui doit zigzaguer entre ces autres voyageurs et éventuellement éviter une colonne se déplaçant en sens opposé. La colonne sera encore renforcée par les individus isolés qui se déplacent dans son sens puisqu'ils iront la rejoindre par effet mimétique.

Ainsi, si deux flux se croisent, deux colonnes vont automatiquement être engendrées, et cela effectivement sans que les gens ne décident de former de telles files.

Cet exemple très spéculatif et intuitif, s'il donne une idée immédiate du phénomène collectif, demeure très incomplet. Pour cerner l'ensemble du problème il est nécessaire d'en quantifier différents aspects de façon à bien cerner l'influence des différents facteurs les uns sur les autres.

Pour dépasser ce stade auquel on est encore réduit aujourd'hui concernant les foules urbaines, il convient donc absolument, comme on le fait pour l'étude des fourmis et comme c'était le cas pour les passagers des bus, d'identifier les comportements des individus et les effets globaux et ce dans différentes situations. Dans ce cas précis, il faudrait étudier les mouvements de personnes seules dans le couloir, ainsi que ceux lorsque d'autres individus

sont présents, ceci afin d'expliciter les règles d'évitement ou de suivit. Cette quantification rigoureuse permettrait d'établir les règles du modèle nécessaire à comprendre la situation et qui servirait à l'étude de nouvelles solutions.

Pour ce qui est des cas concrets, signalons que jusqu'à présent, la plus grosse majorité des approches reste spéculative, notamment par absence de données précises. Quant à l'élaboration des lieux publics par exemple, elle ne fait pour ainsi dire appel qu'a des connaissances empiriques. Cette méthodologie permettrait de valider de telles architectures et d'envisager l'impact d'éventuelles modifications ou perturbations. Certaines situations très exceptionnelles pourraient d'ailleurs être envisagées de façon a éviter des effets de paniques collective aux conséquences dramatiques.

En fin de compte, ce qui se dégage de ces exemples, c'est la façon dont les sociétés d'insectes peuvent nous inspirer dans l'abord de certains problèmes urbains. L'analogie entre leur fonctionnement et le nôtre, au contraire de mener à la justification d'un système politique ou autre, s'avère en fait fort concrète. La raison en est que dans les problèmes évoqués, suffisamment d'aspects peuvent être évalués, autorisant une analyse rigoureuse, la seule qui garantisse une approche critique des phénomène et des solutions apportées.