



UE 3HD42 - Design

Crowd

Daphné CHAMOT-ROOKE
Himany SERI

Table des matières

1	Introduction	2
2	Psychologie des foules	3
2.1	La foule d'après Le Bon	3
2.2	Le mimétisme	5
2.3	La pression du groupe	6
2.4	La genèse d'une foule	8
2.5	La foule sage	9
3	Individus et foule	11
3.1	Organisation chez les animaux	11
3.2	Auto-organisation	12
3.3	Échelle microscopique	14
3.4	Modélisation	16
4	Dispositif et perception	18
4.1	Description du dispositif	18
4.2	Percevoir autrui	19
5	Expérimentation	20
5.1	Protocole expérimental	20
5.2	Observations	24
6	Conclusion	26
7	Bibliographie	27

1 Introduction

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude nous sommes amenées à traiter la question de la perception d'autrui. Nous nous sommes intéressées à la foule, qui constitue parfois une entité à part.

De nos jours l'étude des mouvements de foule permet de comprendre de mieux en mieux les mouvements et comportements de celle-ci avec comme objectifs une meilleure gestion des évacuations, des architectures plus adaptées à la densité de personnes, des simulations réalistes des foules. Dans de nombreuses situations nous avons affaire à des mouvements de foule, que ce soit dans des concerts, des conventions, des manifestations, et même sur les réseaux sociaux. Comment perçoit-on la foule ? Comment l'individu et la foule s'inter-influencent-ils ? Comment initie-t-on un mouvement de foule ?

Tout d'abord nous devons définir ce que l'on entend par foule. La définition la plus commune est que c'est une multitude de personnes réunies en un même lieu. En sociologie, le groupe est un ensemble de personnes ayant des caractéristiques ou des buts communs. On désigne la foule comme un ensemble d'individus anonymes et semblables et dont les sentiments et les idées sont orientés dans une même direction (la foule est donc un groupe). C'est cette deuxième définition que nous considérerons quand nous parlerons de la foule.

On doit distinguer la foule de la masse. La foule renvoie à toute réunion spontanée ou conventionnelle d'un grand nombre de personnes, une masse renvoie à tous les phénomènes de psychologie collective qui concernent un nombre encore plus grand de personnes, lesquelles ne sont pas forcément physiquement rassemblées, ni même rassemblables (par exemple les auditeurs d'une émission de télévision) et qui ne forment donc pas un groupe. La foule a une conscience perceptive, elle se voit et s'entend, la masse pas nécessairement. La foule est épisodique alors que la masse perdure.

La foule est un événement et la masse est une matrice d'événements. (Rouquette, 1994, p. 14)

Nous allons ainsi détailler les mécanismes qui entrent en jeu dans la psychologie des foules puis dans une deuxième partie les relations et interactions entre individus et collectif via l'auto-organisation des foules, puis nous partagerons nos observations.

2 Psychologie des foules

La psychologie est la science ayant pour but de comprendre la structure et le fonctionnement de l'activité mentale et des comportements qui lui sont associés.

La psychologie des foules est donc la science qui étudie le comportement et le fonctionnement des foules. Ce mouvement apparaît dans les années 1890 avec Gustave Le Bon, un médecin psychologue, et Gabriel Tarde, puis Sigmund Freud, fameux neurologue du 20^e siècle, leur emboîtera le pas quelques années plus tard.

2.1 La foule d'après Le Bon

C'est à la suite de divers mouvements sociaux (révolution, élections) que Gustave Le Bon trouve qu'il est de plus en plus nécessaire de comprendre le phénomène des foules. Dans son ouvrage *La Psychologie des foules* paru en 1895, Gustave Le Bon fait figure de précurseur, en effet il fut l'un des premiers à comprendre la nécessité d'étudier la psychologie des foules afin de maîtriser les débordements de violence qui selon lui sont systématiquement associés aux phénomènes de foule.

Les foules sont un peu comme le sphinx de la fable antique : il faut savoir résoudre les problèmes que leur psychologie nous pose, ou se résigner à être dévoré par elles. (Le Bon, p. 90)

Pour Le Bon les foules ont toujours une connotation négative et destructrice. Cependant ce n'est pas le seul à avoir abordé la question des foules, Gabriel Tarde un spécialiste en droit pénal a lui aussi abordé la question de la foule grâce à la notion de délit collectif dans son ouvrage *Les crimes des foules* (1893) il nous montre que sous certaines conditions la foule peut être sage.

La première observation que nous pouvons faire est que lorsqu'un individu est seul il a tendance à agir de lui-même, il est doté d'une raison, d'une conscience. En revanche on constate qu'au sein d'une foule le comportement de l'individu est caractérisé par trois aspects.

1. L'irresponsabilité

Lorsque l'individu se trouve au sein d'une foule il peut ressentir un sentiment de puissance dû à l'effet de groupe et se sentir alors désinhibé. Il est

alors capable de commettre des choses que seul il n'aurait jamais faites, cela peut être positif ou négatif, on parle alors d'irresponsabilité. L'individu au sein de la foule n'éprouve plus le sentiment de responsabilité, ou de culpabilité : il est comme noyé dans la masse.

La très controversée expérience de Stanford illustre bien cette caractéristique. En 1971 Philip Zimbardo un professeur de psychologie de l'université de Stanford décide de réaliser une expérience dans les sous sols de l'université de Stanford en y aménageant une prison afin d'étudier les conséquences du placement en prison et les dérives carcérales. Pour cette expérience Philip Zimbardo et son groupe composé de trois autres chercheurs ont sélectionnés 24 sujets. Les sujets étaient des étudiants nord-américains, de sexe masculins, en bonne condition physique et mentale et issus de différents milieux sociaux. Les sujets ont été divisés en deux groupes de même effectif, et ceux de façon arbitraire : le premier groupe constituait celui des gardiens et le second celui des prisonniers.

Les sujets qui appartenaient au groupe des gardes étaient équipés de matraques en bois et vêtus d'un uniforme et avaient des lunettes de soleil afin d'éviter tout contact (par le biais du regard) avec les prisonniers. Les prisonniers quand à eux portaient une blouse et des tongs en caoutchouc ce qui d'après le professeur Zimbardo forcerait les prisonniers à adopter des postures qui leur étaient inhabituelles et ainsi créer une sensation d'inconfort chez le sujet prisonnier. De plus ils possédaient des matricules ce qui contribua grandement à les déshumaniser.

Les résultats de cette expérience ont mis en évidence qu'il y a un comportement en fonction des situations et non des prédispositions génétiques des individus. Dans cette expérience la situation et le contexte provoquaient le comportement des participants et le rôle qui leur était attribué conditionnait leurs comportements. Les hommes agissent en fonction des situations auxquelles ils sont confrontés, et non suivant leurs propres personnalités. Ils se sentaient dé-responsabilisés.

C'est ce phénomène que l'on retrouve dans les foules : les actions et comportements d'un individu sont influencés par ceux qui l'entourent. Par exemple, lors des manifestations des gilets jaunes, de nombreux manifestants se sont servis dans des magasins alors que ce n'est pas un comportement que l'on retrouve habituellement au quotidien. La force collective prime sur celle de l'individu.

2. La contagion émotionnelle

La notion de contagion est définie par David Hume et montre qu'au sein d'une foule, les relations entre les différents individus qui s'y trouvent prennent une ampleur considérable. Les individus sont sous l'influence de ce qui s'apparente à une forme d'hypnose. En effet, une émotion peut devenir contagieuse et affecter toute la foule (par toute la foule on sous-entend la majeure partie des individus qui la composent).

L'évolution d'une situation est fortement liée au climat émotionnel de la foule. Par exemple, suite aux attentats à Paris de 2015, de nombreux mouvements de panique ont eu lieu sur les places de rassemblement à cause du climat de peur qui avait été instauré dans le pays.

3. La suggestibilité

L'individu faisant partie de la foule voit sa conscience s'évanouir au même titre que celle d'un hypnotisé. Il n'a plus d'opinion personnelle. La contagion et la suggestibilité s'apparentent à la notion de *mimésis* en psychologie.

2.2 Le mimétisme

On a tendance à observer des effets de mimétisme au sein des foules. « L'homme est le plus mimeur des animaux » écrivait Aristote au 4^e siècle. Le mimétisme est un mécanisme présent chez de nombreuses espèces. Dès le plus jeune âge, nous avons tendance à imiter les autres sans nous en rendre compte, nous copions nos désirs sur ceux des autres. Si on met à disposition d'un groupe constitué d'une quinzaine d'enfants âgé de trois ans des jouets, on constate que les enfants ne vont pas tous se contenter de prendre chacun un jouet ou bien se répartir les jouets entre eux : l'un des enfants va tendre la main vers un des jouets pour vouloir le saisir et aussitôt les autres enfants vont vouloir se saisir du même objet alors qu'il y en a plein d'autres.

Ceci est un exemple type de mimétisme. Nous pouvons citer plein d'autres situations, par exemple dans la station de métro à Jussieu, lorsque les étudiants sortent du métro pour se rendre à l'université et qu'ils empruntent les portes battantes qui mènent à l'escalator, on constate que tous empruntent la même porte alors qu'il y en a trois. On peut penser que c'est parce que ça demande moins d'effort de suivre une porte déjà ouverte, mais ce phénomène arrive même lorsque la porte s'est refermée ou qu'il est plus rapide de

choisir une autre porte. Dès lors qu'une personne décide de passer non pas par la première porte mais par la deuxième, on constate que bon nombre de personnes situées sur la première file décident de basculer sur la deuxième et on constate que le flot d'étudiants se répartit maintenant entre les deux portes. Voilà un autre exemple de mimétisme.

Les deux exemples cités plus haut mettent en évidence le phénomène de mimétisme présent dans les foules.

Cette théorie fut introduite par René Girard. Il nomma ce phénomène universel et observable et d'une extrême simplicité le *mimésis d'appropriation*. Selon lui, nous ne désirons pas spontanément des objets, nous désirons des objets qui nous sont désignés par un autre que Girard appelle le *médiateur*, le désir du médiateur étant lui-même médiatisé par celui d'un autre médiateur ; en somme nous nous désignons les uns aux autres les objets comme désirables. On désire toujours ce que les autres désirent cependant notre moi finit toujours, et parfois très vite par revendiquer la priorité et la propriété de son désir mimétique. On a en effet très souvent l'impression de n'imiter personne et même au contraire on pense que ce sont les autres qui nous imitent.

La théorie de la mimésis est très présente et tout à fait applicable aux foules. Au sein de celle-ci, les individus tendent à effectuer les mêmes actions, chacun tend à reproduire ce que son voisin fait. Les personnes au sein d'une foule agissent en fonction de ce qu'elles pensent que les autres vont faire.

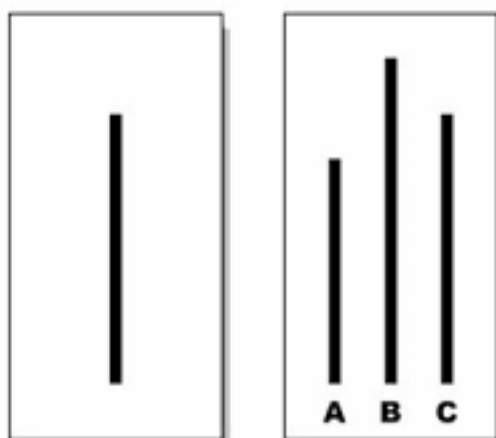
2.3 La pression du groupe

Les comportements des individus au sein d'une foule s'uniformisent comme le montre l'expérience de Asch. Cette expérience de psychologie menée par le psychologue Salomon Asch en 1956, démontre le pouvoir du conformisme sur les décisions d'un individu au sein d'un groupe.

Dans cette expérience Salomon Asch invite un groupe de 7 à 9 étudiants âgés entre 17 et 25 ans à participer à un supposé test de vision. Tous les sujets à l'exception d'un sujet dit naïf étaient complices de l'expérimentateur. Les sujets témoins avaient préalablement été soumis aux fameux teste de vision et avaient tous obtenu de bonnes réponses. L'expérience avait pour but d'observer le comportement du sujet naïf. Comment celui-ci réagit-il au comportement des autres ?

Le sujet naïf et les autres sujets sont assis dans la même pièce et on leur demande d'estimer la longueur de plusieurs lignes tracées sur une série

d'affichages. A gauche se trouvait une ligne modèle et à droite se trouvaient trois lignes, il fallait donc choisir parmi ces trois lignes celle qui avait la même longueur que le modèle comme on peut le voir sur l'image ci-dessous.



exemple d'un petit test utilisé lors de l'expérience de Asch: la ligne de gauche est la ligne de référence; les trois lignes de droites sont les lignes de comparaison

Les sujets donnent la bonnes réponses dans un premier temps, le sujet naïf aussi, puis des consignes sont données aux sujets : ils doivent faire exprès de choisir la mauvaise réponse, on observe dans un premier temps que le sujet est dérouteré puis au fur et à mesure des essais, on constate que le sujet naïf se laisse influencer, en effet il suit l'opinion majoritaire et va à l'encontre de ce qu'il pense réellement et ce mets lui aussi à donner la même mauvaise réponse.

Cette expérience permet de mettre en évidence les conditions dans lesquelles l'individu se soumet à la pression du groupe en niant sa propre perception (= conformisme), et les conditions dans lesquelles le sujet se fie à sa propre perception et ira donc à l'encontre de l'opinion du groupe (= indépendance).

La plupart des sujets répondent correctement sans influence extérieure, mais dès lors qu'un grand nombre (37%) finissent par se conformer aux mauvaises réponses soutenues à l'unanimité par les sujets complices ou par un unique comparese, on constate que sous l'effet de la pression de la majorité le sujet naïf suit le mouvement et se conforme. Celui-ci va même jusqu'à

soutenir des réponses contradictoires comme affirmer que deux lignes sont identiques alors qu'il y a un écart de 5 cm tout à fait visible entre les deux.

La notion de conformisme permet d'expliquer les mouvement au sein d'une foule : chaque individu reproduit ce que son voisin fait et ce laisse alors entraîner. On ne vas pas à contre courant on suit le mouvement du groupe c'est pareil dans les foules.

2.4 La genèse d'une foule

Dans son œuvre *Les crimes des foules* (extrait du Troisième Congrès International d'Anthropologie criminelle, 1892), Gabriel Tarde nous explique la genèse de la formation d'une foule. Il s'interroge sur comment se forme une foule : par quel miracle tant de gens, dans un premier temps dispersés et indifférents les uns des autres, se solidarisent-ils ? courent-ils ensemble, agissent-ils de concert ? Pour lui tout ceci est possible.

Par la vertu de la sympathie, source de l'imitation et principe vital des corps sociaux. (Tarde, p63-88.)

En effet une poignée de meneurs vont réveiller cette puissance endormie en nous, mais pour que cette impulsion initiale soit suivie et que l'embryon de la foule grossisse rapidement, il faut qu'un travail antérieur se soit opéré dans les cerveaux. On observe une contagion lente d'esprit à esprit, une imitation tranquille et silencieuse, a toujours précédé et préparé ces contagions rapides, ces imitations bruyantes et entraînant qui caractérisent les mouvements populaires. Au commencement du 16^e siècle ce sont les propagations des idées de Luther qui ont rendu possibles les soulèvements populaires. Une foi commune, une passion commune, un même but sont à l'origine de ces êtres animés qu'on appelle la foule. C'est par la nature de ce but, de cette idée, de cette passion communes que les foules se distinguent et non par la différence de race et de climat.

En synthétisant ces différents point de vue, on peut faire un premier bilan et souligner que tous les auteurs cités s'accordent à dire que l'individu dans la foule est un être dépourvu de bon sens et irrationnel.

Dans la foule, c'est la stupidité et non la sagesse mère qui s'accumule. (Le Bon)

Si on prend comme exemple les jurys ou bien les parlementaires on constate qu'ils prennent collectivement des décisions qu'à titre personnel il n'aurait jamais approuvées, l'expertise individuelle est bien meilleure que l'expertise

collective au sein d'un groupe. De ce fait nous pouvons dire que la prise de décision est moins intelligente dans une foule. Cette observation d'après Gustave le Bon permet de minimiser l'importance du savoir, de l'intelligence et plus précisément de l'éducation dans le comportement des foules et leurs prises de décisions, toute forme de culture cède le pas devant la foule.

2.5 La foule sage

Pouvons-nous toujours affirmer que la foule est si néfaste ? L'intégration d'un individu dans un groupe n'est pas systématiquement une déperdition mais bel et bien un gain, en s'unissant à la foule l'individu devient plus fort :

Du fond de son être singulier surgissent des aspects inconnus de lui-même, qui son mis en lumière par le contact d'autrui. (Tarde, 1893)

Les foules sont révélatrices de différents aspects de la personnalité humaine, qui sont habituellement cachés. Celles-ci ne se résument pas à un agrégat d'individus, elle permet l'émergence au sein des individus qui la composent de caractères spécifiques, qui sont la manifestation de l'appartenance à une entité supra-individuelle.

L'auteur James Surowiecki a un point de vue tout à fait différent de celui de Le Bon, pour lui la foule n'est pas que néfaste et dépourvue d'intelligence. En effet celle-ci peut faire preuve de sagesse sous certaines conditions. La foule peut être apte à résoudre des problèmes complexes et faire preuve d'une intelligence collective et ainsi résoudre trois types de problèmes.

Les problèmes de cognition c'est-à-dire les problèmes qui trouvent une solution définitive comme les questions de probabilité ou de pronostic.

Les problèmes de coordination c'est-à-dire les problèmes qui imposent à un groupe de coordonner des comportements.

Les problèmes de coopération c'est-à-dire les problèmes de capacité du groupe à s'entendre et à se mettre d'accord sur une solution que chaque individu n'aurait pas choisie s'il était seul. Sur ce point Gustave le Bon et James Surowiecki se rejoignent.

Nous pouvons donc considérer qu'une foule peut être sage cependant quelles sont les conditions pour qualifier qu'une foule est sage ?

C'est en effet uniquement sous certaines conditions que nous pouvons qualifier une foule de sage. Pour Surowiecki la distinction entre la foule et un simple groupe est la clé de voûte lui permettant de mettre en évidence les conditions pour qu'une foule soit sage. La foule sage est caractérisée par trois conditions qui sont la diversité, l'indépendance et la décentralisation.

La diversité

Pour qu'une foule soit à même de prendre de bonne décision il faut que celle-ci soit diversifiée. La diversité permet d'influencer un groupe, cela élargit les perspectives de prise de décision et minimise les risques de prendre une décision irrationnelle. La diversité a une valeur en elle-même car les personnes considérées comme intelligentes ont tendance à faire les choses de la même manière. On constate que les choix effectués par un groupe d'experts qui présentent un univers mental identique ou semblable peut être très pénalisant car cela altère leurs capacités à penser de manières différentes les uns des autres, les idéaux ont tendance à s'uniformiser.

Un groupe s'améliore de décision en décision. (Surowiecki)

Pour que la diversité soit effective chaque membre doit s'exprimer.

L'indépendance

L'indépendance est la deuxième condition pour avoir une foule sage, l'indépendance permet de combattre l'effet de groupe, cela limite les conséquences d'une erreur individuelle. Cela améliore le niveau d'information d'un groupe, elle protège le groupe du mimétisme qui pousse en général les individus à croire qu'ils ont toujours une raison de se comporter comme ils le font.

La décentralisation

La décentralisation est en lien avec la spécialisation. Elle permet le savoir tacite et dépend du niveau d'expertise du problème. L'enjeu est la circulation de l'information donc il faut une structure performante, et une forme de centralisation à un moment donné.

Ainsi la foule peut être sage contrairement à ce qu'écrivit Le Bon.

3 Individus et foule

Nous voulons connaître les interactions qu'il y a entre l'individu et la foule, comment les actions de l'un influencent les actions de l'autre.

On peut appréhender la foule de deux façons : l'observation macroscopique dans laquelle on considère la foule comme une entité, et l'observation microscopique, qui considère les individus qui la composent comme des agents autonomes (c'est-à-dire dotés de libre arbitre). Dans la première approche, on simule souvent la foule à l'aide de lois physiques (par exemple des lois sur les fluides, comme le théorème de Bernoulli).

3.1 Organisation chez les animaux

Une espèce est dite sociale lorsqu'elle présente une communication réciproque de nature coopérative. Cette communication est définie comme l'ensemble des actions individuelles qui influencent la probabilité d'apparition d'un comportement chez un autre individu.

C'est dans les années 80 que des chercheurs physiiciens ont commencé à observer les comportements organisés des animaux alors qu'il n'y avait pas de leader apparent. Ces mouvements collectifs ne nécessitaient pas a priori de connaissances poussées sur la biologie exacte des espèces pour observer leurs déplacements collectifs à grande échelle.

On retrouve beaucoup de mouvements de rassemblement chez les animaux. C'est par exemple le cas chez les étourneaux, qui s'élèvent lorsqu'ils sont effrayés et se rassemblent pour former une masse compacte et éviter les prédateurs qui ont tendance à choisir leur proie à l'écart du groupe, affaiblie et sans protection. Dans les bancs de poissons comme pour les nuées d'oiseaux, il suffit d'un individu qui initie le mouvement pour que celui-ci se propage très rapidement en ondes autour de l'individu. En fait, chaque individu réagit aux mouvements qui l'entourent. Les individus sur les bords sont plus vulnérables face aux prédateurs mais il y a un roulement entre les individus qui fait que ce ne sont pas toujours les mêmes qui sont au centre.

Ces mouvements sont modélisables mathématiquement par un mécanisme de particules autopropulsées en interaction : chaque individu peut être représenté par une particule ayant une vitesse (due à l'autopropulsion) et une position qui dépend de celle des autres. Il y a attraction sur la longue portée et répulsion entre les particules à proximité, et des frottements dus au fluide

(air pour les oiseaux, eau pour les bancs de poisson).

A Lyon, une expérience a été réalisée à l'échelle microscopique par le chercheur physicien Denis Bartolo. Des billes en plastique de 5 microns de diamètre se déplacent dans un bain d'huile conducteur. Lorsqu'un champ électrique est appliqué, les billes se mettent en rotation par phénomènes électrostatiques. Lorsqu'il y a suffisamment d'espace entre chaque bille, celles-ci ont un mouvement désordonné, mais quand la densité augmente, elles forment un mouvement organisé. Des structures apparaissent en fonction de l'environnement : sur un circuit le mouvement est rectiligne et uniforme lorsque la concentration en billes est suffisamment élevée et des troupeaux se forment pour finalement se réunir en un seul, dans une enceinte carrée on observe un vortex se créer. Les billes n'exercent aucune force d'attraction entre elles, ce sont les lois de la mécanique des fluides qui sont à l'oeuvre. Quand les billes se déplacent, elles font bouger le fluide autour d'elles, ce qui influence la trajectoire de leurs voisines.

Des programmes informatiques tentent de modéliser les comportements de ces espèces, comme par exemple Boids, développé par Craig W. Reynolds en 1986, simulant le comportement d'une nuée d'oiseaux en vol. Le terme "boid" est la contraction de "bird-oid" (qui a la forme d'un oiseau). Là encore, des structures apparaissent en fonction de la densité et de l'orientation des individus.

L'agrégation de certaines espèces est toutefois considérée comme le premier degré de la socialité, il n'y a pas d'interaction privilégiée entre plusieurs individus mais seulement la synchronisation de leurs activités.

3.2 Auto-organisation

Comme vu précédemment, c'est au 19^e siècle, dans un contexte d'industrialisation, que la psychologie des foules devient un sujet d'étude en psychologie, avec notamment l'oeuvre de Le Bon, *Psychologie des foules* (1895). La foule est alors décrite comme on a vu plus haut comme une entité dépourvue de tout contexte, dont les mécanismes sont inhérents à la foule (contagion, suggestibilité et irresponsabilité). Les comportements en foules ne sont donc pas pour lui le résultat d'actions et de réactions à la société. Sur la base de ces travaux, on attribut à la foule une faible intelligence et des actions déraisonnées, improbables. Cela nie tout à fait la force de la foule en tant que survie collective, en réaction à une agression et/ou une violence exté-

rieures à celle-ci. Il y a aussi l'idée que la foule ne peut pas être autonome et organisée, qu'il lui faut une hiérarchie pour retrouver l'intelligence et les capacités attendues. On assiste à une pathologisation de la foule car là où les individus doivent réagir de façon sensée, on a en fait d'après Le Bon une pensée de groupe irrationnelle et un abêtissement des gens. Tout cela suggère que les individus sont soumis à une force exogène, supérieure, qui ne dépend pas d'eux et qui relève de la seule nature des foules. C'est pourquoi il est intéressant de se pencher sur une analyse plus matérielle des foules, via le concept d'auto-organisation.

L'auto-organisation est une notion qui apparaît en biologie, physique et chimie dans les années 1970 pour décrire l'émergence de comportements au niveau macroscopique issus d'interactions au niveau microscopique. Sous certaines conditions extérieures, des formes d'organisation se créent spontanément, comme l'émergence de patterns. Le système s'organise de lui-même et l'auto-organisation se produit par des interactions internes et externes au système, au sein de son milieu et avec lui. Ce phénomène a ensuite été réutilisé dans d'autres domaines comme les mathématiques, les sciences sociales, l'économie et l'informatique alors que les outils numériques se multipliaient. La cybernétique étant l'approche transdisciplinaire explorant les systèmes régulateurs (leur structure, leurs contraintes et leurs possibilités), on peut penser que c'est avec la cybernétique que la notion d'auto-organisation est apparue. Pourtant Ashby (pionnier en cybernétique) se charge plutôt de démontrer que l'auto-organisation est impossible dans ce domaine car cela signifierait qu'un programme se programme lui-même. Or en cybernétique, il y a une puissance supérieure au programme : le programmeur. C'est plus tard que des biologistes montrent qu'on trouve des systèmes influencés par l'extérieur, mais pas contrôlés par celui-ci.

Ainsi, les comportements d'animaux que nous avons vus plus tôt constituent un système d'auto-organisation : des structures à l'échelle macroscopique apparaissent grâce à des interactions locales entre agents individuels déterminées par des règles de comportement relativement simple. Le Centre de Recherche en Épistémologie Appliquée (CRÉA), fondé en 1982, mène des recherches sur la modélisation de l'auto-organisation des systèmes complexes liés à la cognition, l'économie et les phénomènes sociaux. Pour les chercheurs du CRÉA, il est nécessaire de penser les systèmes sociaux en fonction de leur complexité, leur dynamique et de toutes les lois sociales qui les façonnent : les

règles, les conventions, les normes, les traditions. Cela passe pas la rupture de la pensée sur le mode du contrôle et de la commande, et par l'acceptation de l'imprévisibilité des systèmes sociaux.

La foule est un système social capable d'auto-organisation. En effet, on peut voir avec quelle rapidité une file d'attente peut se former, ou des flux parallèles de personnes allant en sens contraires (par exemple dans les couloirs du métro). Les mouvements de la foule se régularisent, se stabilisent, s'auto-maintiennent, s'auto-produisent, et les individus modifient leurs comportements en fonction des variations de leur environnement. En fonction des interactions entre l'individu qui se trouve dans la foule et ce qui l'entoure, que ce soit avec le milieu ou avec les autres par la communication (gestuelle, émotionnelle, visuelle, orale), les individus n'ont de cesse d'agir en réaction avec leur environnement proche, ce qui modifie la globalité du système. Une boucle de rétroaction se crée alors : information \rightarrow réaction. Lorsque l'objectif de la foule est commun à tous les individus qui la composent (par exemple se diriger vers une sortie), on peut observer la foule comme une entité avec un déplacement propre.

3.3 Échelle microscopique

On appelle système complexe un ensemble constitué d'un grand nombre d'entités en interaction qui empêchent l'observateur de prévoir sa rétroaction, son comportement ou évolution par le calcul. Ainsi un système complexe fait preuve de non-linéarité : on ne trouve pas de relations linéaires entre les niveaux macroscopiques et microscopiques d'un système complexe.

Maintenant nous pouvons essayer de comprendre ce qui se passe à l'échelle microscopique dans la foule. En se centrant sur les individus qui composent la foule, on peut définir un agent autonome qui est influencé par l'extérieur comme par l'interne.

Dans la foule, l'identité individuelle s'efface pour laisser place à l'identité sociale : celle qui fait la cohésion et l'intérêt de la foule. Par exemple, dans une manifestation politique, l'identité sociale se caractérise par une appartenance à une certaine classe sociale et à certains groupes politiques, lors d'un événement religieux comme une procession ce sera plus l'appartenance à ladite religion. On peut également observer que dans une zone urbaine, il

y a rapidement des quartiers en fonction de la culture et des classes sociales des personnes. Les personnes se regroupent pour des raisons pratiques, puis cela forme une structure ou un schéma qui réorganise de nouveau les individus etc. Ainsi l'individu dans la foule est en fait limité par sa cognition sociale (c'est-à-dire les schémas d'interaction sociale associés à ses concepts et croyances). Les capacités de l'agent ne sont donc pas issues d'une capacité individuelle mais d'un lien de connexion entre les individus et leur organisation historico-collective.

Il est important de noter que l'identité est active : un système autonome construit récursivement les contraintes qui le constituent, il y a donc des échanges actifs entre l'individu et son entourage. L'identité n'est pas fixe à cause du processus circulaire de rétroaction, il n'y pas de « soi » qui s'autoconstitue. L'identité se produit dans les systèmes autonomes à travers l'ensemble des modifications matérielles causales générées par le système lui-même.

Selon Mintzberg, Raisinghani et Théorêt, les décisions de l'individu reposent sur une phase d'identification (identification des problèmes et des opportunités dans un flot d'informations), une phase de développement (défini et clarifie les différentes options envisageables) et la phase de sélection (évalue les options et choisit une solution).

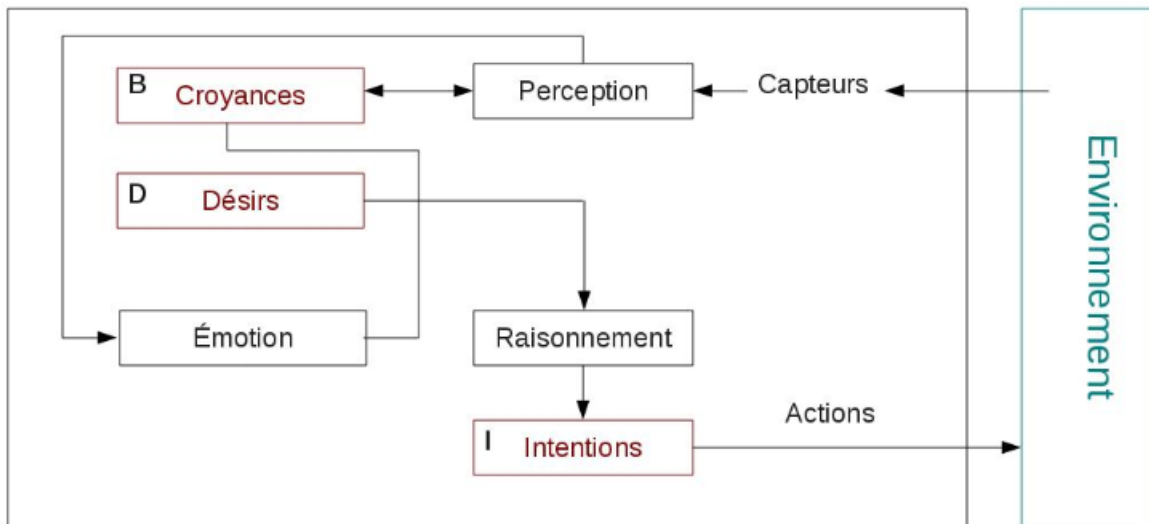
Le comportement reflète les désirs, les préférences, les croyances, les pensées et les motivations des individus et permet d'associer une action en réponse aux variations de l'environnement.

Les croyances correspondent aux connaissances de l'individu sur lui-même, sur les autres et sur son environnement. Ces connaissances ne sont pas nécessairement objectives.

Les désirs sont ce que l'agent souhaite réaliser (par exemple le désir d'échapper à un danger, de rejoindre une connaissance dans la foule).

Les intentions sont les types d'actions à réaliser pour satisfaire les désirs.

L'environnement interagit avec l'agent par le biais de la perception, les émotions interviennent par l'évaluation subjective de l'environnement et le raisonnement permet de classer les désirs et les plans d'action.



Les individus abandonnent une part de leur autonomie de base dans la foule mais gagnent à travers des relations d'interdépendance de nouvelles formes d'autonomie (cognition, rationalité) où se constituent de nouvelles unités autonomes (ici la foule).

En somme il ne faut pas fonder l'identité de l'individu sur un principe de détermination ou spécification de l'être mais prendre en compte le système entier avec ses dynamiques et ses lois de rétroaction, et les capacités cognitives de l'individu en lien avec son aspect social.

3.4 Modélisation

De nombreuses recherches ont été faites afin de modéliser les foules par des programmes informatiques.

On peut modéliser les foules comme des écoulements de fluides, par exemple pour expliquer les phénomènes d'encombrement on retrouve le théorème de Bernoulli : la vitesse d'écoulement dépend de la pression. Ici, si on a beaucoup de personnes qui se dirigent vers un endroit étroit, la vitesse d'écoulement diminue car la pression augmente là où c'est étroit.

On peut également modéliser les déplacements mathématiquement à l'aide de la topologie. On peut établir une carte des distances et analyser les chemins possibles.

On peut également représenter les foules à l'aide d'un modèle basé sur des automates cellulaires. C'est exactement le principe du programme Boids vu plus haut : on établit des règles de distances entre les individus et de rapprochement en groupe. De plus ce programme peut être réglé avec plusieurs paramètres comme le taux de ségrégation, la diversité, l'introversión etc. Dans le cas des foules, on peut appliquer ce modèle en appliquant des règles simples sur les piétons : un piéton va toujours dans la même direction, si la cellule devant est prise il va dans un direction aléatoire, si elle est prise il s'arrête jusqu'à sa libération.

Le système agent vu plus tôt permet de modéliser les individus au sein d'une foule. Il faut également prendre en compte la modélisation de l'environnement et les indices qui font qu'on est plus apte à avoir tel ou tel comportement (en fonction des croyances et de l'émotion). Certains modèles prennent en compte la contagion émotionnelle afin de retranscrire l'attitude d'individus sur une place publique en fonction de leurs interactions (gestuelles, orales...) avec les autres.

De nombreuses modélisations ont été inventées, mettant l'appui sur différentes caractéristiques des foules à chaque fois. Il est maintenant possible de simuler avec assez de réalisme une foule, malgré son caractère imprévisible.

4 Dispositif et perception

4.1 Description du dispositif

Afin de répondre à la problématique de notre UE nous avons décidé de mettre au point un programme qui permet de simuler en temps réel des comportements de foule. Ce programme se présente sous la forme d'un jeu car nous voulions lui donner un aspect ludique et faire en sorte que la simulation soit compréhensible aussi bien par des petits que par des grands. Notre jeu à été conçu pour fonctionner sur ordinateur mais il fonctionne aussi sur smartphone. Afin de pouvoir créer des obstructions et ainsi ne pas se retrouver avec deux avatars aux même endroit. Dans le jeu chaque joueur est représenté par un avatar, cet avatar permet au joueur de se représenter lui-même à la 3e personne, vu du dessus.

Pour réaliser tout cela nous avons besoin de réelles personnes pour être au plus près de comportements qu'on pourrait avoir dans des espaces publics. Nous avons donc utilisé JavaScript et NodeJS pour créer un programme accessible en ligne en multijoueurs. Il a fallu installer Node.js pour permettre que plusieurs personnes se connectent simultanément sur le même serveur puis créer un package.json, un serveur javascript et un code dit client, afin de permettre l'interaction entre plusieurs joueurs. Il faut enfin héberger le tout afin de le rendre accessible à distance. A la fin, les utilisateurs peuvent simplement en jouer en se rendant sur un site.

Le principe du jeu est le suivant : un "monstre" invisible "mange" les joueurs afin de créer un sentiment de peur global. Pour survivre, les joueurs doivent alors être attentifs à leurs voisins et grâce à nos différentes recherches effectuées sur la foule nous nous attendons à ce que que la stratégie adoptée pour survivre soit de rester en groupe solidaire. Le comportement du monstre n'est pas prévisible afin de traduire les comportements sous la panique (on ne peut pas prédire la situation, il n'y a pas de façon rationnelle de s'échapper). Nous mettons toutefois à disponibilité des recoins afin d'observer les comportements pour éviter le danger. Nous avons pour objectif de faire rebondir les avatars entre eux pour empêcher la superposition mais malheureusement nous avons manqué de compétences techniques. L'avatar est coloré, avec un temps qui s'affiche de la même couleur pour être identifiable facilement. Tous les autres joueurs apparaissent en blanc pour ne pas se confondre avec eux.

On s'attend à ce que les joueurs imitent le comportement de leurs voisins (conformisme), dans notre cas la foule à une connotation positive, le fait

d'être au sein de la foule augmente les capacités des individus qui la forme pour survivre. Le collectif est alors plus intelligent que l'individu seul.

4.2 Percevoir autrui

La perception de la foule est ici possible puisqu'il y a un point de vue sur la totalité de la foule, alors que c'est rarement le cas en situation réelle. Il y a toutefois toujours une conscience perceptive de la foule : on sait que l'on est dans une foule et on est emprunt de ses émotions, ses actions et son environnement. Avec la contagion émotionnelle, on devine les intentions des personnes autour de soi, et l'on en vient à avoir les mêmes attributs émotionnels. On peut alors se percevoir à travers la foule, et percevoir la foule à travers le comportement de l'échantillon que constituent les personnes autour de soi. Quand on est dans la foule, les regards vont de l'individu au collectif, et du retour du collectif sur soi. On influence la foule autant que la foule nous influence. La perception de la foule se joue alors dans les échanges entre le collectif et soi-même, nous apprend à penser en matière de groupe et de survie collective plutôt qu'individuelle.

5 Expérimentation

Hypothèse : un individu peut influencer les comportements d'une foule.

5.1 Protocole expérimental

La psychologie expérimentale permet de tester une hypothèse en mettant en place une situation d'observation contrôlée. Dans notre cas nous voulons initier un mouvement de foule et comprendre le comportement des individus au sein de celle-ci. Pour cela nous sommes parties d'observations que nous pouvions faire dans la vie de tous les jours. Reprenons l'exemple de l'étudiant qui sort du métro à Jussieu et qui est confronté à la foule, celui-ci en décidant d'emprunter une autre porte initie un mouvement de foule, les gens décident de le suivre. On peut aussi prendre l'exemple des mouvements de foule qui font suite aux mouvements de panique ou bien de peur, on observe un individu qui court dans une direction et sans comprendre ce qui se passe tout le monde va se mettre à courir dans cette même direction.

La théorie que nous avançons pour expliquer ce phénomène est que l'individu au sein d'un groupe a tendance à effectuer les mêmes mouvements que les personnes qui l'entourent. Pour nous la foule a une connotation positive car sous l'effet de la panique on s'attend à ce que les gens se regroupent pour essayer de survivre, appartenir à la foule permet d'augmenter les capacités intellectuelles du groupe et les chances de survie. Au sein de la foule on s'attend à ce que l'individu soit plus attentif à son entourage et de ce fait, il ne se retrouve pas dépourvu de toute responsabilité ou inconscient.

Afin de prouver nos hypothèses nous avons élaboré les protocoles expérimentaux suivants :

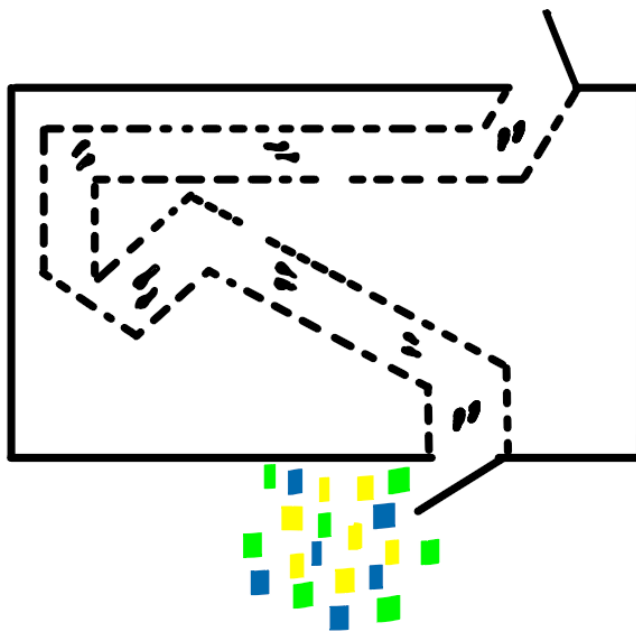
Premier protocole

Des dizaines de joueurs (tous genres, âges, classes sociales confondus) se connectent sur le jeu afin d'effectuer une partie. Ils reçoivent tous la même consigne à savoir faire attention aux avatars qui les entourent pour essayer de survivre car un monstre invisible rôde. Le monstre a un mouvement non prévisible et une vitesse aléatoire.

Nous cherchons à identifier les mouvements et structures émergentes et comment elles se forment.

Deuxième protocole

Un second protocole aurait pu être envisagé afin de prouver notre hypothèse cependant celui-ci n'a pas été réalisé.



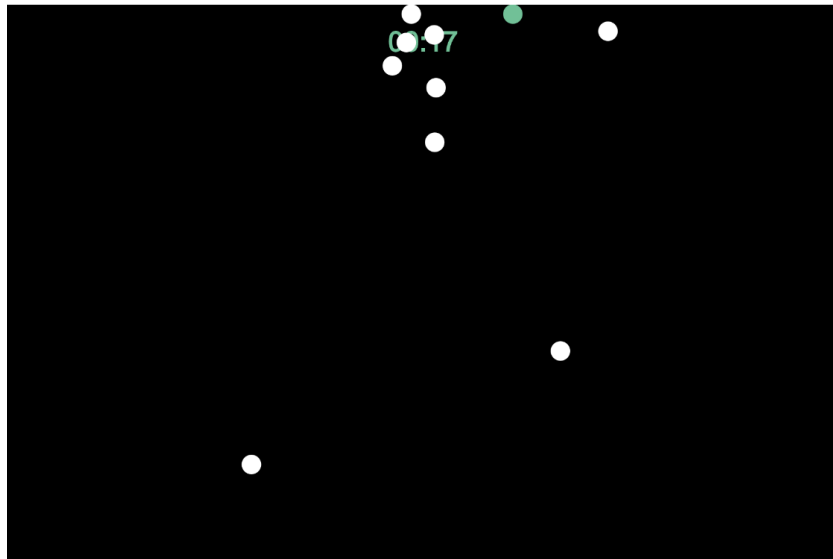
100 participants jouent simultanément au jeu crowd sur un ordinateur, chaque participant est représenté par un avatar symbolisé par un cercle de couleur. Tous les participants reçoivent dans un premier temps la même consigne à savoir se rendre le plus vite possible au point d'arrivée du parcours tout en suivant le parcours qui leur est indiqué. On leur stipule que sous aucun prétexte ils ne doivent dévier de celui-ci et passer par un autre chemin.

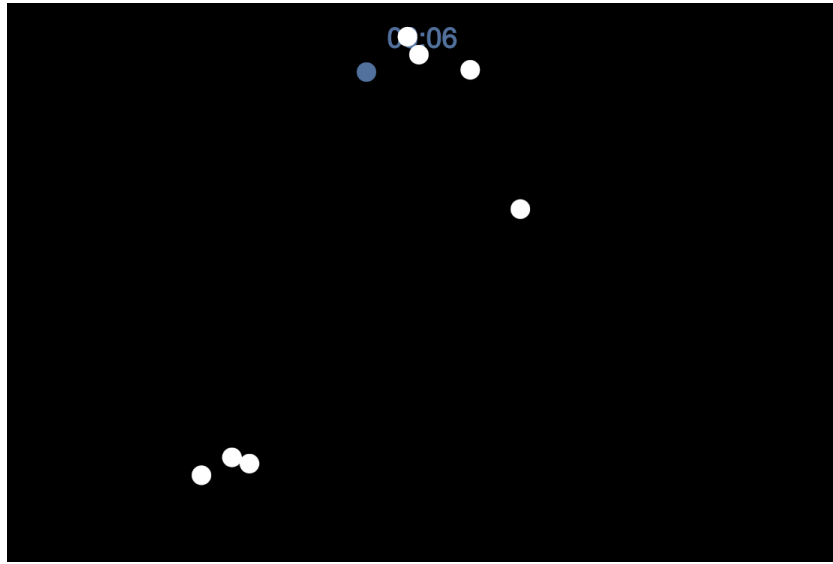
5.2 Observations

Nous avons pu expérimenter notre jeu un petit temps. Les sujets étaient des membres de notre entourage (ami(e)s, famille), ils se sont connectés simultanément à la même heure et nous avons ainsi pu filmer notre expérience.

Dans notre expérience nous avons observé deux types de comportement chez les individus. Il y a ceux qui pour éviter le monstre invisible et maximiser leurs chances de survie décident de rester statiques dans un recoin, en pensant que le monstre ne peut pas les atteindre.

Puis nous observons un autre type de comportement afin d'éviter le monstre invisible : les individus se suivent, ils calquent leurs mouvements sur ceux des avatars qui les entourent, se tournent autour et interagissent tout en se déplaçant ensemble. Les joueurs suivent le mouvement général on voit très nettement que les joueurs sont attirés les uns par les autres. D'abord deux avatars se tournent autour puis quatre, et ainsi de suite jusqu'à former un petit groupe. Celui-ci peut se scinder mais quand on observe deux petits groupes ceux-ci se réunissent. On observe sur ces deux captures d'écran des amas distincts.





Remarque : notre panel de joueurs est composé aussi bien d'hommes que de femmes, âgés de 19 ans à 60 ans environ. Cependant, notre échantillon était trop petit, une douzaine de joueurs seulement. Les mouvements du monstre n'étaient donc pas très perceptibles juste en observant les autres avatars.

6 Conclusion

L'étude des mouvements de foule a donc beaucoup évolué pendant près de trois siècles.

De nombreux essais de modélisation ont vu le jour ces dernières décennies mais très peu d'applications ou bien même de jeux existent sur ce sujet. C'est en effet un sujet très peu expliqué au grand public mais en étudiant le comportement des foules et les mouvements qui s'y effectuent nous serons plus à même dans un futur proche de prévenir certaines catastrophes.

La psychologie des foules permet d'expliquer certains comportements ou mécanismes psychologiques qui se passent lorsqu'on est dans une foule. Pour initier un mouvement de foule il faut que la foule ait certaines caractéristiques. La foule bien que très souvent associée à une connotation négative peut sous certaines conditions avoir un aspect positif, en groupe nous pouvons résoudre des problèmes que seul nous n'arriverions pas. Les comportements des individus s'uniformisent, on peut alors changer la perception que l'on a des autres. En effet ils deviennent le reflet de nous-même, on les perçoit et on se perçoit à travers eux. Les autres nous sont semblables et nos actions communes forment une structure globale qui nous influence à son tour. Grâce à cette étude de la foule nous pouvons dire qu'il est intéressant de s'unir pour pouvoir affronter les problèmes en cas de danger.

Cependant l'étude des foules ne peut pas se limiter à une explication par nature de l'être humain ou par nature de la foule, mais doit prendre en compte l'auto-organisation de la foule dans son passage du macroscopique au microscopique (et vice versa). La foule est un système de dynamiques de rétroaction de l'individu sur son environnement. On doit également prendre en compte les capacités de cognition sociale de l'individu.

Ainsi la foule constitue un sujet de recherche très complet, qu'on peut appréhender par la psychologie, les sciences sociales, cognitives, l'informatique ou la logique mathématique.

7 Bibliographie

- [1] Salomon ASCH : Expérience d'asch. 1956.
- [2] Jacqueline CARROY : Foules expérimentales, psychologie de foules et psychologie sociale expérimentale de bernheim à milgram. *Sociétés contemporaines*, 1993.
- [3] Jean-Pierre DUPUY : *Ordres et Désordres*. Éditions du Seuil, 1982.
- [4] Abdelhak HAIFA : *Modélisation des phénomènes de panique dans le cadre de la gestion de crise*. Thèse de doctorat, Université du Havre, 2013.
- [5] Alain LAVALLÉE : Penser l'autonomie, penser la connaissance : l'évolution d'un centre de recherche en épistémologie. *Horizons philosophiques*, 1992.
- [6] Gustave LE BON : *Psychologie des foules*. Félix Alcan 9ème édition, 1905.
- [7] Alvaro MORENO : Auto-organisation, autonomie et identité. *Revue internationale de philosophie*, 2004.
- [8] Alexandre MORIN, Nicolas DESREUMAUX, Jean-Baptiste CAUSSIN et Denis BARTOLO : Distortion and destruction of colloidal flocks in disordered environments. *Nature physics*, 2016.
- [9] Mehdi MOUSSAID : *Étude expérimentale et modélisation des déplacements collectifs de piétons*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse III - Paul Sabatier, 2010.
- [10] James SUROWIECKI : *La sagesse des foules*. Éditions Jean-Claude Lattès, 2008.
- [11] Gabriel TARDE : Les crimes des foules. *In Archives d'anthropologie criminelle, de criminologie et de psychologie normale et pathologique*, pages p. 353– 386. Storck, 1892.
- [12] Philip ZIMBARDO, Craig HANEY, W. Curtis BANKS et David JAFFE : Stanford prison experiment : A simulation study of the psychology of imprisonment. 1971.