



*Modèle à base d'agents d'une économie de partage
basée sur les concepts de donner, recevoir et rendre*

Didier Fayon, doctorant en sociologie (Université de Montréal)
et Aïda Benzaria, bachelière en Génie industriel (Polytechnique Montréal)

Sous la supervision du professeur
Jean-Marc Frayret (Polytechnique Montréal)

Avec les professeurs Paul Sabourin (Université de Montréal)
et Jonathan Deschênes (HEC Montréal)

Université de Montréal

© 2018

Table des matières

Avant-propos	ii
1. INTRODUCTION.....	1
2. NATURE DU MODÈLE	1
3. DONNER, RECEVOIR, RENDRE.....	2
4. MODÈLE	6
4.1. Introduction aux systèmes multiagents (SMA).....	6
4.2. Approche méthodologique générale de modélisation	7
4.3. Concepts sociologiques généraux	8
4.3.1. La confiance comme fonction et le rôle comme statut des agents.....	9
4.3.2. Une alternative: l'approche en termes de relations sociales	10
4.4. Modèle préliminaire à base d'agents	11
4.4.1. Agent <i>a</i>	11
4.4.2. Agent <i>b</i>	13
4.4.3. Agent <i>c</i>	16
5. LES APPLICATIONS POUR L'ÉCONOMIE COLLABORATIVE.....	19
5.1. Principe général	19
5.2. Le cas de l'économie collaborative	20
5.2.1. La médiation par une plateforme.....	21
5.2.2. La médiation sans plateforme	22
6. LIMITES DU MODÈLE.....	23
Conclusion.....	24
Bibliographie.....	1

AVANT-PROPOS

Ce projet de modélisation est effectué dans le cadre d'un stage, en collaboration avec l'Institut du Développement Durable et de l'Économie Circulaire (I-EDDEC) et avec mon collègue Didier Fayon. Sous la supervision du Pr Jean-Marc Frayret de l'École Polytechnique, ainsi qu'avec les professeurs Paul Sabourin (Université de Montréal) et Jonathan Deschênes (HEC Montréal), nous avons pu monter ce modèle. Je remercie donc ces toutes ces personnes pour cette opportunité ainsi que leur constant support. Je souhaite également remercier la Fondation Jarislowsky pour le soutien, sous forme de bourse, qui a permis ce travail et la production de ce rapport.

Aïda Benzaria

Je tiens à remercier Aïda et Jean-Marc pour un travail d'équipe et des échanges stimulants. En outre, grâce eux, mais aussi à l'I-EDDEC et à sa chargée de projets senior Stéphanie Jagou pour son soutien tout au long du projet, j'ai eu l'opportunité d'acquérir une première expérience dans le développement de système multiagents.

Mes remerciements vont aussi à Paul pour son appui depuis le tout début. Au final, j'espère que notre travail contribuera à la réflexion théorique sur l'économie collaborative.

Didier Fayon

1. INTRODUCTION

À partir d'un ouvrage classique des sciences sociales titré « Essai sur le don » (Mauss (1925) 2007) et d'une synthèse opérée par le sociologue Luc Racine (Racine 1986), ce rapport présente la modélisation à valeur générale d'une dimension normative de la circulation d'un bien au sein d'une population donnée, à savoir l'obligation de rendre. L'anthropologue français Marcel Mauss (1872 - 1950) concluait que toute personne qui reçoit quelque chose serait amenée à rendre la chose ou son équivalent, immédiatement ou non, au donateur ou à quelqu'un d'autre. Ainsi, nous présentons d'abord la nature de notre modèle dit « formel ». Ensuite, nous expliquons la base anthropologique du « Donner, recevoir, rendre »; nous présentons l'outil utilisé à savoir un système multiagents et la modélisation en tant que telle ainsi que l'intérêt pour l'économie collaborative. Nous terminons par une réflexion sur les limites du modèle.

2. NATURE DU MODÈLE

L'objet empirique de la recherche porte sur l'échange¹ de biens au sein d'une population (ex. troc). Les décennies d'études anthropologiques constituent le « domaine de l'empirie » pour reprendre la terminologie du philosophe Pierre Livet et de ses collègues (Livet, Phan, et Sanders 2014 p692 et suivantes) alors que l'obligation de rendre représente le « domaine conceptuel », hypothèse empirique descriptive de toute forme de circulation de biens posée par Mauss.

Notre travail se situe au niveau du « domaine du modèle », l'opération de formalisation du domaine conceptuel, soit cette obligation de rendre devenue la « réciprocité », un

¹ Nous simplifions notre propos à ce stade-ci, car l'échange n'est qu'un cas particulier de circulation.

objet théorique de réflexion pour la sociologie et l'anthropologie du 20^e siècle (Racine 1986).

Ainsi, le modèle est dit formel au sens où nous ne nous attachons pas à saisir une réalité singulière. L'intérêt du modèle formel réside dans sa capacité à se décliner en cas particuliers exposés plus loin dans le cadre de l'économie collaborative. Autrement dit, le caractère formel est une montée en généralisation qui unit des réalités multiples de prime abord sans lien entre elles.

Pour cela, nous nous appuyons sur le travail de synthèse de Marcel Mauss, mais aussi sur l'article de Luc Racine « les formes élémentaires de la réciprocité » que nous présentons ci-après.

3. DONNER, RECEVOIR, RENDRE

À l'instar de l'économie collaborative, notre modèle sous-tend une critique de la conception étroite de l'économie contemporaine dont les présupposés ramènent la circulation d'un bien à l'échange marchand.

Mauss a réuni dans son ouvrage les nombreux travaux anthropologiques effectués sur les sociétés non occidentales à la fin du 19^e et au début du 20^e siècle. Il qualifiait les échanges de « phénomènes sociaux totaux » dans les sociétés étudiées. L'économie collaborative reprend cette idée, à savoir que l'échange, qu'il se déroule dans le cadre d'une « économie de marché », d'une « économie néoclassique » ou encore appelée « capitaliste » s'appuie sur plusieurs dimensions de la vie en groupe:

*« Dans ces phénomènes sociaux «totaux », comme nous nous proposons de les appeler, s'exprime à la fois et d'un coup **toute sorte d'institutions** : religieuse, juridique et morale – et celle-ci **politique** et*

***familiale** en même temps ; **économique** – et celle-ci suppose des formes particulières de la production et de la consommation, ou plutôt de la **prestation et de la distribution**; sans compter les phénomènes esthétiques auxquelles aboutissent les faits et les phénomènes morphologiques que manifestent ces institutions.» (Mauss (1925) 2007, p66) (souligné par nos soins)*

Il précise:

*« Dans les économies et dans les droits qui ont précédé les nôtres, on ne constate pour ainsi dire jamais de simples échanges de biens, de richesse de produits au cours d'un **marché passé entre les individus**. D'abord ce ne sont pas des individus, ce sont des **collectivités** qui s'obligent mutuellement, échangent et contractent ; les personnes présentes au contrat sont des personnes morales : clans, tribu, famille qui s'affrontent et s'opposent soit en groupe se faisant face sur le terrain même, soit par l'intermédiaire de leur chef, soit de ces deux façons à la fois. » (Mauss (1925) 2007, p70) (souligné par nos soins).*

Notre modèle formel s'ouvre ainsi à une vision élargie et résumée par « Donner, recevoir, rendre » forme généralisée de la circulation d'un bien (Mauss (1925) 2007, p147 - 156) (Racine 1986) au cours de laquelle Mauss constate que la chose donnée est toujours rendue sous une forme ou une autre, au donateur ou non.

Plus précisément, nous modélisons ce que Luc Racine entend par "Donner, recevoir, rendre" à travers la notion de « réciprocité » :

- « ... c'est le fait de rendre une prestation contre une autre ... »,
- « ... que la remise soit différée ou non ... »
- « ... qu'elle se fasse au donataire ou pas ... »
- « ... que ce fait implique obligation, habitude ou simple tolérabilité ... »
- « ... qu'elle implique un produit qualitativement semblable, identique au produit reçu, ou différent. » (Racine L. 1986, p102)

Sans empiéter sur la section 5 où nous donnons plusieurs exemples, nous voyons d'ores et déjà que l'échange marchand n'est qu'un cas particulier qui enrôle deux agents. « Rendre » est immédiat en tant qu'obligation enchâssée dans le droit commercial, sous la forme d'une unité équivalente, l'argent ou un engagement à payer (crédit) et destiné à celui qui a donné, opération dite de « vente ».

L'énoncé de Luc Racine et les propos de Mauss contiennent plusieurs idées clefs. Le terme « réciprocité » regroupe les propriétés de la circulation d'un bien. Par exemple, la forme de circulation appelée « échange » suppose un produit rendu différent du produit initial (Racine 1986, p105). En outre, la réciprocité s'étend à la circulation d'un bien entre trois agents ou plus. Dans ce dernier cas, l'ensemble des personnes impliquées dans la chaîne forme un tout, objet de l'étude. Autrement dit, l'analyse de la circulation à trois agents ne se fractionne pas en échanges de nature marchande, une opération entre deux personnes où chacun est en quête de sa contrepartie respective et immédiate. En outre, notre modèle ne prend pas en compte les valeurs des produits, mais d'un point de vue sociologique celles-ci sont « ... socialement estimées (quasi) équivalentes selon un système de mesure qualitative ou quantitative donné » (Racine. 1986, p97). Bref, la valeur ne se réduit pas à la monnaie. Elle suppose aussi que la satisfaction de l'agent peut être un simple contentement moral et décalé dans le temps. En fait, le modèle formel ne distingue pas les actes qui relèvent de l'économie à proprement parlé de ceux qui renvoient à la vie sociale. À ce propos, Mauss notait ceci :

« De plus ce qu'ils échangent, ce n'est pas exclusivement des biens et des richesses, des meubles et des immeubles, des choses utiles économiquement. Ce sont avant tout des politesses, des festins, des rites, des services militaires, des femmes, des enfants, des danses, des fêtes, des foires dont le marché n'est qu'un des moments et/ou la circulation des richesses n'est qu'un des termes d'un contrat beaucoup plus général et beaucoup plus permanent. » (Mauss (1925) 2007, p71)

À titre d'illustration, pensons à l'étudiant québécois dont l'État (agent a) finance la majeure partie des études universitaires. « Recevoir » un service d'éducation se trouve rattaché à l'obligation pour l'étudiant (agent b) d'assister aux cours, d'obtenir les meilleures notes possibles, et ce, dans un délai raisonnable. Puis, ce même étudiant passera 30 ans et plus de sa vie à financer divers services à la population (agent c) sous forme d'impôts. Ainsi, les études ne sont pas gratuites dans la mesure où rendre est une obligation relevant du droit fiscal. Ultimement b rend à c en tout ou partie ce qu'il a reçu en services universitaires même si en pratique, il rend d'abord au donateur a . Un autre exemple consiste à désigner par a , le donateur d'un montant arbitraire à la fondation du Centre hospitalier universitaire de Montréal (agent b) dont rendre consiste à fournir aux patients notamment (agents c) des prestations de service dont ils n'auraient pas bénéficié autrement.

Notre modèle formel repose sur ce que Luc Racine appelle un « chemin ». Le bien et son équivalent circulent au rythme des trois étapes symbolisées par trois agents dont les actions découlent d'une obligation, d'une habitude, d'une préférence ou de la nécessité: $a \rightarrow b \rightarrow c$ (Lire: a donne à b qui donne à c) :

- Un agent a donne
- Un agent b reçoit
- Le même agent b rend à un agent c , donataire

L'introduction succincte de la notion d'agent renvoie à un outil analytique employé dans diverses disciplines telles que l'économie ou la sociologie et que nous détaillons dans la section suivante.

4. MODÈLE

4.1. Introduction aux systèmes multiagents (SMA)

En sociologie, le substantif « agent » est une métaphore qui symbolise la capacité humaine à penser, à mémoriser et à échanger avec ses semblables. En informatique, c'est une approche qui permet de modéliser et de programmer un système en se concentrant sur le comportement des composantes autonomes, réactives et en interactions, plutôt que sur un jeu d'instructions plus ou moins structurées comme l'exigent les approches traditionnelles, séquentielles (ex. langage Basic), procédurales (ex. langage C), et même objet (ex. C++, Java). Il existe plusieurs langages et plateformes de programmation à base d'agents tels que Netlogo, Swarm, Repast pour ne citer que les principaux.

Un système multiagents rassemble plusieurs agents. Ils forment une « population d'agents » dans le prolongement de la métaphore. Le caractère collectif (« système ») se traduit par la visée commune à solutionner un problème ou à reproduire un système complexe. Un système multiagents est un outil utilisé pour modéliser les conduites d'une population donnée et qui décrit ce que cette population ferait dans telle ou telle circonstance.

Sur le plan technique, la simulation à base d'agents a pour objectif de reproduire virtuellement la dynamique d'un système complexe. Pour cela, le chercheur doit envisager divers scénarios distingués par les valeurs attribuées aux paramètres et variables choisies pour caractériser les agents et l'ensemble des contraintes (environnement) auxquelles ils font face.

Tout système multiagents nécessite de nombreuses hypothèses. Le SMA « Donner, recevoir, rendre » se plie aux hypothèses générales suivantes auxquelles s'ajoutent des

hypothèses particulières sur chaque agent et détaillées à la section 4. Nous avons ainsi les grandes lignes directrices suivantes:

- a agent donateur avec $a \in A$, ensemble d'agents donateurs;
- b agent donataire avec $b \in B$, ensemble d'agents donataires;
- c agent bénéficiaire final avec $c \in C$, ensemble d'agents bénéficiaires finaux;
- Chaque agent est un représentant d'une population, celle des a , des b et des c ;
- On suppose que les a communiquent entre eux ainsi que les b et les c ;
- On suppose que les échanges entre a , b et c sont limités:
 - Nous considérons l'obligation de rendre dévolue aux b . En pratique les b n'ont qu'une vague idée des motivations des autres agents a et c ;
 - Les a communiquent avec les c ;

Ex. Revenons à notre étudiant (agent b). Pourquoi l'État (agent a) lui paye-t-il ses études? Est-ce que la population (agent c) estime que l'impôt payé constitue un juste retour sur l'investissement collectif dans l'éducation universitaire?

À partir de cette description succincte du système multiagents, présentons en détail le modèle « Donner recevoir rendre ».

4.2. Approche méthodologique générale de modélisation

Nous modélisons l'obligation de rendre, propriété de toute forme de circulation d'un bien entre deux personnes et plus. La modélisation procède par des opérations d'abstractions explicites visant à étudier certains aspects de la réalité sociale. Elle consiste à passer de la théorie exprimée en langage naturel au langage mathématique et à partir duquel chaque agent se caractérise par un ensemble d'équations ou de règles décrivant leur état, leur comportement avec des paramètres spécifiques (ex. capacité à faire confiance à un autre agent). Autrement dit, ces équations permettent de définir dynamiquement à

partir des variables décrivant l'environnement des agents, les variables qui spécifient l'état des agents (ex. niveau de confiance à l'égard d'un autre agent), mais aussi les variables décisionnelles qui spécifient les actions posées par les agents (ex. le fait de donner ou non).

La simulation passe de la modélisation au langage informatique qui automatise l'exécution de ces équations afin de reproduire virtuellement le comportement collectif des agents et du système. Après plusieurs boucles d'exécution (simulations), les résultats finaux des calculs effectués à chaque itération sont étudiés, voire comparés avec les observations lorsque possible. En pratique, les chercheurs sont parfois amenés à faire de nombreux aller-retour entre modélisation, simulation et terrain.

L'approche méthodologique générale de ce travail se résume comme suit (Figure 1):



Figure 1: Approche méthodologique générale

4.3. Concepts sociologiques généraux

D'un point de vue sociologique, nous modélisons les notions de confiance et de rôle. Nous proposons également une alternative construite à partir des relations sociales, mais pour laquelle nous ne présenterons pas d'équations.

4.3.1. La confiance comme fonction et le rôle comme statut des agents

La modélisation sociale mobilise le schème de l'action et la prise de décision éclairée par des calculs mathématiques ou si l'on veut des « raisonnements » du point de vue de l'agent. Ici, la confiance a pour fonction d'assurer la circulation des biens. Elle est un calcul parmi d'autres, une équation mathématique décrivant une variable d'état des agents c . De fait, la confiance est une condition du bon fonctionnement de l'économie collaborative selon ses acteurs, explique Louis Rivet-Préfontaine dans son rapport à l'EDDEC « De quoi parle-t-on quand on parle d'économie collaborative? », doctorant en sociologie (Rivet-Préfontaine 2018, p23).

Dans notre modèle formel, la confiance s'apparente à une « extrapolation en fonction de l'information disponible » (Luhmann (1968) 2006 p28). L'agent c regarde ce qu'il a reçu dernièrement pour conclure sur la fiabilité des agents b à rendre une partie de ce que les agents a leur ont donné. En cela le sociologue allemand Niklas Luhmann facilite la tâche de modélisation, puisqu'il définit la confiance en tant que rationalité calculatoire, même si par ailleurs il rappelle que Georg Simmel la qualifiait de « savoir » et « non-savoir » à la fois. Pour Luhmann la confiance remplit une fonction sous la forme d'un « mécanisme de réduction de la complexité sociale ». Elle réduit le nombre de variables à partir desquelles l'agent effectue ses calculs pour la prise de décision et l'action.

L'inspiration fonctionnaliste de notre modèle formel ne s'arrête pas à la confiance. Ainsi, chaque agent campe un rôle, soit le donateur a , le donataire b qui rend au bénéficiaire final c . Or, si l'on admet que la sociologie a pour objet premier la relation sociale, demandons-nous où cette dernière se trouve-t-elle quand on raisonne en termes de système, de mécanisme, de fonction et de rôle?

4.3.2. Une alternative: l'approche en termes de relations sociales

Le modèle décrit précédemment ne comprend aucune dimension sociale dans la mesure où nous expliquons la construction de la confiance à partir d'un calcul sur des quantités de biens. Or, une variante possible met en avant la nature des rapports sociaux qui servent de base au calcul de la confiance sans rejeter pour autant les rôles et la dimension fonctionnelle. La confiance s'élabore alors dans la variété des relations de personnes à personnes. Le sociologue américain Mark Granovetter² explique que la confiance est proportionnelle à la capacité à prévoir la conduite d'autrui :

« The problem of trust is closely related. I would propose that whether a person trusts a given leader depends heavily on whether there exist intermediary personal contacts who can, from their own 'knowledge, assure him that the leader is trustworthy, and who can, if necessary, intercede with the leader or his lieutenants on his behalf. Trust in leaders is integrally related to the capacity to predict and affect their behavior. »
(Granovetter 1973 p1374)³.

De manière générale, l'agent règle sa conduite à partir de l'anticipation de celle des autres et confère ainsi à la relation avec ces derniers sa dimension sociale si nous reprenons la définition de l'activité sociale du livre « Économie et société » du sociologue allemand Max Weber (Weber (1922) 2003).

Ensuite, la confiance naît de la relation à autrui par la médiation d'autres personnes selon les propos de Granovetter ou bien directement de personne à personne, la « confiance personnelle » comme Luhmann l'appelle (Luhmann (1968) 2006). Si Luhmann réfléchit sur la confiance routinière (ex. traverser une rue passante), nous nous intéressons depuis le début à sa conception de la confiance explicite, dirigée vers cet autre qui « [...] fera

² Il peut paraître surprenant au lecteur de juxtaposer Luhmann et Granovetter formé par Harrison White tant leurs références théoriques sont différentes. Ce point pose la question de l'usage des concepts sociologiques pour les SMA.

usage de sa liberté [...] dans le sens de sa personnalité ou plus précisément, dans le sens de la personnalité qu'il a présentée et manifestée socialement comme sienne » (Luhman (1968) 2006, p43).

Granovetter précise cette conception relationnelle de la confiance par l'idée de « force » (strength) d'un lien donné qui peut être faible (weak tie) ou fort (strong tie):

« The strength of a tie is a (probably linear) combination of the amount of time, the emotional intensity, the intimacy (mutual confiding), and the reciprocal services which characterize the tie. » (Granovetter 1973, p1361).

Ainsi, une modélisation consisterait à élaborer une métrologie du lien social. Nous introduirions par exemple des relations d'amitié, d'amour, d'alliance (ex. marital), de filiation, d'affaires, de hiérarchie selon l'idée déjà évoquée par Mauss sur la diversité des dimensions de l'économie. La force de chacune serait une valeur, un poids entre agents qui déterminerait le niveau de confiance entre eux et qui pourrait varier au cours du temps et au regard d'autres paramètres.

4.4. Modèle préliminaire à base d'agents

4.4.1. Agent *a*

L'agent *a* se situe au début de la chaîne, ou chemin, et est le donateur; la distribution de richesse dans le micromonde se fait à partir de cet agent. Le principal objectif ici, ce qui incite celui-ci à vouloir donner, est l'agrandissement de son réseau de *b*. Cet agent ne cherche ni à consommer ni à maximiser la confiance envers lui.

La manière dont cet agent est modélisé implique qu'il possède une certaine information sur les agents *b*, mais à travers une tierce agence. En effet, l'agent *a* obtient des agents

c l'information « confiance » qu'ils ont calculée à propos des b . À partir de cette information, l'agent a effectue à son tour un calcul pour déterminer la quantité à distribuer. Les paramètres de bases, que l'on retrouvera chez les trois types d'agents sont le stock ainsi que la consommation. Pour ce qui est de l'agent a , nous ajoutons un paramètre, soit sa propension à étendre son réseau. Ceux-ci sont définis dès le départ, lors de la configuration du micromonde.

Les paramètres de l'agent a sont donc :

- i_a^t Stock de l'agent a à la période t ;
- $Conso_a$ Consommation de biens par période de l'agent a ;
- $Gain_a$ Gain de biens par périodes de l'agent a ;
- V_a Propension à donner (volonté);

Pour ce qui est des variables, l'agent a , à chaque itération (périodes de temps), calcule la réputation moyenne des agents b , soit $\overline{Rep_a^b}$, à partir de son réseau de contacts d'agents c , soit l'ensemble C_a (Équation 1). L'agent a doit également déterminer la quantité qu'il aura à distribuer (Équation 4), à chaque itération. Donc :

- Rep_c^b Réputation de l'agent b du point de vue de l'agent c ;
- $\overline{Rep_a^b}$ Réputation moyenne de l'agent b du point de vue de l'agent a ;
- Q_a^t Quantité totale à distribuer de l'agent a à la période t ;
- q_{ab}^t Quantité donnée par l'agent a à l'agent b à la période t ;

et,

$$\overline{Rep_a^b} = \frac{\sum_{c \in C_a} Rep_c^b}{|C_a|} \quad (1)$$

$|C_a|$ Nombre de contacts dans le réseau de l'agent a ;

$$i_a^{t+1} = i_a^t - Conso_a - \sum_{b \in B} q_{ab}^t + Gain_a \quad (2)$$

$$Q_a^t = V_a \cdot i_a^t \quad (3)$$

$$q_{ab}^t = \frac{\overline{Rep_a^b} \cdot Q_a^t}{\sum_{b \in B} \overline{Rep_a^b}} \quad (4)$$

L'Équation 2 représente l'équilibre des flux de bien des agents a . L'Équation 3 permet de calculer la quantité totale à distribuer des agents a comme étant fonction de sa quantité de bien en main et de sa propension à donner. L'Équation 4 décrit simplement que la quantité totale à distribuer est divisée au prorata de la réputation de chaque agent b .

4.4.2. Agent b

L'agent b est le noyau du chemin de circulation du bien. Ici, il a aussi bien l'obligation de rendre que celle de recevoir; il reçoit des a et rend aux c . Sachant qu'il interagit avec les autres agents sous deux formes différentes, en tant que receveur (donataire), puis en tant que donateur, l'agent b a plusieurs informations à analyser et des décisions à prendre.

La décision principale que l'agent b doit prendre est de fixer la quantité totale qu'il distribuera aux c . La notion de générosité vient ici agir sur cette décision. En effet, l'agent b ne peut avoir connaissance de la manière dont les c le perçoivent (confiance calculée), et ainsi ne peut savoir pourquoi certains a ont choisi de lui donner. Il ne peut qu'estimer ces éléments à partir d'informations auxquelles il a accès.

Les paramètres de base tels le stock et la consommation se retrouvent également chez l'agent b . Les informations propres à cet agent sont la quantité reçue de la part des a et la confiance qu'il estime avoir au regard de ces quantités, une mesure de son succès auprès des agents c .

i_b^t Stock de l'agent b à la période t ;

$Conso_b$ Consommation de biens par période de l'agent b ;

L'agent b cherche à maximiser sa confiance auprès des c , ce qui ultimement se traduit par une plus grande interaction entre lui et les a . Ainsi, l'agent b évalue la perception que les a ont de lui à travers les biens reçus (en fonction du temps). Ainsi, si un agent b

observe une diminution dans le nombre des agents a qui lui donnent ou encore s'il reçoit des quantités moindres, il en déduit que son comportement face aux c doit être modifié. Si, sur une période donnée, certains agents a rompent leur lien avec b , ce dernier en déduira que c'est en raison de son comportement avec les c et essayera donc d'agir dès la prochaine itération pour rectifier cela. Aussi, nous introduisons la notion de générosité.

Cette variable est notée ΔG_b^t , soit le changement de générosité, qui, à chaque itération, indique à chaque agent b la manière dont il doit changer sa générosité :

ΔG_b^t Changement de générosité de l'agent b à la période t ;

ΔG_b^t correspond ici à la variation que subira la quantité totale que l'agent b redistribuera aux agents c . Pour cela, notre modèle propose de comparer cette valeur à une référence appelée « norme » en sociologie pour déterminer le comportement de l'agent b . Vis-à-vis de cette dernière, b a trois choix :

- Augmenter sa générosité;
- Garder la même valeur;
- Diminuer sa générosité.

N'oublions pas que les b communiquent entre eux. Or, tout groupe établit des références à valeur normative dans la mesure où les membres s'y réfèrent pour régler leurs conduites. Cette norme peut être un seuil minimal pour un b donné, c'est-à-dire un niveau à atteindre et le cas échéant à dépasser. Elle peut aussi représenter un seuil maximal, un plafond au-dessous duquel l'agent b pourrait décider de se situer. Dans le cas où la norme est un seuil minimal pour le groupe, l'agent b aura tendance à vouloir atteindre ce seuil et même aller au-delà. Par contre, si cette norme représente un maximum, l'agent b a une certaine marge de manœuvre. En ayant atteint cette norme et dans le cas où il reçoit encore la même chose, il peut choisir de garder son niveau de générosité inchangé. De même, s'il a dépassé ce niveau, il peut choisir de diminuer sa générosité, de distribuer

une quantité moindre sans craindre l'effet sur la perception des autres agents (a et c) à son égard.

On peut maintenant calculer la variable principale de l'agent b , soit la quantité à redonner :

QR_b^t Quantité à redistribuer de l'agent b à la période t ;

δG_b^- Diminution marginale de la générosité de l'agent b avec $\delta G_b^- \in [-1, 0]$;

δG_b^+ Accroissement marginal de la générosité de l'agent b avec $\delta G_b^+ \in [0, 1]$;

α Tolérance inférieure à la variation de dons de l'agent b avec $\alpha \in [-1, 0]$;

β Tolérance supérieure à la variation de dons de l'agent b avec $\beta \in [0, 1]$;

et,

$$i_b^{t+1} = i_b^t - Conso_b + \sum_{a \in A} q_{ab}^t - QR_b^t \quad (5)$$

$$QR_b^{t+1} = \text{Max}[0, \text{Min}[i_b^t, QR_b^t(1 + \Delta G_b^{t+1})]] \quad (6)$$

$$\Delta G_b^t = \begin{cases} \delta G_b^+ & \text{si } \sum_{a \in A} q_{ab}^t < (1 + \alpha) \cdot \sum_{a \in A} q_{ab}^{t-1} \\ 0 & \text{si } (1 + \alpha) \cdot \sum_{a \in A} q_{ab}^{t-1} \leq \sum_{a \in A} q_{ab}^t \leq (1 + \beta) \cdot \sum_{a \in A} q_{ab}^{t-1} \\ \delta G_b^- & \text{si } (1 + \beta) \cdot \sum_{a \in A} q_{ab}^{t-1} < \sum_{a \in A} q_{ab}^t \end{cases} \quad (7)$$

Ainsi, la quantité que l'agent b peut redonner est le minimum entre la quantité qu'il possède après consommation i_b^t , et la quantité estimée à travers les informations reçues QR_b^t . Cette dernière est ajustée avec le facteur de générosité $(1 + \Delta G_b^t)$. Autrement dit, s'il y a une diminution entre t et $t-1$ des dons plus grande $\alpha\%$, ou une augmentation plus grande que $\beta\%$, alors l'agent b diminuera ou augmentera respectivement sa quantité à redistribuer. Ainsi, dans le cas où l'agent b conclue, à partir des règles définies dans l'équation (7), qu'il doit augmenter sa générosité et donc qu'il doit redonner une quantité plus importante, mais que son stock après consommation est une quantité moindre; il devra se départir de tout son stock.

Ensuite, la distribution de cette quantité parmi les agents c pourrait être limitée aux agents c faisant partie du réseau de b , et ayant exprimé un besoin (voir section suivante), soit

$C_{b|e_c^t=1}$, et être identique pour tous ces derniers dans la mesure où b ne peut pas savoir quels agents c sont dans les réseaux de contacts des agents a , tel que présenté dans l'Équation (8).

$$q_{bc}^t = \begin{cases} \frac{QR_b^t}{|C_{b|e_c^t=1}|} & \text{si } e_c^t = 1 \text{ et } c \in C_b \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (8)$$

avec

$|C_{b|e_c^t=1}|$ Nombre de contacts dans le réseau de l'agent b ayant exprimé un besoin (voir ci-après);

4.4.3. Agent c

L'agent c représente l'aboutissement du chemin. La circulation des biens se termine chez celui-ci pour fin de consommation. Cet agent est particulier dans la mesure où il fait connaître son besoin aux autres. Il calcule également la façon dont il perçoit les agents b , c'est-à-dire le calcul de confiance qui enclenche le reste du processus.

En effet, les agents a se basent sur cette confiance pour déterminer leurs interactions avec les agents b . Puis, les b essayent à leur tour d'estimer cette confiance pour décider de leur comportement, tel que décrit dans la section précédente.

L'agent c présente également des paramètres spécifiques. Ces paramètres sont :

- i_c^t Stock de l'agent c à la période t ;
- $Conso_c$ Consommation de biens période de l'agent c ;
- γ Facteur d'avidité avec $\gamma \in [0, M]$;
- e_c^t Expression du besoin de l'agent c avec $e_c^t \in (0; 1)$;
- d Dons attendus;

Tout d'abord, on retrouve chez cet agent le facteur d'avidité γ qui indique jusqu'à quel point cet agent veut cumuler des biens. Par exemple, un certain agent c ayant un bas niveau d'avidité se verra satisfait seulement avec sa consommation ($\gamma = 0$). Cependant un autre agent, ayant un facteur d'avidité élevé, cherchera toujours à ce que son stock détienne une quantité importante de biens, quel que soit la quantité consommée. Ainsi, il n'y a pas vraiment de limite à ce facteur. Par exemple, pour un facteur d'avidité de $\gamma = 0.5$, l'agent c souhaite maintenir en stock 50% de plus que sa consommation (Équation 2). Ce facteur d'avidité entre en jeu dans l'expression du besoin, soit e_c^t , auquel s'ajoutent la consommation et le stock, selon l'équation suivante :

$$e_c^t = \begin{cases} 1 & \text{si } i_c^t \leq (1 + \gamma) \cdot Conso_c \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (9)$$

Si l'agent n'est pas satisfait de la quantité disponible dans son stock, donc si cette quantité est inférieure à celle désirée, il exprimera son besoin, et e_c^t prendra la valeur 1. Si l'agent est satisfait de la quantité existante dans son stock, il n'exprimera pas de besoin pour cette itération (e_c^t prends la valeur 0).

Cette expression vient ensuite compléter le calcul des attentes (d). Les agents c , après avoir exprimé leur besoin en biens, calculent une quantité à laquelle ils s'attendent. Cette quantité s'exprime sous la forme du produit $e_c^t \cdot d$. Le paramètre d est une quantité prédéterminée représentant un nombre de biens de base auquel s'attend l'agent c , quand il exprime son besoin. Donc, à chaque fois qu'un agent c exprime un besoin, il s'attend à recevoir au moins d biens de la part des agents b .

L'agent c est également pourvu d'une mémoire de m périodes de temps, dans laquelle il se rappelle à la fois des quantités auxquelles il s'attendait au cours de ces périodes, mais aussi ce qu'il a reçu de chaque agent b . Ce paramètre permettra à l'agent c de faire l'évaluation des agents b en calculant une confiance (voir ci-dessous).

Les variables de l'agent c sont donc les dons reçus des agents b , son stock de biens, ainsi que la confiance envers chaque agent b . Ces éléments sont mis à jour à chaque itération de la façon suivante.

Premièrement, l'agent c évalue la quantité de biens qu'il obtient des b :

don_{cb}^t Don reçu par l'agent c de l'agent b à la période t ;

avec

$$don_{cb}^t = q_{bc}^t \quad (10)$$

Ensuite, la variable don est utilisé dans le calcul du stock de l'agent c :

$$I_c^{t+1} = I_c^t + \sum_{b \in B} don_{cb}^t - Conso_c \quad (11)$$

Le stock de la présente itération équivaut donc à la somme de ce que l'agent possédait à la précédente itération et aux dons reçus, auquel on soustrait sa consommation.

Vient ensuite la principale variable, et le calcul caractérisant cet agent, la confiance T_{cb}^t . L'agent c peut, à la suite de l'évaluation des biens, décider de diminuer ou d'augmenter la confiance d'un certain agent b . Il peut également ne pas agir sur celle-ci et la garder identique. La confiance appartient à l'intervalle $[0,1]$ de sorte que la valeur maximale possible est 1. Ce calcul se fait de la façon suivante : si l'agent c obtient de l'agent b des dons au cours des m dernières périodes qui surpassent de $\sigma\%$ ses besoins exprimés, alors ce dernier augmente la confiance qu'il a envers b d'une quantité δT_c^+ . Si, au contraire, l'agent c obtient de l'agent b des dons au cours des m dernières périodes qui sont en dessous de $\mu\%$ ses besoins exprimés, alors ce dernier diminue la confiance qu'il a envers b d'une quantité δT_c^1 . Sinon, sa confiance ne change pas. Les règles spécifiées dans l'Équation (13) décrivent ce processus. L'Équation (12) s'assure que la confiance est bornée entre 0 et 1.

T_{cb}^t Confiance que l'agent c a de l'agent b à la période t avec $T_{cb}^t \in [0,1]$;

m Nombre de périodes utilisées pour calculer la confiance;

ΔT_{cb}^t Changement de confiance que l'agent c a de l'agent b à la période t ;

δT_c^- Diminution marginale de la confiance de l'agent c avec $\delta T_c^- \in [-1,0]$;
 δT_c^+ Accroissement marginal de la confiance de l'agent c avec $\delta T_c^+ \in [0,1]$;
 μ Tolérance inférieure à l'écart des dons reçus de l'agent b avec $\mu \in [-1,0]$;
 σ Tolérance supérieure à l'écart des dons reçus de l'agent b avec $\sigma \in [0,1]$;
 $T_{cb}^{t+1} = \text{Max}[1, \text{Min}[0, T_{cb}^t + \Delta T_{cb}^{t+1}]]$ (12)

$$\Delta T_{cb}^t = \begin{cases} \delta T_c^- & \text{si } \frac{\sum_{t-1-m}^{t-1} \text{don}_{bc}^t}{\sum_{t-1-m}^{t-1} e_c^t * d} < (1 + \mu) \\ 0 & \text{si } (1 + \mu) \leq \frac{\sum_{t-1-m}^{t-1} \text{don}_{bc}^t}{\sum_{t-1-m}^{t-1} e_c^t * d} \leq (1 + \sigma) \\ \delta T_c^+ & \text{si } (1 + \sigma) < \frac{\sum_{t-1-m}^{t-1} \text{don}_{bc}^t}{\sum_{t-1-m}^{t-1} e_c^t * d} \end{cases} \quad (13)$$

Dans cette équation, le ratio $\frac{\sum_{t-1-m}^{t-1} \text{don}_{bc}^t}{\sum_{t-1-m}^{t-1} e_c^t * d}$ représente le rapport entre les dons reçus de l'agent b au cours des m derniers mois sur ce à quoi s'attendait l'agent c pour les mêmes périodes. L'idée principale de cette règle est qu'en fonction de ce ratio, la confiance est augmentée si les dons excèdent les besoins au-delà d'un certain niveau, et diminue au contraire si les dons sont inférieurs à un certain niveau des besoins.

Une fois ce calcul réalisé, les agents c communiquent cette information aux agents a de leur réseau de contacts.

Par la suite, nous montrons que cette mathématisation de la circulation de biens à trois agents s'applique aussi bien à l'économie collaborative qu'aux cas particuliers du troc, de la vente et du prêt.

5. LES APPLICATIONS POUR L'ÉCONOMIE COLLABORATIVE

5.1. Principe général

Le modèle formel se décline en modèles particuliers par l'ajout ou le retrait d'un agent. Ainsi, l'ajout d'un agent d exige l'emprunt des propriétés de l'agent c alors que ce dernier

hérite des propriétés de l'agent b dans la mesure où il se soumet à l'obligation de rendre inséré dans la chaîne $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$.

De même, le retrait de l'agent c nécessite le transfert de ses propriétés à a pour constituer un échange qui peut relever du troc, du prêt ou de la vente. Dans ce dernier cas, b garde son obligation de rendre, mais cette fois-ci à a sous la forme $a \rightarrow b$ et $b \rightarrow a$:

« a donne à b » est un échange au sens de Racine et dénommé prêt, vente ou troc. a devient c , car d'une part il reçoit de b et d'autre part il effectue le calcul d'évaluation de la confiance envers b ; ces deux attributs s'ajoutent à ceux qui existent chez a dans la forme générale où a "donne" en tant que pourvoyeur tout en tenant compte de l'évaluation de b pour lui donner au regard des transactions précédentes.

b rend exactement ce qu'il a reçu (prêt), un équivalent (troc), de l'argent (vente).

Le décalage ou non dans le temps de ce qui est rendu dépend de la nature de l'échange

Luc Racine mentionne les cycles, des chemins que l'on referme. Dans ce cas, c rend à a , ce qui lui confère l'obligation de rendre également rattachée à b .

5.2. Le cas de l'économie collaborative

Louis Rivet-Préfontaine précise que selon plusieurs acteurs, l'économie collaborative ne passe pas nécessairement par les technologies numériques. En fait, ces technologies quand elles interviennent, renvoient dans plusieurs cas à une intermédiation entre participants par une application en ligne appelée plateforme. Aussi, nous présenterons la transposition du modèle à trois agents « Donner, recevoir, rendre » avec et sans plateforme.

Comme le dit Rivet-Préfontaine, il n'existe pas de définition unifiée de l'économie collaborative. Toutefois, du point de vue de la consommation collaborative, il s'agit de « ... prioriser l'accès par rapport à la propriété des biens (principe de l'économie de fonctionnalité), circulation de biens/services selon diverses modalités entre individus (location, don, partage, troc...) » (Rivet-Préfontaine 2018 p12). En somme, l'économie collaborative se ramène ici à maximiser l'usage des biens existants.

Le modèle formel se décline en un schéma général suivant avec ou sans plateforme:

Un seul agent a hérite des propriétés de l'agent b et c ;

L'agent a donne et reçoit (il est aussi l'agent b) :

- Il a l'obligation de rendre immédiatement ou de manière différée (agent b);
- Il met à la disposition des autres agents le même bien ou un bien différent;
- Il rend à la même personne ou à quelqu'un d'autre;
- L'agent a évalue la confiance qu'il a envers les autres.

5.2.1. La médiation par une plateforme

Dans ce cas, la plateforme est un relais dans les termes de Luc Racine (Racine 1986 p107). Or, d'un point de vue économique, crée-t-elle une plus-value sur le bien échangé et le cas échéant, à qui profite-t-elle? Elle peut assurer un simple échange d'informations tout comme prendre en charge le bien avec les coûts de circulation et de stockage afférents. Une possibilité consiste alors à construire un cycle :

Nous conservons le schéma général précédemment mentionné;

Nous introduisons l'agent x comme relais qui hérite des propriétés de l'agent b ;

x conserve une partie de ce qu'il a reçu pour assurer sa survie à l'instar de l'agent b , ce qui correspondrait aux coûts d'entretien de la plateforme.

5.2.2. La médiation sans plateforme

Le mouvement Open Data illustre ce cas de figure. Il relève selon nous d'une production et d'une consommation collaborative au sens où nous le comprenons dans le rapport de Rivet-Préfontaine qui tente de cerner les caractéristiques de l'économie collaborative (Rivet Préfontaine 2018 p12). En outre, l'exploitation des données sont un enjeu pour une économie collaborative assise sur les technologies de la communication et de l'information (TIC) et dont la gestion pourrait s'inspirer de celle du mouvement Open Data. Dans le cadre d'une observation participante, Didier Fayon, doctorant en sociologie à l'Université de Montréal, assistait à une série de conférences lors de la Journée internationale des données ouvertes (JIDO) à Montréal en 2014. Le conseiller municipal Harout Chitilian louangeait les possibilités économiques offertes à tous par l'ouverture des données. Ce représentant de la ville peut être vu comme l'agent *a* qui assurait la mise à disposition des données. Son discours portait sur la possibilité que les agents *c* ont de créer des entreprises, tout en s'adressant dans la salle à une majorité de *b*, ceux qui se sont donné pour mission de rendre exploitables les fichiers qui proviennent de sources informatiques multiples.

Ainsi, le schéma va comme suit :

L'agent *a* représente une institution étatique ou paraétatique. Il ouvre (« donne ») ses bases de données aux *b*, dotés de compétences en informatique;

Les *b* uniformisent les formats des fichiers, « nettoient⁴ » les données et restituent les fichiers au public (les agents *c*);

Les *c* (ex. chercheurs, citoyens) reçoivent ces données prêtes à l'usage qu'ils veulent en faire;

Le bénéfice du travail des *b* et *c* profitent aux *a*, *b* et *c*, puisque l'État *a* ouvrira d'autant plus ses bases de données qu'il en verra les bénéfices auprès des *c*.

⁴ Ce verbe « nettoyer » est communément employé pour désigner plusieurs opérations telles que « effacer les erreurs » (ex. un espace de trop) ou compléter certaines données.

Plus précisément:

Les *a* mettent les données à disposition du public

Les *b*:

- À partir du moment où ils acceptent de recevoir, l'obligation rattachée est celle de « nettoyer » les fichiers
- Le « rendre » s'exprime dans le fait que les *b* ne gardent pas les fichiers « nettoyés » pour eux seuls (ex. créer une entreprise), mais les mettent à la disposition du public (agent *c*)
- Les *b* ont une idée de la confiance accordée à travers la propension des *a* à rendre publiques de plus en plus de données, quand ceux-ci constatent ce que les *c* en font.

Les *c* exploitent les données, ce qui inclut une appropriation privée le cas échéant des bénéfiques;

Les *c* construisent la confiance envers les *b* au regard de ce qu'ils peuvent faire des données. La confiance mesure ici la qualité du travail des *b* et leur bon vouloir à publier des fichiers utilisables pour diverses fins dans un délai variable.

6. LIMITES DU MODÈLE

Le modèle proposé est une formulation particulière du problème abordé. Des hypothèses et des choix de modélisation ont été faits, limitant ainsi l'étendue des applications directes du modèle. De plus, une des limites inhérentes à tout modèle formel, et c'est le cas ici, réside dans l'absence de simulation. La simulation devient pertinente lorsque les chercheurs s'attardent à des cas concrets. En outre, nous ne prenons en compte que les biens. Les services ne sont pas entreposables alors que les informations se dupliquent à l'infini, posant ainsi de nouvelles contraintes.

Nonobstant ces limites, tout modèle qu'il soit formel ou non repose sur un schème analytique unique, celui de la causalité. En effet, la représentation de chaque agent par un ensemble de fonctions mathématiques suppose que tous les paramètres utilisés soient calculables, calibrables, ou estimables d'une manière ou d'une autre. De plus, les phénomènes sociaux émergent souvent de causalités circulaires sans compter le sens ou la signification que les acteurs donnent à leurs actes et qui construit chez eux une représentation opératoire du monde.

Une discussion sur ces derniers points dépasse le cadre de ce rapport. Elle relève de la limite intrinsèque au dispositif analytique utilisé, basé sur les mathématiques et la notion d'agent. Ensuite, tout chercheur adopte une position épistémologique et ontologique, hypothèses implicites sur ce que « connaître » veut dire à propos d'agents et de leur micromonde ainsi que sur la nature des connaissances produites par le modèle. Ces dernières renvoient au caractère dit scientifique de la modélisation où l'on distingue en sciences sociales la description de l'explication. Enfin, la discussion porte également sur le statut de la sociologie comme « sociologie appliquée ». Celle-ci instrumentalise des théories en vue d'opérations précises au risque d'une cohérence théorique discutable, puisqu'elle juxtapose des concepts issus de courants de pensée différents.

Expliciter nos raisonnements, nos choix aussi bien que les opérations analytiques qui concourent à la construction de la connaissance que nos agents ont de leur micromonde pallie à ces limites, du moins en partie, en ouvrant la voie à la recherche sur d'autres modèles du « Donner, recevoir, rendre ».

CONCLUSION

Notre modèle à trois agents formalise l'obligation de rendre, proposition empirique posée par l'anthropologue Marcel Mauss au début du 20^e siècle. Ainsi, le modèle défend l'idée que l'économie et en particulier l'économie collaborative ne se réduit pas à l'échange marchand. Par son ambition à généraliser, le modèle devient un outil d'analyse tant pour

l'économie collaborative ouverte à la diversité des formes de circulation des biens que pour revenir aux cas particuliers de l'échange entre deux agents lors d'une transaction de troc, de vente ou de prêt.

BIBLIOGRAPHIE

Granovetter, Mark S. 1973. « The Strength of Weak Ties ». *American Journal of Sociology* 78 (6): 1360- 80.

Livet, Pierre, Denis Phan, et Lena Sanders. 2014. « Diversité et complémentarité des modèles multiagents en sciences sociales ». *Revue française de sociologie* 55 (4): 689. <https://doi.org/10.3917/rfs.554.0689>.

Luhmann, Niklas. 2006. *La confiance: un mécanisme de réduction de la complexité sociale*. Études sociologiques (Economica (Firme)). Paris: Economica.

Mauss, Marcel. 2007. *Essai sur le don: Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques*. Presses Universitaires de France - PUF.

Racine, Luc. 1986. « Les Formes élémentaires de la réciprocité ». *L'Homme* 26 (99): 97- 118. <https://doi.org/10.3406/hom.1986.368715>.

Rivet-Préfontaine, Louis. « De quoi parle-t-on quand on parle d'économie collaborative ? » 2018.

Weber, Max. 2003. *Economie et société*. Vol. Tome 1. Agora. Paris: Pocket.