

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur : ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite de ce travail expose à des poursuites pénales.

Contact : portail-publi@ut-capitole.fr

LIENS

Code la Propriété Intellectuelle – Articles L. 122-4 et L. 335-1 à L. 335-10

Loi n° 92-597 du 1^{er} juillet 1992, publiée au *Journal Officiel* du 2 juillet 1992

<http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg-droi.php>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



THÈSE

En vue de l'obtention du DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par l'Université Toulouse 1 Capitole

Présentée et soutenue par
MARCOS AURÉLIO SANTOS DA SILVA

Le 11 juin 2019

**Modélisation et simulation sociale pour l'évaluation de
l'empuancement par des politiques publiques dans les
territoires ruraux au Brésil**

Ecole doctorale : **EDMITT - Ecole Doctorale Mathématiques, Informatique et
Télécommunications de Toulouse**

Spécialité : **Informatique et Télécommunications**

Unité de recherche :
IRIT : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

Thèse dirigée par
CHRISTOPHE SIBERTIN-BLANC et Pascal Roggero

Jury

M. Jean-Daniel Kant, Rapporteur
M. Christophe Le Page, Rapporteur
M. Frédéric Amblard, Examineur
M. Olivier Boissier, Examineur
M. Christophe SIBERTIN-BLANC, Directeur de thèse
M. Pascal Roggero, Co-directeur de thèse

THÈSE

**En vue de l'obtention du DOCTORAT
DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE
Délivré par l'Université Toulouse 1
Capitole**

Présentée et soutenue par

Marcos Aurélio Santos da Silva

Le 11 juin 2019

**Modélisation et simulation sociale pour l'évaluation de l'empuissancement par des
politiques publiques dans les territoires ruraux au Brésil**

École doctorale : **EDMITT - Ecole Doctorale Mathématiques, Informatique
et Télécommunications de Toulouse**

Spécialité : **Informatique et Télécommunications**

Unité de recherche :

IRIT : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

Thèse dirigée par

Christophe Sibertin-Blanc et Pascal Roggero

Jury :

M. Jean-Daniel Kant, Rapporteur
M. Christophe Le Page, Rapporteur
M. Frédéric Amblard, Examineur
M. Olivier Boissier, Examineur
M. Christophe SIBERTIN-BLANC, Directeur de thèse
M. Pascal Roggero, Co-directeur de thèse

Remerciements

Je tiens à remercier Messieurs Christophe Sibertin-Blanc et Pascal Roggero, Professeur Émérite et Professeur, respectivement, à l'Université de Toulouse 1 Capitole, qui m'ont encadré tout au long de cette thèse et qui m'ont fait partager ses brillantes intuitions et relectures. Qu'ils soient aussi remerciés pour ses gentillesse, ses disponibilités permanente et pour les nombreux encouragements qu'ils m'ont prodiguée.

J'exprime ma gratitude à Monsieur Christophe Le Page, Chargé de Recherche au CIRAD dans l'Unité de Recherche GREEN, et à Monsieur Jean-Daniel Kant, Professeur à l'Université Paris 6, de l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'être rapporteurs de cette thèse.

J'exprime ma gratitude à Monsieur Frédéric Amblard, Professeur à l'Université Toulouse 1 Capitole et chercheur à l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, et à Monsieur Olivier Boissier, Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, qui ont bien voulu être examinateurs.

Je remercie Monsieur Edmar Siqueira, mon collègue et mon Conseiller Académique auprès de l'Embrapa. Cette thèse est le fruit d'une collaboration de plus de dix années avec lui dans le domaine des études territoriales.

J'adresse tous mes remerciements à Monsieur Lafayette Franco Sobral, Chercheur à l'Embrapa, à Monsieur Antônio Miguel Vieira Monteiro, Chercheur à l'Institut National des Recherches Spatiales, ainsi qu'à Monsieur Leonardo Nogueira Matos, Professeur à l'Université Fédérale de Sergipe, pour tout support qu'ils m'ont apporté tout au long de ma carrière scientifique.

Mesdemoiselles Sonise Medeiros, Geovânia Manos, Neíza Batista et Deise Galvão, mes collègues à l'Embrapa, qu'ont travaillé avec moi en participant de la recherche-action dans les Territoires Ruraux et que m'ont encouragé tout au long de cette journée. Qu'elles en soient remerciées.

Je tiens aussi à remercier les professionnels de l'Emdagro, des syndicats, de l'Église, des mairies, des associations, ainsi comme les paysans liés aux mouvements sociaux pour toute collaboration et échanges d'informations.

Merci aussi à Monsieur Alexandre Moine, Professeur à Université de Franche-Comté, et à Monsieur Bernado Furtado, Chercheur à l'Institut de Recherche Économique Appliquée, dont les thèmes de recherche ont fortement inspiré cette thèse.

Enfin, je tiens à remercier tous les membres de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, qui ont répondu avec calme et patience aux questions quotidiennes dont je les accablais.

Un grand merci à tous les membres de SMAC et en particulier à Françoise Adreit, Paul Chapron, Joseph El Geymael, Patrick Tallandier et Benôit Gaudot.

Je remercie aussi Madame C. Reymonet pour la relecture soignée de la thèse.

Résumé

Le Brésil a initié deux politiques publiques territoriales pour le développement rural durable, le Programme National pour le Développement Durable des Territoires Ruraux (*PRONAT*) et le Programme Territoires de la Citoyenneté (*PTC*). Ces politiques s'appliquent dans des *Territoires Ruraux* et visent entre autre, comme condition de leur effectivité, à ré-équilibrer les rapports de forces entre les acteurs au sein de la Collégialité pour le Développement Territorial (*CODETER*) de chaque Territoire Rural. Notre recherche étudie l'hypothèse selon laquelle, dans les Territoires Ruraux soumis aux politiques publiques PRONAT et PTC, les rapports de pouvoir et de réciprocité entre les acteurs engagés dans les CODETER ont effectivement évolué, en faveur des représentants de la société civile et au détriment des pouvoirs publics établis, notamment les mairies.

Cette recherche a développé une méthode de modélisation et de simulation des relations de pouvoir et de réciprocité au sein des entités territoriales. Nous partons de l'idée que les processus sociaux territorialisés donnent lieu à des phénomènes complexes qu'il est pertinent d'appréhender par l'approche systémique. Cela nous conduit à proposer un modèle conceptuel des territoires ruraux considérés par les politiques publiques Brésiliennes en matière de développement durable territorialisée, à savoir le concept de *système socioterritorial complexe*, puis à considérer les théories des sciences sociales qui peuvent être mobilisées pour étayer la représentation de ces systèmes sous la forme computationnelle de *sociétés artificielles*.

Nous avons évalué deux courants sociologiques, l'individualisme méthodologie associé à la rationalité limitée à partir de la Sociologie de l'Action Organisée, et les Systèmes Sociaux de Luhmann plus attachés à la théorie de la complexité. Nous avons développé un métamodèle de la théorie luhmannienne qui s'avère insuffisant pour analyser l'impact des politiques publiques sur le territoire, mais qui peut être vu comme un outil pour la validation de la théorie de Luhmann. D'autre part, nous avons adopté le métamodèle SocLab, une formalisation computationnelle de la Sociologie de l'Action Organisée, pour modéliser, analyser et simuler les systèmes socioterritoriaux complexes. Pour évaluer les effets des politiques publiques sur les échanges symboliques entre les acteurs dans un modèle SocLab, nous proposons un indicateur, le *taux de réciprocité*, basé sur la théorie de la réciprocité.

Cette démarche a été appliquée à l'étude de deux terrains, le Territoire Rural Sud de Sergipe et le Territoire Rural du Bas São Francisco. Les données nécessaires à l'élaboration d'un modèle SocLab ont été collectées par l'analyse documentaire et la recherche-action pour deux périodes de référence, 2008-2012 et 2013-2017. À partir de l'étude analytique des modèles SocLab des deux territoires et de l'analyse des résultats de leur simulation (notamment la capacité d'action, le pouvoir et le taux de réciprocité), nous pouvons dégager des évidences pour affirmer que les politiques publiques PRONAT et PTC ont donné lieu, entre les deux périodes considérées, à un nouvel équilibre des rapports de forces entre les représentants de la société civile et les pouvoirs publics. L'approche SocLab s'est avérée effective pour systématiser la connaissance sur les territoires, mettre en évidence la structure sociale informelle, quantifier les relations d'échanges symboliques entre les acteurs, et pour tester différentes hypothèses sociologiques.

Abstract

Brazil has initiated two territorial public policies for a rural sustainable development, the National Program for Sustainable Development of the Rural Territories (PRONAT) and Citizenship Territory Program (PTC). These public policies aims, as a condition for its effectiveness, the equilibrium of the power relations between actors which participate in the Collegiate for Territorial Development (CODETER) of each Rural Territory. Our research studies the hypotheses that, in the Rural Territories submitted to the PRONAT and PTC public policies, the power and reciprocity relations between actors engaged in the CODETER effectively have evolved in favor of the civil society representatives to the detriment of the public powers, notably the mayors.

This research has developed a method for modeling and simulation of power and reciprocity relations in the Rural Territories to assess the impact of the public policies for local development (PRONAT and PTC). We have started from the idea that the territorialized social processes are complex phenomena which can be understood by the systemic approach. This induced us to propose a conceptual model of rural territories considered by Brazilian public policies in terms of territorialized sustainable development, the concept of *socioterritorial complex system*, as they were established by the Brazilians public policies with focus on territorial sustainable development. Then, to consider the theories of social sciences which can be mobilized to support the representation of these systems in the computational form of *artificial societies*.

We evaluated two sociological currents, the methodological individualism associated with the bounded rationality from the Sociology of the Organized Action, and the Luhmann's Social Systems more attached to the complexity theory. We have developed a metamodel of the luhmannian theory that showed to be limited to the analyses of the impact of the territorial public policies, but it can be seen as a tool to instantiate parts of the Luhmann theory. On the other hand, we have adopted the metamodel SocLab, a computational formalization of the Sociology of the Organized Action, to model, analyze and simulate complex socio-territorial systems. To evaluate the effects of the public policies on the symbolic exchanges between actors in a SocLab model, we have proposed an indicator, the reciprocity rate, based on the reciprocity theory.

This approach has been applied in two case studies, the Southern Rural Territory of Sergipe and the São Francisco Rural Territory. The data needed to design the SocLab models were collected using literature review and performing action-research for two referential periods, 2008-2012 and 2013-2017. From the analytic study of the SocLab models of the two territories and the analysis of the results of their simulation (notably the capacity of action, the power and the rate of reciprocity), we can draw evidences to states that the public policies PRONAT and PTC resulted in a new balance of power relations between representatives of civil society and the public authorities between the two periods under review. The SocLab approach showed a strong effectiveness to systematize the knowledge about the territories, highlighting the informal social structure, quantifying symbolic exchange relations between actors, and testing different sociological hypotheses.

Resumo

O Brasil iniciou duas políticas públicas territoriais para o desenvolvimento sustentável, o Programa Nacional para o Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais (PRONAT) e o Programa Territórios da Cidadania (PTC). Estas políticas públicas se aplicam aos Territórios Rurais e visam entre outros objetivos, como condição de sua efetividade, o equilíbrio das relações de força entre os atores que participam do Colegiado de Desenvolvimento Territorial (CODETER) de cada Território Rural. Nossa pesquisa estuda a hipótese segundo a qual, nos Territórios Rurais submetidos às políticas públicas PRONAT e PTC, as relações de poder e reciprocidade entre os atores engajados no CODETER efetivamente evoluíram em favor dos representantes da sociedade civil em detrimento dos poderes públicos, notadamente dos prefeitos.

Esta pesquisa desenvolveu um método de modelagem e simulação das relações de poder e reciprocidade dentro das entidades territoriais. Nós partimos da ideia de que os processos sociais territorializados são fenômenos complexos que podem ser compreendidos pela abordagem sistêmica. Isto nos conduziu a propor um modelo conceitual de territórios rurais, o conceito de *sistema socioterritorial complexo*, assim como eles são estabelecidos pelas políticas públicas brasileiras com enfoque de desenvolvimento territorial sustentável, depois consideramos as teorias oriundas das ciências sociais que podem ser utilizadas para sustentar a representação desses sistemas sob a forma computacional de *sociedades artificiais*.

Avaliamos duas correntes sociológicas, o individualismo metodológico associado à racionalidade limitada a partir da Sociologia da Ação Organizada, e os Sistemas Sociais de Luhmann mais relacionados à teoria da complexidade. Desenvolvemos um metamodelo da teoria luhmanniana que se mostrou insuficiente para a análise do impacto de políticas públicas territoriais, mas que pode ser visto como uma ferramenta para validação da teoria de Luhmann. Por outro lado, adotamos o metamodelo SocLab, uma formalização computacional da Sociologia da Ação Organizada, para modelar os sistemas sociais complexos. Para avaliar os efeitos das políticas públicas sobre as trocas simbólicas entre os atores no contexto SocLab nós propomos um indicador, a taxa de reciprocidade, baseado na teoria da reciprocidade.

Esta abordagem foi aplicada a dois estudos de caso, o Território Rural Sul Sergipano e o Território Rural Baixo São Francisco. Os dados necessários para a elaboração dos modelos SocLab foram coletados por análise documental e por pesquisa-ação para dois períodos de referência, 2008-2012 e 2013-2017. A partir do estudo analítico e da análise dos resultados das simulações dos modelos SocLab dos dois territórios (notadamente a capacidade de ação, o poder e a taxa de reciprocidade), nos podemos retirar evidências para afirmar que as políticas públicas PRONAT e PTC deram origem, entre os dois períodos considerados, a um novo equilíbrio de relações de força entre os representantes da sociedade civil e os poderes públicos. A abordagem SocLab demonstrou bastante efetividade para sistematizar o conhecimento sobre os territórios, colocar em evidência a estrutura social informal, quantificar as relações de trocas simbólicas entre os atores, e também para testar hipóteses sociológicas.

Table des matières

<i>Remerciements</i>	<i>i</i>
<i>Résumé</i>	<i>ii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iii</i>
<i>Resumo</i>	<i>iv</i>
<i>Table des matières</i>	<i>v</i>
<i>Table des figures</i>	<i>x</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>xvii</i>
<i>Liste des cadres</i>	<i>xx</i>
<i>Liste des algorithmes</i>	<i>xxi</i>
<i>Table des sigles et acronymes</i>	<i>xxii</i>
<i>Chapitre 1 - Introduction</i>	<i>24</i>
1.1. Le développement des territoires ruraux.....	24
1.2 Le Programme National pour le Développement Durable des Territoires Ruraux (PRONAT).....	25
1.3 Le Programme Territoires de la Citoyenneté (PTC).....	27
1.4 L'administration et la gestion du PRONAT et du PTC.....	29
1.5 L'évaluation des politiques publiques de développement territorial durable.....	31
1.6 Problématique de recherche et objectifs.....	34
1.7 Organisation du mémoire.....	37
<i>Chapitre 2 - L'objet de notre recherche : le système socioterritorial complexe</i>	<i>43</i>
2.1. Un nouveau paradigme.....	43
2.2 L'importance de la dimension sociale dans le développement durable territorialisé.....	44
2.2.1 Les limites du modèle actuel de développement durable.....	44
2.2.2 Les politiques territoriales comme stratégie pour le développement durable.....	46
2.2.3 Un nouveau paradigme du développement durable territorial.....	47
2.3 La complexité des phénomènes sociaux territorialisés.....	49
2.3.1 Les phénomènes sociaux complexes.....	49
2.3.2 Les sciences de la complexité.....	50
2.3.3 Une classification des sciences de la complexité.....	51
2.3.4 L'approche systémique comme langage de communication interdisciplinaire.....	53
2.4 Le système socioterritorial complexe.....	54
2.4.1 Une définition systémique du territoire.....	54
2.4.2 La définition du système socioterritorial complexe.....	56
2.5 Les systèmes socioterritorial complexe, socioécologique et sociotechnique.....	58
2.5.1 Le système socioécologique.....	58
2.5.2 Le système sociotechnique.....	59
2.5.3 La comparaison entre les systèmes.....	61
2.6 Conclusion.....	62
<i>Chapitre 3 – Les théories sociales pour l'analyse du pouvoir dans le SSTeC</i>	<i>63</i>
3.1 Introduction.....	63
3.2 Les modalités du pouvoir.....	64
3.2.1 Le pouvoir selon Dahl.....	64
3.2.2 Le pouvoir selon Foucault.....	66
3.2.3 Une comparaison entre les quatre modalités du pouvoir.....	67
3.3 La réciprocité.....	68
3.3.1 Définition de la réciprocité.....	68
3.3.2 La réciprocité et le pouvoir.....	72

3.3.3	La théorie de la réciprocité dans le contexte de notre recherche	73
3.4	Les approches sociologiques d'analyse du pouvoir au sein des systèmes d'acteurs	75
3.4.1	Les approches sociologiques	76
3.4.2	Le rapport entre les approches sociologiques et le pouvoir	78
3.5	La Sociologie de l'Action Organisée	79
3.5.1	Les principes de la Sociologie de l'Action Organisée	79
3.5.2	Concepts clés.....	80
3.5.3	La structure sociale, le Système d'Action Concret	81
3.5.4	La dynamique du jeu social.....	82
3.5.5	Le pouvoir, fondement du jeu des acteurs	83
3.6	Les Systèmes Sociaux de Niklas Luhmann	83
3.6.1	Les principes des Systèmes Sociaux	87
3.6.2	Les composants de la structure sociale	88
3.6.3	La communication, fondement de la dynamique sociale	89
3.6.4	Le pouvoir dans les Systèmes Sociaux	90
3.6.4.1	Le pouvoir comme le moyen de communication généralisé.....	91
3.6.4.2	Le pouvoir comme la base d'autorité	91
3.6.4.3	Le pouvoir comme la capacité de production de sens.....	91
3.7	La Sociologie de l'Action Organisée versus les Systèmes Sociaux	92
3.8	Le SSTeC selon la Sociologie de l'Action Organisée et les Systèmes Sociaux	94
3.8.1	Le système socioterritorial complexe selon la Sociologie de l'Action Organisée.....	94
3.8.2	Le système socioterritorial complexe selon les Systèmes Sociaux de Luhmann	96
3.9	Conclusion	98
<i>Chapitre 4 – Les Sociétés Artificielles, les théories sociales et le pouvoir</i>		<i>101</i>
4.1	Introduction.....	101
4.2	Les Sociétés Artificielles	103
4.3	Les Sociétés Artificielles et les théories sociales.....	104
4.4	Les Sociétés Artificielles et le concept de pouvoir	108
4.5	Les modèles de simulation sociale inspirés de Luhmann	111
4.5.1	Les modèles d'émergence de l'ordre social	112
4.5.2	Les modèles des sous-systèmes	113
4.5.3	Un modèle pour la connexion explicite micro-macro.....	115
4.5.4	Comparaison entre les trois groupes de modèles	116
4.5.5	Le Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann - S4Luhmann.....	119
4.6	La théorie de la dépendance, le raisonnement social et le pouvoir.....	123
4.6.1	La formalisation de la théorie de la dépendance	124
4.6.2	Le raisonnement social.....	127
4.6.3	DEPNET et le système multi-agent DEPINT	127
4.6.4	Le raisonnement social et le concept de pouvoir	127
4.7	Conclusion	130
<i>Chapitre 5 – L'approche SocLab</i>		<i>133</i>
5.1	Introduction.....	133
5.2	Le socle du métamodèle de la Sociologie de l'Action Organisée	134
5.3	Représentation mathématique de la structure d'un SAO	135
5.4	Les acteurs	137
5.4.1	Les relations et leurs ressources sous-jacentes.....	137
5.4.2	Enjeux	137
5.4.3	Fonction d'effet.....	138

5.5 Capacité d'action et pouvoir d'un acteur	139
5.5.1 Impact.....	139
5.5.2 Capacité d'action.....	140
5.5.3 Pouvoir	141
5.6 Indicateurs.....	143
5.6.1 L'indicateur contextuel écart de capacité d'action.....	143
5.6.2 Capacité d'action globale.....	143
5.6.3 Les indicateurs structurels.....	144
5.6.3.1 Pertinence d'une relation.....	144
5.6.3.2 Force d'une relation.....	144
5.6.3.3 Pouvoir structurel	145
5.6.3.4 Capacité d'action structurelle	145
5.7 Une mesure pour la réciprocité	146
5.7.1 Les équivalences entre SocLab et la théorie de la réciprocité.....	146
5.7.1.1 L'intersubjectivité.....	146
5.7.1.2 L'unité d'échange	146
5.7.1.3 Forme et structure.....	147
5.7.1.4 Le cycle du don.....	148
5.7.2 Perte.....	149
5.7.3 Bienveillance.....	149
5.7.4 Le Taux de Réciprocité	150
5.8 La simulation sociale	153
5.8.1 Rationalité limitée	154
5.8.2 L'apprentissage par renforcement.....	154
5.8.3 Le but des acteurs – leurs ambition.....	155
5.8.4 La boucle principale de l'algorithme de simulation.....	155
5.8.5 Détail de l'algorithme de simulation sociale.....	156
5.8.5.1 Paramètres psycho-cognitifs.....	156
5.8.5.2 Taux d'exploration	157
5.8.5.3 Ambition.....	158
5.8.5.4 L'intensité des actions	159
5.8.5.5 La force des règles.....	159
5.8.5.6 Relations entre les paramètres psycho-cognitifs et les variables de l'algorithme	159
5.8.5.7 L'algorithme de simulation	161
5.8.5.8 Analyse de sensibilité et validation	161
5.9 L'analyse exploratoire des sorties des simulations pour l'état remarquable régulé	162
5.9.1 Statistiques	162
5.9.2 Carte de Kohonen.....	163
5.10 La modélisation du Système Socioterritorial Complexe	164
5.10.1 Les études de terrains	166
5.10.2 La recherche-action.....	168
5.10.3 Le schéma général de la méthode proposée	168
5.11 Conclusions.....	171
<i>Chapitre 6 - L'application de l'approche SocLab : les études de terrains</i>	<i>173</i>
6.1 Les terrains d'études.....	174
6.1.1 L'état de Sergipe	175
6.1.2 Le Territoire Rural Sud de Sergipe (TRSS).....	178
6.1.3 Le Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF).....	180
6.1.4 L'évaluation globale du PRONAT/PTC en Sergipe	183

6.2 Démarche de recherche.....	185
6.2.1 La recherche documentaire	185
6.2.2 La recherche-action.....	186
6.2.3 Les périodes de références	188
6.3 Les modèles SocLab du Territoire Rural Sud de Sergipe.....	188
6.3.1 Les acteurs du modèle.....	188
6.3.1.1 L'Association.....	189
6.3.1.2 La Municipalité.....	190
6.3.1.3 L'Embrapa	192
6.3.1.4 Le MST.....	193
6.3.1.5 Le Syndicat.....	194
6.3.1.6 L'Emdagro.....	195
6.3.1.7 La Pronese	197
6.3.1.8 Le Nedet	198
6.3.1.9 Les autres acteurs du terrain	199
6.3.2 Résumé des acteurs du modèle	199
6.3.2.1 Les acteurs du modèle dans la période de référence 2012	200
6.3.2.2 Les acteurs du modèle dans la période de référence 2017	201
6.3.3 La quantification du modèle : enjeux et fonctions d'effets.....	201
6.3.3.1 La période de référence 2012	201
6.3.3.2 La période de référence 2017	205
6.3.4 Validation de la structure des modèles par des experts du territoire.....	207
6.3.5 Analyse structurelle des modèles	209
6.3.6 Résultats des simulations	215
6.3.6.1 L'état des relations.....	215
6.3.6.2 Capacité d'action, pouvoir, pouvoir coopératif et pouvoir absolu	218
6.3.6.3 Corrélations	223
6.3.6.4 Le taux de réciprocité	225
La structure du jeu social et les taux de réciprocité	225
La dispersion et centralité du taux de réciprocité	228
6.3.7 Analyse de sensibilité des modèles	230
6.3.8 Conclusions	238
6.4 Les modèles SocLab du Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF).....	241
6.4.1 Les acteurs du modèle.....	242
6.4.1.1 L'Église	242
6.4.1.2 Les Mouvements sociaux	244
6.4.1.3 L'Association.....	245
6.4.1.4 La Municipalité.....	247
6.4.1.5 L'Emdagro.....	248
6.4.1.6 Le Syndicat.....	249
6.4.1.7 Le Nedet	250
6.4.1.8 Les autres acteurs du terrain	251
6.4.2 Les acteurs et leurs bases sociales.....	252
6.4.3 La quantification du modèle : enjeux et fonctions d'effets.....	252
6.4.3.1 La période de référence 2012	252
6.4.3.2 La période de référence 2017	259
6.4.4 Validation empirique de la structure des modèles par des experts du territoire	262
6.4.5 L'analyse structurelle des modèles	264
6.4.6 Résultats des simulations	268

6.4.6.1 Les états des relations	269
6.4.6.2 Capacité d'action, pouvoir, pouvoir coopératif et pouvoir absolu	270
6.4.6.3 Corrélations	274
6.4.6.5 Le taux de réciprocité	276
La structure du jeu social et les taux de réciprocité	277
La dispersion et centralité du taux de réciprocité	279
6.4.7 Analyse de sensibilité des modèles	282
6.4.8 Conclusions	289
6.5 Conclusions générales.....	292
<i>Chapitre 7 – Considérations finales.....</i>	<i>295</i>
7.1 Les apports de la thèse	296
7.1.1 L'adoption du cycle de modélisation sociale selon Zoya et Roggero	296
7.1.2 La définition de l'objet conceptuel de la recherche	297
7.1.3 La formalisation des Systèmes Sociaux de Luhmann	298
7.1.4 SocLab dans le contexte d'évaluation de politique publique	298
7.1.5 La théorie de la réciprocité, SocLab et une mesure de la réciprocité	298
7.1.6 La recherche-action et la validation empirique des modèles	299
7.1.7 Une méthode pour la modélisation des SSTeC	300
7.1.8 La vérification de l'hypothèse de la recherche.....	301
7.2 Les limites de la méthode proposée	302
7.3 Les perspectives	302
<i>Bibliographie.....</i>	<i>304</i>
<i>Glossaire.....</i>	<i>321</i>

Table des figures

Figure 1.1	Le schéma hiérarchique de l'organisation du PTC et du PRONAT, entre les années 2003 et 2016 (a) et à partir de 2016 (b)	30
Figure 1.2	Illustration du processus itératif de modélisation et simulation d'un phénomène social.	36
Figure 2.1	Les dimensions du développement durable et la polarisation entre les dimensions économique et environnementale dans l'approche sectorielle des politiques publiques.	45
Figure 2.2	Le concept de durabilité à partir d'un projet partagé entre les acteurs sociaux et les institutions qui partagent des similitudes, identités et formes d'homogénéité dans un lieu particulier, entouré par les éléments de la dimension sociale (cohésion sociale, gestion sociale, participation sociale, mobilisation sociale, valorisation des atouts locaux et réseaux sociaux).	48
Figure 2.3	Les trois façons d'approcher les phénomènes complexes. Par l'objectivité mathématique, par l'objectivité symbolique et par la subjectivité issue des sciences sociales. L'observation des phénomènes complexes est aujourd'hui médiatisée par les masses de données, et le langage commun pour le dialogue entre les sciences est l'approche par modélisation systémique.	52
Figure 2.4	L'approche systémique entre l'holisme et le réductionnisme.	53
Figure 2.5	Le système socioterritorial et ses sous-systèmes d'acteurs, de perception et de représentation, et géographique.	57
Figure 2.6	Le système socioécologique et ses sous-systèmes d'acteurs, technique et écologique.	59
Figure 2.7	Le système socio-technique et ses sous-systèmes d'acteurs, de besoins et technique.	60
Figure 3.1	Les trois modalités du pouvoir et la boucle qui relie la réaction de 'B' à l'action de 'A'.	64
Figure 3.2	Le pouvoir selon Foucault, une quatrième modalité.	66
Figure 3.3	La réciprocité symbolique et les types d'échange qu'évoluent de motifs vers normes d'échanges selon le niveau d'obligation morale.	70
Figure 3.4	Quelques structures sociales de réciprocité.	71
Figure 3.5	Trois approches sociologiques d'analyse et d'observation des systèmes d'acteurs.	77
Figure 3.6	Le Système d'Action Concret selon la Sociologie de l'Action Organisée et ses composants : l'acteur social, les ressources qu'ils maîtrisent stratégiquement, et les relations de contrôle et dépendance entre les acteurs médiatisés par les ressources.	82
Figure 3.7	Schéma décrivant la hiérarchie des systèmes autopoïétiques selon Niklas Luhmann ; les cinq principaux sous-systèmes qui composent la société (économique, politique, légal, éducation, scientifique) ; et les cinq dimensions de toute structure sociale (code binaire, base d'autorité, langage de communication sociale, moyen de communication généralisé, fonction sociale).	86
Figure 3.8	Les interconnexions entre les éléments de chaque sous-système	89

	social.	
Figure 3.9	La communication luhmannienne est composée de trois sélections : le choix du contenu ; le choix de la manière dont le contenu sera communiqué ; et le choix du sens donné au contenu.	90
Figure 3.10	Les trois interprétations du pouvoir dans la théorie des Systèmes Sociaux.	91
Figure 3.11	Le système socioterritorial complexe selon la Sociologie de l'Action Organisée.	96
Figure 3.12	Le système socioterritorial complexe selon les Systèmes Sociaux de Luhmann.	98
Figure 4.1	Le schéma de Coleman pour la connexion micro-macro à partir de quatre points de référence (macro conditions, macro résultats, micro conditions et micro résultats). La flèche 1 représente des hypothèses qui relient les macros conditions aux micros conditions. La flèche 2 représente le cadre théorique qui conditionnera les décisions individuelles (p.ex. la théorie du choix rationnel). La flèche 3 représente les effets des choix individuels sur les macros résultats (p.ex., émergence d'une structure sociale). La flèche 4 lie les macros conditions aux macros résultats. La flèche 5 représente l'effet des macros résultats sur les comportements des individus.	105
Figure 4.2	La double-contingence se résout à partir de mécanismes d'anticipation basés sur la mémoire et les attentes des agents à un moment donné.	112
Figure 4.3	Schéma simplifié du modèle proposé par Silva et al. (2008).	116
Figure 4.4	Le sous-système politique et le sous-système spatial stylisé proposé.	121
Figure 4.5	Représentation de deux agents Agent-P (Ego et Alter) qui agissent pour changer les valeurs de cellules vers leurs intervalles de dominance (autorité) de l'Agent-S. Dans la situation montrée, l'Agent-S a trouvé une situation de forte dépendance spatiale (quand les cellules dominées par chaque Agent-P sont groupées).	122
Figure 4.6	Représentation de deux agents pour montrer le mécanisme de raisonnement social basé sur la dépendance entre les agents. La description externe est la liste des objectifs, actions, ressources et plans des agents. Chaque agent connaît parfaitement ses objectifs, actions, ressources et plans et, au moins partiellement, la description externe des autres agents. L'agent « a » a de l'autonomie d'action et de ressource pour aboutir son objectif a_obj1. Donc l'agent « a » a de l'autonomie sociale pour l'objectif a_obj1. L'agent « b » n'a pas de l'autonomie de ressources pour aboutir son objectif b_obj1. Donc, l'agent « b » a de la dépendance sociale pour l'objectif b_obj1.	125
Figure 4.7	La connexion micro-macro dans la Théorie de la dépendance. Le pouvoir individuel apparaît des capacités d'action et de ressources contrôlées par l'agent. La dépendance de ces actions et ressources par d'autres acteurs donne à l'acteur qui contrôle le pouvoir sur eux. Le pouvoir social d'influencer d'un agent sur les autres surgit des situations de dépendance (p.ex. objectifs communs et formation de coalition).	129
Figure 5.1	Diagramme UML du métamodèle SocLab des Systèmes d'Action	135

	Organisée.	
Figure 5.2	Exemples de fonctions d'effet, linéaire (A), sigmoïdal (B) et quadratique (C).	139
Figure 5.3	L'échange symbolique entre l'acteur a et le SAO et la représentation des composants du taux de réciprocité : la capacité d'action reçue, la perte et la bienveillance vis-à-vis l'acteur et le système.	151
Figure 5.4	Relations de dépendance entre les variables et les paramètres de l'algorithme.	160
Figure 5.5	Le schéma général de la méthode proposée avec l'objet de recherche - le système socioterritorial complexe - l'hypothèse de recherche, la collecte des données par l'analyse documentaire, des entretiens et la recherche-action, et les étapes de modélisation, à savoir l'analyse sociologique, la modélisation, la validation, l'analyse structurelle, l'analyse de sensibilité, les simulations sociales, l'analyse de données des sorties de simulation et la vérification de l'hypothèse.	169
Figure 6.1	Carte de l'état de Sergipe avec les routes principales, l'hydrographie, les Territoires « Quilombolas », les « Assentamentos rurais », les zones urbaines et les quatre Territoires Ruraux.	177
Figure 6.2	Carte du Territoire Rural Sud de Sergipe avec l'identification des routes, des Territoires « Quilombolas », des « Assentamentos », des limites municipales, des zones urbaines et des zones d'intérêt environnemental.	179
Figure 6.3	Carte du Territoire du Bas São Francisco avec l'identification des routes, des Territoires « Quilombolas », des « Assentamentos », des limites municipales, zones urbaines et des zones d'intérêt environnementale.	181
Figure 6.4	L'évolution du PIB par habitant des municipalités selon qu'elles participent ou non au PRONAT/PTC, dans l'ensemble du Brésil et dans l'État de Sergipe.	184
Figure 6.5	Photos de l'équipe de recherche dans les activités de terrains. (A) l'équipe de recherche applique un questionnaire général auprès du président d'une association dans la municipalité d'Estância, en 2009. (B) le prêtre Isaías pendant ses mots introductifs d'une plénière du CODETER du TRBSF dans la ville de Propriá, en 2016. (C) l'équipe de recherche lors d'une visite à l'École Agricole de la municipalité d'Estância, en 2016. (D) l'équipe s'entretient avec des professeurs de l'École Agricole de Ladeirinhas, Japoatã, municipalité du TRBSF, en 2016.	187
Figure 6.6	Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Sud de Sergipe, pour la période référence 2012. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation.	202

Figure 6.7	Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Sud de Sergipe, pour la période référence 2017. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation.	205
Figure 6.8	Les convergences et oppositions entre les acteurs du modèle du CODETER du TRSS 2012. Les acteurs dans les cercles dénotent une alliance entre eux. La flèche bidirectionnelle indique les acteurs en opposition.	210
Figure 6.9	Les convergences et oppositions entre les acteurs du modèle du CODETER du TRSS 2017. Les acteurs dans les cercles dénotent une alliance entre eux. La flèche bidirectionnelle indique les acteurs en opposition.	212
Figure 6.10	Variation de la proportion de capacité d'action des acteurs pour le TRSS entre 2012 et 2017.	221
Figure 6.11	Variation du pouvoir coopératif des acteurs du modèle entre 2012 et 2017.	221
Figure 6.12	Pouvoir absolu dans l'état régulé du SAO pour les acteurs sociaux du TRSS en 2012 et 2017.	222
Figure 6.13	Corrélogramme des variables (capacité d'action des acteurs et état des relations) résultat des simulations du TRSS pour la période 2012. Les cercles bleus symbolisent les corrélations positives, et les cercles rouges les corrélations négatives. La taille et l'intensité de la couleur montrent l'importance de la corrélation. Les cellules vides dénotent qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables.	224
Figure 6.14	Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds correspondent aux acteurs du modèle du TRSS pour la période 2012, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles indique le taux de réciprocité entre l'acteur et le système.	226
Figure 6.15	Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds dénotent les acteurs du modèle du TRSS pour la période 2017, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles dénote le taux de réciprocité entre l'acteur et le système.	227
Figure 6.16	Box plot du taux de réciprocité de 100 simulations du modèle TRSS pour la période de référence 2017.	229
Figure 6.17	Moyenne du taux de réciprocité dans l'état régulé du SAO pour le TRSS.	230
Figure 6.18	Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de la ténacité, qui ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 01 (EXP 01) où la ténacité de tous les acteurs varie entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour	232

	l'expérimentation 02 (EXP 02) où seule a ténacité, de l'acteur Association varie entre 1 et 10.	
Figure 6.19	En ordonnée nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qui ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 01 (EXP 01). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 02 (EXP 02).	233
Figure 6.20	Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 01 (EXP 01). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 02 (EXP 02). Chaque relation est représentée par une seule couleur.	234
Figure 6.21	Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée, qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2017. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 03 (EXP 03) où nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 04 (EXP 04) où nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle Association.	235
Figure 6.22	Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2017. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 03 (EXP 03). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 04 (EXP 04). Chaque acteur est représenté par une seule couleur.	236
Figure 6.23	Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 03 (EXP 03). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 04 (EXP 04). Chaque relation est représentée par une seule couleur.	237
Figure 6.24	Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Rural du Bas São Francisco, pour la période référence 2012. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation.	255
Figure 6.25	Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Rural du Bas São Francisco, pour la période référence 2017. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui	261

	contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation.	
Figure 6.26	Les convergences et les oppositions d'intérêt entre les acteurs du modèle du CODETER du TRBSF 2012.	265
Figure 6.27	Les convergences et les oppositions entre les acteurs du modèle du CODETER du TRBSF 2017.	268
Figure 6.28	Variation de la capacité d'action des acteurs du modèle pour le TRBSF entre 2012 et 2017.	272
Figure 6.29	Variation du pourcentage du pouvoir exercé par les acteurs entre 2012 et 2017 pour le TRBSF.	272
Figure 6.30	Partage du pouvoir absolu dans l'état régulé du SAO pour le TRBSF. 2012 et 2017.	273
Figure 6.31	Corrélogramme des variables (capacité d'action des acteurs et état des relations) résultat des simulations du TRBSF pour la période 2012. Les cercles bleus symbolisent les corrélations positives, et les cercles rouges les corrélations négatives. La taille et l'intensité de la couleur montrent l'importance de la corrélation. Les cellules vides dénotent qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables.	274
Figure 6.32	Corrélogramme des variables (capacité d'action des acteurs et état des relations) résultat des simulations du TRBSF pour la période 2017. Les cercles bleus symbolisent les corrélations positives, et les cercles rouges les corrélations négatives. La taille et l'intensité de la couleur montrent l'importance de la corrélation. Les cellules vides dénotent qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables.	276
Figure 6.33	Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds correspondent aux acteurs du modèle du TRBSF pour la période 2012, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles indique le taux de réciprocité entre l'acteur et le système.	278
Figure 6.34	Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds correspondent aux acteurs du modèle du TRBSF pour la période 2017, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles indique le taux de réciprocité entre l'acteur et le système.	279
Figure 6.35	Taux de réciprocité du TRBSF pour 2012.	280
Figure 6.36	Taux de réciprocité du TRBSF pour 2017.	281
Figure 6.37	Moyenne du taux de réciprocité dans l'état régulé du SAO pour le TRBSF.	282
Figure 6.38	Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de la ténacité, qui ont convergé pour le modèle du TRBSF 2012. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 05 (EXP 05) où la ténacité de tous les acteurs varie entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 06 (EXP 06) où seule a ténacité de l'acteur Église varie entre 1 et 10.	284

Figure 6.39	En ordonnée nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qui ont convergé pour le modèle du TRBSF 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 05 (EXP 05). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 06 (EXP 06).	285
Figure 6.40	Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRBSF 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 05 (EXP 05). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 06 (EXP 06). Chaque relation est représentée par une seule couleur.	286
Figure 6.41	Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée, qui ont convergé pour le modèle du TRBSF 2017. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 07 (EXP 07) où nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 08 (EXP 08) où nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle Nedet.	287
Figure 6.42	Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRBSF 2017. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 07 (EXP 07). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 08 (EXP 08). Chaque acteur est représenté par une seule couleur.	288
Figure 6.43	Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRBSF 2017. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 07 (EXP 07). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 08 (EXP 08). Chaque relation est représentée par une seule couleur.	289

Liste des tableaux

Table 2.1	Composants du système socioterritorial complexe	56
Table 2.2	Comparatifs entre les systèmes complexes socioterritorial, socioécologique et sociotechnique.	61
Table 3.1	Comparaison entre la Sociologie de l'Action Organisée et les Systèmes Sociaux.	94
Table 4.1	Cadre récapitulatif des caractéristiques des trois groupes des métamodèles sociaux inspirés de la théorie luhmannienne.	118
Table 4.2	La communication sociale luhmannienne dans le sous-système spatial stylisé de Luhmann (S4Luhmann).	123
Table 4.3	Les situations de dépendance entre les agents A et B et ses caractéristiques.	126
Table 5.1	Correspondances entre SocLab et la théorie de la réciprocité.	148
Table 5.2	Modèle de questionnaire à être appliqué pour informer une modélisation SocLab.	167
Table 6.1	Les activités de l'équipe de recherche-action dans les Territoires.	186
Table 6.2	Interprétation des états de la relation « Accès à l'espace agricole ».	190
Table 6.3	Interprétation des états de la relation « Gestion des ressources matérielles ».	191
Table 6.4	Interprétation des états de la relation « Projets de recherche et développement ».	193
Table 6.5	Interprétation des états de la relation « Mobilisation sociopolitique dans les colonies ».	194
Table 6.6	Interprétation des états de la relation « Mobilisation des travailleurs ruraux ».	195
Table 6.7	Interprétation des états de la relation « Assistance technique et de l'extension rurale ».	196
Table 6.8	Interprétation des états de la relation « Conseil en projets agricoles durables ».	197
Table 6.9	Interprétation des états de la relation « Actions et projets du CODETER ».	199
Table 6.10	Les acteurs du modèle CODETER du TRSS 2012 et 2017 et les relations qu'ils contrôlent.	200
Table 6.11	Les éléments pour l'analyse des états du TRSS pour 2012. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1 ^{re} et 2 ^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes.	211
Table 6.12	Les éléments pour l'analyse des états du TRSS pour 2017. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1 ^{re} et 2 ^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous	214

avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes.

Table 6.13	La ténacité de chaque acteur pour les deux périodes de référence, 2012 et 2017.	215
Table 6.14	Valeurs moyennes et écarts types des relations, résultat de 100 simulations pour le Territoire Sud de Sergipe. Source : extraits de SocLab.	216
Table 6.15	Capacité d'action et pouvoir, en valeurs et en proportion, pour chaque acteur du Territoire Sud de Sergipe, pour les deux années de référence 2012 et 2017.	218
Table 6.16	Valeurs maximales, minimales et les amplitudes du pouvoir qui chaque acteur du modèle TRSS 2017 est en mesure d'exercer.	220
Table 6.17	Liste des expérimentations procédées pour l'analyse de sensibilité. Nous avons fait varier seulement la ténacité entre les valeurs un et dix.	231
Table 6.18	Récapitulatif des moyennes des indicateurs sociologiques évalués dans les configurations résultant des simulations. Dans les colonnes nous avons la capacité d'action, pouvoir, partage du pouvoir absolu et le taux de réciprocité. Les lignes sont divisées en deux groupes, le premier qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés dans les deux périodes d'études (2012 et 2017), et le deuxième qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés pour une période seulement (2012 ou 2017). Pour le premier groupe, nous avons une valeur Δ qui représente la variation en pourcentage de chaque indicateur entre 2012 et 2017.	239
Table 6.19	L'interprétation des états de la relation « Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique ».	243
Table 6.20	L'interprétation des états de la relation « Actions et projets du CODETER ».	244
Table 6.21	L'interprétation des états de la relation « Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés ».	245
Table 6.22	L'interprétation des états de la relation « Accès à l'espace agricole ».	246
Table 6.23	L'interprétation des états de la relation « Gestion des ressources matérielles ».	248
Table 6.24	L'interprétation des états de la relation « Assistance technique et extension rurale ».	249
Table 6.25	L'interprétation des états de la relation « Mobilisation des travailleurs ruraux ».	250
Table 6.26	L'interprétation des états de la relation « Actions et projets du CODETER ».	251
Table 6.27	Les acteurs représentants de la société civile et leurs bases sociales.	252
Table 6.28	Les acteurs du modèle CODETER du TRBSF 2012 et les relations qu'ils contrôlent.	254
Table 6.29	Les acteurs du modèle CODETER du TRBSF 2017 et les relations qu'ils contrôlent.	260

Table 6.30	Les éléments pour l'analyse des états du TRBSF pour 2012. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1 ^{re} et 2 ^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes.	266
Table 6.31	Les éléments pour l'analyse des états du TRBSF pour 2017. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1 ^{re} et 2 ^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes.	267
Table 6.32	La ténacité pour chaque acteur des modèles du CODETER du TRBSF en considérant les deux périodes de référence, 2012 et 2017.	268
Table 6.33	Valeurs moyennes et écarts types des relations, résultat de 100 simulations pour le Territoire Rural du Bas São Francisco.	270
Table 6.34	Capacité d'action et pouvoir, en valeurs et en proportion, pour chaque acteur du Territoire Rural du Bas São Francisco, pour les deux années de référence 2012 et 2017.	271
Table 6.35	Liste des expérimentations procédées pour l'analyse de sensibilités des modèles SocLab du TRBSF. Nous avons fait varier seulement la ténacité entre les valeurs un et dix.	283
Table 6.36	Récapitulatif des moyennes des indicateurs sociologiques évalués dans les configurations résultant des simulations des modèles du CODETER du TRBSF. Dans les colonnes nous avons la capacité d'action, pouvoir, partage du pouvoir absolu et le taux de réciprocité. Les lignes sont divisées en deux groupes, le premier qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés dans les deux périodes d'études (2012 et 2017), et le deuxième qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés pour une période seulement (2012 ou 2017). Pour le premier groupe, nous avons une valeur Δ qui représente la variation en pourcentage de chaque indicateur entre 2012 et 2017.	291

Liste des cadres

Cadre 6.1	Le cas de l'usine d'engrais du TRSS.	208
Cadre 6.2	Le cas de la moissonneuse-batteuse à riz.	263

Liste des algorithmes

Algorithme 4.1	Pseudo-code de la boucle principale de l'algorithme de simulation du métamodèle S4Luhman.	120
Algorithme 5.1	Pseudo-code de la boucle principale de l'algorithme de simulation.	156
Algorithme 5.2	L'algorithme de simulation détaillé.	161

Table des sigles et acronymes

ADEMA	Administration Environnementale de l'État de Sergipe
CDN	Comité Directeur National
CNPq	Conseil National pour le Développement Scientifique et Technologique
CODEM	Conseils pour le Développement Économique Municipal
CODETER	Collégialité pour le Développement Territorial
Condraf	Conseil National pour le Développement Rural Durable
CPDT	Comité Permanent de Développement Territorial
DATAR	Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale
Embrapa	Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole
Emdagro	Entreprise de Développement Agraire de Sergipe
FETASE	Fédération des travailleurs agricoles de l'État de Sergipe
FPE	Fonds de Participation des États
FPM	Fonds de Participation des Municipalités
FUNDEB	Fonds pour la Maintenance et le Développement de l'Éducation de Base et la valorisation des professionnels de l'éducation
IBAMA	Institut Brésilien de l'Environnement et des Ressources Naturelles Renouvelables
IDH	Indice de Développement Humain
IDHM	Indice de Développement Humain Municipal
IFS	Institut d'Éducation Fédérale de Sergipe
INCRA	Institute de Colonisation et Réforme Foncière
MDA	Ministère du Développement Agraire
MIN	Ministère de l'Intégration Nationale
MP	Ministère Public
MPA	Mouvement des Petits Agriculteurs
MST	Mouvement social des Sans Terre pour la réforme foncière agraire
Nedet	Noyaux d'Extension en Développement Territorial
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
ONG	Organisations non gouvernementales pour l'environnement
ONU	Organisation des Nations Unis
PAC	Programme Fédéral pour l'Accélération de la Croissance
PIB	Produit Interne Brut

PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
Proinf	Projet d'Infrastructure et de Services dans les Zones Rurales
PRONAT	Programme National pour le Développement Durable des Territoires Ruraux
PRONESE	La Société de Développement Durable de l'État de Sergipe
PTC	Programme Territoires de la Citoyenneté
PTDRS	Plan Territorial pour le Développement Rural Durable
S4Luhmann	Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann
SAC	Système d'Action Concrète
SACO	Sociologie de l'Action Collective Organisée
SAO	Système d'Action Organisé
SDT	Secrétariat du Développement Territorial
SEAD	Secrétariat Spécial pour l'Agriculture Familiale et le Développement Agraire
SEAGRI	Secrétariat d'État à l'agriculture et au développement rural
SEMARH	Secrétariat à l'environnement et aux ressources en eau
SIT	Système d'Information Territoriale
SocLab	Laboratoire Sociologique (<i>Sociology Laboratory</i>)
SS	Systèmes Sociaux de Luhmann
SSE	Système socioécologique
SST	Système sociotechnique
SSTeC	Système socioterritorial complexe
TRBSF	Territoire Rural du Bas São Francisco
TRSS	Territoire Rural Sud de Sergipe
UFS	Université Fédérale de Sergipe

Chapitre 1 - Introduction

1.1. Le développement des territoires ruraux

L'extension territoriale du Brésil et ses différences de paysages, économiques et sociales, rendent la planification nationale difficile pour les gestionnaires publics. Les régions sud et sud-est, avec une économie dynamique, diversifiée et croissante, sont les plus développées. Néanmoins, il y a des régions peu dynamiques même dans l'État de São Paulo, le plus riche du Brésil. D'un autre côté, les régions nord et nord-est présentent les inégalités les plus étonnantes.

Quand nous regardons l'activité agricole, la situation est similaire. La région centre-ouest retient toute l'attention s'agissant des produits pour l'exportation comme le soja, la viande, le coton, etc. La région nord, elle, est complètement dominée par la forêt amazonienne et sa contribution à l'agriculture reste limitée. Les régions sud et sud-est présentent une répartition foncière bien équilibrée en ce qui concerne la taille des établissements ruraux, avec une place importante de l'agriculture familiale. Dans ces deux régions, nous trouverons aussi des activités économiquement profitables comme la production d'éthanol à partir de la canne à sucre, le jus d'orange concentré, le café, etc. Dans la région nord-est, le paysage est dominé par un climat semi-aride avec la présence d'une agriculture familiale orientée vers la subsistance et le marché local. Ces différences entre les régions ont conduit les pouvoirs publics à élaborer des politiques régionales spécifiques pour faire face aux énormes défis du développement durable.

En 2003, à partir du décret n° 4854, qui a été remplacé par le décret n° 8735 publié le 5 mai 2016, le gouvernement fédéral a institué le *Conseil National pour le Développement Rural Durable* (Condrap), qui a créé le *Programme National pour le Développement Durable des Territoires Ruraux* (PRONAT). Le PRONAT vise le développement durable de zones rurales à partir de l'institution d'une nouvelle échelle de gouvernance – le *Territoire Rural*. Le Territoire Rural représente une unité spatiale de gestion intermédiaire entre la municipalité et l'État, qui vise l'équilibre, en matière de représentation et de décision collective, entre le pouvoir public et la société civile.

Cette approche choisie par le *Ministère du Développement Agraire* (MDA) a été adoptée par d'autres ministères. En général, elle considère le territoire comme une construction sociale, animée par la participation de la société civile, par l'engagement

de la société et par la prise de décision collective. Par exemple, la politique nationale pour le développement régional du *Ministère de l'Intégration Nationale* (MIN) prévoit, elle aussi, une participation de la population, une intégration avec d'autres actions et définit le territoire comme le lieu où les questions seront négociées et où les actions de transformation seront menées (Boueri et Costa 2013; Matteo et al. 2013; MIN 2010).

L'inclination nationale envers le territoire provient d'un changement de conception du développement durable. En effet, l'approche territoriale passe par la valorisation des acteurs locaux et leurs capacités de concertation autour d'un projet de développement, qui sera durable s'il est participatif, démocratique et adapté à la « réalité » du terrain. En général, les liens entre les acteurs sociaux résultent de la proximité spatiale et du sentiment d'une identité partagée. Pour ce faire, le PRONAT et d'autres politiques publiques similaires, comme le *Programme Territoires de la Citoyenneté* (PTC), combinent l'approche impulsée par le gouvernement (*top-down*) et les solutions venues de la base (*bottom-up*) pour la transformation des processus sociaux sur chaque Territoire Rural (Massardier et Sabourin 2013; Silva 2015a). La Banque Mondiale (2015) va dans le même sens dans son rapport sur l'importance de considérer la dimension humaine dans l'élaboration des politiques publiques.

Ces *politiques publiques territoriales* sont le principal outil pour le développement national, régional et local au Brésil. Donc, l'évaluation de l'efficacité du PRONAT et du PTC est essentielle pour savoir dans quelle mesure il faut redimensionner, réaligner ou modifier ces programmes. Dans ce contexte, ce mémoire décrit la mobilisation des sciences sociales computationnelles pour l'observation des territoires ruraux, dans le but d'évaluer l'évolution des rapports de pouvoir entre les acteurs qui négocient et échangent des informations dans ces processus locaux. Il s'agit par conséquent de proposer une méthode suffisamment générique d'évaluation de l'efficacité du PRONAT et de politiques publiques similaires dans un territoire. Les *Territoires Ruraux Sud de Sergipe* et de *la Basse São Francisco* sont nos cas d'étude pour illustrer et tester la mise en œuvre de la méthode.

1.2 Le Programme National pour le Développement Durable des Territoires Ruraux (PRONAT)

Le PRONAT a institué une nouvelle unité de gestion du territoire au Brésil – le *Territoire Rural*. Un Territoire Rural est composé de municipalités voisines similaires

en ce qui concerne leurs histoires, leurs activités économiques et des indicateurs sociaux. En général, les Territoires Ruraux sont des zones économiquement faibles. Aujourd'hui, 239 Territoires Ruraux¹, répartis dans tout le territoire national, ont été définis. Le PRONAT a défini le Territoire Rural comme (MDA 2005, p. 7, notre traduction) :

... un espace physique, défini géographiquement, généralement continu, englobant des villes et des champs, qui se caractérisent par des critères multidimensionnels, tels que l'environnement, l'économie, la société, la culture, la politique et l'institution, et qui a une population avec des groupes sociaux relativement distincts qui se rapportent à la fois dedans et en dehors du territoire grâce à des processus spécifiques, ce qui peut distinguer un ou plusieurs éléments qui indiquent l'identité et la cohésion sociale, culturelle et territoriale.

Chaque Territoire Rural développe sa propre stratégie, ou logique de gestion, en matière de prise de décision, d'organisation et de représentation. Malgré leur indépendance, les territoires et leurs populations sont obligés de suivre quelques directives, à savoir : établir une direction collégiale composée de représentants des pouvoirs publics locaux et de la société civile locale au sein d'un Conseil de Gestion Territoriale (*CODETER*), élaborer un *Plan Territorial pour le Développement Rural Durable* (PTDRS), fournir au MDA des informations sur la gestion du PRONAT et élaborer des projets selon sa demande interne ou induite par d'autres acteurs. Chaque CODETER comporte une assemblée plénière, un noyau de direction, des chambres thématiques, des comités sectoriels et une équipe pour la gestion, tout cela financé par le MDA.

Le PRONAT vise à faciliter la planification territoriale, améliorer l'articulation des actions des différents ministères, permettre l'élaboration de projets techniques et notamment promouvoir une gestion sociale². Le PRONAT a été créé pour résoudre les difficultés de l'implémentation de politiques de développement à l'échelle municipale,

¹ <http://dados.gov.br/dataset/composicao-dos-territorios-rurais-e-da-cidadania>

² Gestion sociale signifie une participation coordonnée de la société civile dans les processus de prise de décisions collectives, et la transparence de décisions prises par les agences publiques dans les échelles municipale, d'état et fédérale.

dues à une culture de planification municipale fortement biaisée par le pouvoir des « oligarques » locaux qui influence encore aujourd'hui l'élaboration des politiques locales. Le budget du PRONAT est augmenté significativement, de R\$ 82,00 millions (soit environ € 22,82 millions) en 2003 à R\$ 224,00 millions (soit environ € 61,57 millions) en 2008 (Leite et Wesz Júnior 2012) pour l'investissement en infrastructure dans les territoires.

Le PRONAT s'occupe aussi de la promotion de l'agriculture agroécologique. En fait, il vise à promouvoir un développement territorial durable basé sur la participation populaire, centrée sur l'agriculture familiale, vers une production alimentaire agroécologique et incluant les minorités dans les forums de concertation, comme les jeunes et les femmes paysans. Donc, participer au projet PRONAT à partir d'un engagement dans le CODETER signifie jouer le jeu social en faveur ou contre ces principes.

Dans les Territoires Ruraux, le PRONAT pose beaucoup de défis aux gestionnaires publics et à la société civile qui ne sont pas habitués à ce genre d'intervention. La concertation locale au sein du Territoire Rural menace les anciennes sources de pouvoir comme les maires des villes, fait intervenir de nouveaux acteurs comme les mouvements sociaux de jeunes, de femmes, des associations et, surtout, elle a augmenté le pouvoir d'acteurs qui ont participé, directement ou indirectement, à l'élaboration du PRONAT comme, entre autres, les syndicats et les mouvements sociaux liés à la lutte pour la réforme agraire. Un autre pari se trouve dans la transversalité des actions publiques sur le territoire. Cette vision systémique, à la différence de l'approche sectorielle, exige l'articulation institutionnelle et une communication plus efficace entre les acteurs du développement, en dépit des relations conflictuelles et des demandes contradictoires existant entre eux.

1.3 Le Programme Territoires de la Citoyenneté (PTC)

Créé en 2008, le Programme Territoires de la Citoyenneté (PTC) a pour but de promouvoir et d'accélérer la diminution de la pauvreté et des inégalités sociales rurales par l'adoption d'un développement territorial durable (Brasil 2008). Ce développement comporte les actions suivantes : l'intégration de politiques publiques ministérielles vers les *Territoires Ruraux* ; la création de forums pour promouvoir la participation sociale ;

l'augmentation de l'offre de programmes pour la citoyenneté ; l'inclusion sociale des groupes vulnérables ; la valorisation de la diversité sociale.

Le PRONAT et le PTC se complètent pour une intervention plus efficace de l'État dans les Territoires Ruraux. Le PTC cible les territoires ruraux, préalablement définis par le PRONAT, qui sont plus vulnérables selon les critères suivants : indice de développement humain (IDH) ; concentration de familles assistées par le programme « Bolsa Família³ » ; concentration de populations traditionnelles et d'agriculteurs familiaux ; faible dynamisme économique selon le Ministère d'Intégration National (MIN) ; une bonne capacité de convergence de politiques publiques ; forte organisation sociale ; et finalement, une faible indice de développement de l'éducation (Brasil 2008). Donc, le PTC renforce le PRONAT en y ajoutant plus d'effort fédéral vers les Territoires Ruraux.

En fait, cette politique vise un développement endogène et systémique, appuyé par le gouvernement mais conduit par la société civile. Donc, nous avons là un processus d'*empuissancement*. En effet, selon l'OCDE (2013, p. 104),

The initiative responds to the government's priority of increasing the capacity of public policies to act in the most marginalized rural areas and of raising the participation of civil society in public policy planning.

Selon Sabourin (2015, p. 133, souligné par nous), l'un des objectifs les plus forts du PRONAT et du PTC est

*... bien de promouvoir des dynamiques inter-municipales d'économie d'échelle mais, également, de contourner les **pouvoirs** des oligarchies locales et des exécutifs municipaux dominés par les partis politiques traditionnels.*

³C'est un programme gouvernemental fédéral qui transfère de l'argent vers les plus pauvres. Les chiffres pour 2016 : 13,9 millions de familles sont touchés par le programme; R\$ 77,00 par mois (€ 20,88) par famille; R\$ 35,00 par mois (€ 9,49) par enfant à l'école (5 maximum); R\$ 42,00 par mois (€ 11,39) par adolescent à l'école (2 maximum); environ R\$ 20 milliards par an (€ 5,42 milliards). (Source: <http://www.programabolsafamilia.com/>)

1.4 L'administration et la gestion du PRONAT et du PTC

Le PRONAT a été géré, dans la période entre 2003 et 2016, par le Ministère du Développement Agricole (MDA) avec l'appui du *Secrétariat du Développement Territorial* (SDT). Depuis 2016⁴, le PRONAT est géré par la *Maison Civile* de la Présidence de la République avec l'appui du *Conseil pour le Développement de l'Agriculture Familiale* (Condraf) (MDA 2005, 2003, 2006) et du *Secrétariat Spécial pour l'Agriculture Familiale et le Développement Agricole* (SEAD).

Le Condraf est administré par la *Maison Civile* et est composé de 44 membres⁵ : 22 qui représentent l'État et 22 qui représentent la société civile. Il a pour but d'être un lieu de concertation entre la société civile et les pouvoirs publics dans les processus d'élaboration, d'accompagnement et d'évaluation des politiques publiques pour le développement des zones rurales, la réforme agraire et l'agriculture familiale. Le Condraf a des comités permanents pour soutenir ses activités, inclus le *Comité Permanent de Développement Territorial* (CPDT)⁶.

Le CPDT a pour but de formuler les stratégies pour l'implémentation des politiques publiques qu'ont été définies préalablement par le Condraf.

Le SEAD a pour but de coordonner les actions définies par le CPDT pour le développement durable de l'agriculture familiale, la réforme foncière, la gestion de Territoires Ruraux et d'autres communautés liées aux « Quilombolas »⁷ et aux *Mouvements des sans Terre* (MST). Le SEAD surveille les CODETER qui sont organisés en réseaux, un réseau pour chaque état et un réseau national de CODETER depuis 2010. Les réseaux sont chargés de l'échange de connaissances et de pratiques entre les CODETER.

La Figure 1.1 montre le schéma hiérarchique de l'organisation du PTC et du PRONAT dans deux périodes différentes, le premier entre les années 2003 et 2016, et le deuxième à partir de 2016 jusqu'à 2019. Depuis son début en 2008⁸, le PTC est géré par la *Maison*

⁴ Décret n° 8865 et de la loi n° 13.341.

⁵ Résolution n° 121 du 15 Mai 2018 du Condraf.

⁶ Résolution n° 54 du 12 Juillet 2005 du Condraf.

⁷ Les « Quilombolas » sont des descendants de Marrons qui vivent ensemble et partagent les mêmes pratiques culturelles.

⁸ Décret de 25 Février 2008.

Civile qui a créé le Comité Directeur National (CDN) pour mettre en œuvre les stratégies du PTC.

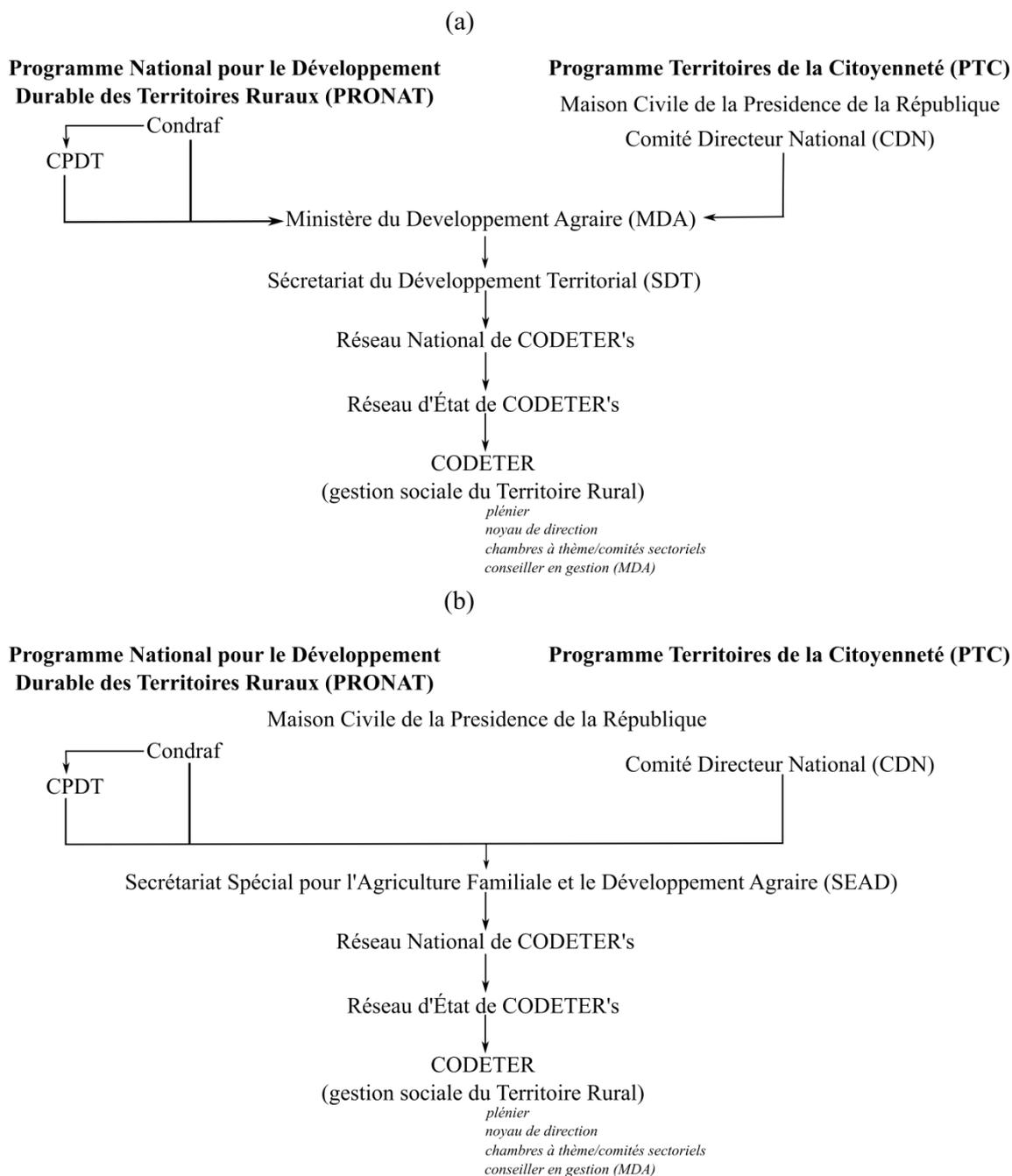


Figure 1.1. Le schéma hiérarchique de l'organisation du PTC et du PRONAT, entre les années 2003 et 2016 (a) et à partir de 2016 (b). Source : élaboré par l'auteur.

Depuis 2015, le MDA a noué un partenariat avec le Conseil National pour le Développement Scientifique et Technologique (CNPq) donnant lieu à la création du

Noyau d'Extension en Développement Territorial (Nedet). Le Nedet est une institution transitoire destinée à permettre l'engagement des universités dans la gestion territoriale. Chaque territoire est lié à un bureau local du Nedet, qui est coordonné par une collégialité d'institutions fédérales comme des universités et instituts d'enseignement.

Les Nedet agissent dans les buts suivants : apporter plus d'information technique et scientifique dans les décisions des CODETER ; aider à l'élaboration de la planification stratégique des Territoires Ruraux ; et organiser les bases de données sur les Territoires. Les Nedet sont gérés par des professeurs liés à des programmes de doctorat et de master publics au Brésil. Chaque Territoire Rural, représenté par son CODETER, a écrit et soumis son projet de gestion qui a été approuvé par le CNPq en 2015. Dans le cas de l'État de Sergipe, tous les territoires ruraux sont gérés par un professeur du département de géographie de *l'Université Fédérale de Sergipe* (UFS), avec l'appui de *l'Institut d'Éducation Fédérale de Sergipe* (IFS) et de *l'Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole* (Embrapa).

Une conséquence directe de cette évolution des politiques de développement territorial durable est la difficulté de leur évaluation. Une de ces difficultés tient à ce que nous ne pouvons pas appliquer une grille d'analyse unique puisque, pour chaque Territoire Rural, nous allons avoir une structure et une dynamique différente des relations entre les acteurs sociaux. Chaque Territoire est situé dans un espace géographique particulier ayant sa propre histoire, et présente des caractéristiques sociales et économiques entièrement spécifiques.

Pour surmonter cette difficulté, il faut adopter un langage commun pour décrire chaque territoire et définir de manière formelle des éléments à dégager de ces systèmes sociaux. Donc si nous observons les territoires à partir des mêmes points référentiels il sera possible l'évaluation de l'impact d'une politique publique sur eux d'une manière standardisée.

1.5 L'évaluation des politiques publics de développement territorial durable

L'hétérogénéité sociale, économique et environnementale des différents Territoires Ruraux pose des difficultés à l'évaluation des politiques publiques. En général, les analyses sur l'efficacité du PRONAT/PTC sont axées sur l'analyse critique des concepts et hypothèses adoptés (Coelho Neto 2013 ; Geraldi 2012); des études de cas

(Zimmermann et al. 2014 ; Caniello 2016) ; l'analyse institutionnelle (Leite et Wesz Júnior 2012; Lotta et Favareto 2016), l'utilisation des indicateurs agrégés sociaux et économiques (Delgado et Leite 2011), ou l'analyse qualitative des politiques territoriales, en les comparant à des politiques similaires en Amérique Latine (Massardier et Sabourin 2013; Sabourin, Massardier, et Sotomayor 2016).

Coelho Neto (2013) et Geraldi (2012) ont fait une analyse des concepts et hypothèses théoriques et méthodologiques du PRONAT/PTC et ont conclu qu'il n'y a pas, dans le monde académique, un consensus sur les définitions de « territoire », « rural », « développement » qui ont été choisies par le gouvernement brésilien et publiées dans plusieurs documents officiels (MDA 2005, 2006, 2003). Coelho Neto (2013) affirme que, malgré le flou conceptuel et la tendance vers une régionalisation plutôt qu'une territorialisation des *Territoires Ruraux*, les mouvements sociaux ont pu profiter de ces politiques publiques. Pour sa part, Geraldi (2012) dénonce une démarche biaisée par la logique du marché où développement signifie tout simplement la réduction de la pauvreté.

Globalement, l'efficacité du PRONAT et du PTC est perçue, indirectement, par les indicateurs d'inégalité, de répartition des revenus et d'investissement. Selon l'OCDE (2008, 2013), en 2010, 27 milliards de Reais (soit environ € 7,41 milliards) ont été versés vers les Territoires Ruraux au Brésil. Certes, la majorité de ces ressources est venue d'autres programmes gouvernementaux comme le « Bolsa Família », mais l'objectif de la politique publique territoriale, à savoir l'orientation de la distribution des ressources vers des zones défavorisées pour la réduction des inégalités, a été atteint (Leite et Wesz Júnior 2012; Neri 2010).

Leite et Wesz Júnior (2012) ont montré que les financements des actions, par les projets des ministères, vers les Territoires Ruraux ont contribué à l'objectif d'améliorer des indicateurs globaux comme le coefficient de Gini, la réduction de la pauvreté ou l'Indice de Développement Humain Municipal (IDHM).

Zimmermann et al. (2014) ont montré que, dans six études de cas, l'assistance sociale à l'agriculture familiale a prévalu, de sorte que d'autres changements structurels sociaux nécessaires ne se sont pas produits. Selon ces auteurs, l'inclusion de la société civile

dans les débats sur les projets territoriaux n'a pas suffi à surmonter les défis⁹ inhérents à l'élaboration de projets structurels apportant sur l'infrastructure, la répartition et la diversification des revenus et la création de nouveaux marchés dans les Territoires.

En fait, les politiques de développement territorial visent des objectifs contradictoires, que ce soit au Brésil ou en Amérique Latine (Sabourin et al. 2016). Des exemples de ces contradictions sont : les conflits sur le degré nécessaire de développement endogène versus l'élimination des influences externes dans les territoires ; l'importance de l'agriculture versus la diversification des activités économiques ; et le manque de définitions précis des concepts clés et méthodes d'intervention pour le développement territorial durable. Comme l'ont noté Lotta et Favareto (2016), les territoires ont été utilisés plus comme référence pour la juxtaposition des politiques publiques que pour leur intégration.

Lotta et Favareto (2016) reconnaissent que le PRONAT/PTC a cherché une articulation des actions publiques minimale et qu'il y a eu un suivi des investissements en fonction des objectifs rendus publics. Cependant, selon ces auteurs, il existe un degré élevé de verticalité de la politique publique avec une forte dépendance vis-à-vis des gouvernements fédéraux, étatiques et municipaux dans leur conduite. Ce fait affaiblit la participation de la société civile.

Malgré les difficultés, Caniello (2016) montre qu'il y a eu des progrès dans la qualité de vie de la population rurale entre 2003 et 2012 en raison des politiques publiques ayant une approche territoriale. Selon l'auteur, l'alimentation, le logement et le revenu étaient les facteurs les mieux évalués par la recherche, l'accès à l'assistance technique, au crédit et au financement étant les principales demandes des agriculteurs interrogés.

Delgado et Leite (2011) ont montré que le PRONAT/PTC peut être considéré comme une innovation institutionnelle, mais que certains points devraient être améliorés, à savoir : une présence plus efficace de l'Etat ; l'inclusion des acteurs de l'industrie ; le renforcement organisationnel des forums sociaux ; et la valorisation des acteurs sociaux ayant la capacité de mobiliser les bases (la population rurale).

⁹ Articulation des politiques publiques, participation de la population dans des prises de décisions et mettre en œuvre les projets à partir de l'échelle municipale.

Selon Sabourin (2012), en général, le PRONAT/PTC a fait émerger des oppositions entre les états et le gouvernement fédéral qui se disputent l'influence politique sur la destination des ressources matérielles et financières, ainsi que des conflits entre des représentants de la société civile qui se disputent la « base sociale », entre les différents courants de syndicats et entre les syndicats et les mairies. Encore selon Sabourin, le sens vertical (top-down) des décisions prévaut au sein du PRONAT/PTC, l'État fédéral ayant beaucoup d'influence sur la destination des ressources, malgré les particularités locales ; les relations sont asymétriques, c'est-à-dire, qu'il y a une relation de réciprocité inégale entre les petits agriculteurs et les institutions d'État puissantes ; la population rurale ne participe pas à la gestion du Territoire.

Zimmerrmann et al. (2014) affirme que les changements structurels sociaux nécessaires ne se sont pas produits, une affirmation qui n'est pas en accord avec des études de Sabourin (2012) qui nous montre que le PRONAT et le PTC ont changé les structures sociales et que cela a suscité des conflits divers parmi les acteurs, surtout en matière de relations de pouvoir et réciprocité. Malgré les études de cas présentés pour supporter ces arguments, il faudrait évaluer ces changements structurels sociaux de manière plus formelle et systématique.

Cet état de l'art nous montre qu'il n'y a pas encore aujourd'hui une définition claire du concept de territoire, et cela pose des problèmes pour son décryptage qui bascule vers la logique du marché (économique) qui privilégie l'observation des indicateurs socioéconomiques agrégés, et pour l'établissement de ses objectifs, notamment contradictoires. Donc, il faut bien définir le concept « territoire ».

1.6 Problématique de recherche et objectifs

Observer et évaluer scientifiquement une politique publique territoriale, notamment le PRONAT, le PTC et d'autres politiques similaires, pose une question centrale : comment évaluer le changement des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux de manière objective, de telle sorte que l'on puisse tester des hypothèses issues des sciences sociales ? Pour répondre à cette question, cette recherche a comme objectif principal le développement d'une méthode de modélisation et de simulation des relations de pouvoir entre les institutions engagées dans la gestion de politiques publiques de développement local au sein d'un territoire. Cette question fait apparaître des questionnements suivants :

- A. A partir de quelle définition du territoire allons-nous étudier la politique territoriale ? Cette définition est-elle suffisamment générique pour permettre son usage dans d'autres contextes ? Quel modèle de la société des territoires prendre en compte ?
- B. Quelle théorie sociale peut nous guider dans la compréhension des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux dans un territoire ?
- C. Quels concepts (pouvoir, réciprocité, réseau social) sont-ils vraiment pertinents pour décrypter les rapports de forces dans un territoire ?
- D. Quels modèles de rationalité des acteurs sociaux sont de nature à mieux expliquer le comportement des institutions et organisations territorialisées ?

Nous pouvons caractériser les processus d'interactions au sein des CODETER, dans un contexte d'interdépendances et de dépendances asymétriques entre les acteurs, comme systémiques et complexes en considérant la multitude des enjeux autour des politiques publiques PRONAT et PTC. Les relations et communications entre les acteurs sociaux en présentent les caractéristiques spécifiques, comme la non-prédictibilité des comportements et l'oscillation de la logique des processus sociaux entre l'équilibre et l'évolution (Geyer et Rihani 2010; Le Moigne 1990; Moine 2006, 2007; Morin 2005). Donc, ce sera par les sciences de la complexité que nous aborderons les questions.

Les sciences de la complexité peuvent être vues comme la conjonction d'approches, de théories et de méthodes pour comprendre les phénomènes complexes. Néanmoins, la théorie générale des systèmes joue un rôle important comme moyen de connexion entre les démarches objectivistes et subjectivistes. Les démarches objectivistes peuvent être mathématiques (p.ex., les systèmes dynamiques, la théorie du chaos) ou symboliques/informatiques (p.ex., l'Intelligence Artificielle, les réseaux neuronaux). Les démarches subjectivistes sont celles issues des sciences sociales (p.ex., décision collective, perception, mimétisme)(Deffuant et al. 2015; Gilbert et Bullock 2014).

Le Moigne (1990, p. 41) a défini le système complexe comme “... *un modèle d'un phénomène perçu complexe que l'on construit par modélisation systémique*”. En effet, la modélisation et la simulation sociale, notamment la modélisation multi-agent, s'affirment au fil de temps comme une méthode appropriée pour décrypter les phénomènes sociaux tels que le comportement individuel (Balke et Gilbert 2014;

Schlüter et al. 2017), l'usage et la gestion de ressources naturelles (An 2012; Poteete, Janssen, et Ostrom 2010), l'analyse du pouvoir des acteurs sociaux (Sibertin-Blanc et al. 2013), la concertation collective et participative (Etienne 2010) ou l'étude de l'impact des politiques publics sur la société (Furtado, Sakowski, et Tóvolli 2015).

Sibertin-Blanc et al. (2010) et Zoya et Roggero (2014, 2015) ont souligné l'importance du recours à des théories sociales dans les démarches de modélisations et simulation sociale par agents, permettant de disposer d'un métamodèle formel qui permet la transcription de la discursivité des théories issues des sciences sociales vers un langage formel, mathématique ou informatique en un processus itératif et incrémental (Figure 1.2). En effet, le décryptage d'un phénomène social passe par la définition d'un objet de recherche conceptuel (p.ex., un réseau social, une organisation, un système socio-écologique), d'un système de référence (p.ex., le paradigme réductionniste ou de la complexité), d'une ou plusieurs théories sociales (p.ex., la Sociologie de l'Action Organisée) et d'un métamodèle (p.ex., SocLab) qui fait la traduction des théories vers un langage formel. Donc, à partir du métamodèle le modèle sera conçu et ensuite exécuté par simulation pour l'analyse des scénarios et les analyses statistiques de résultats.

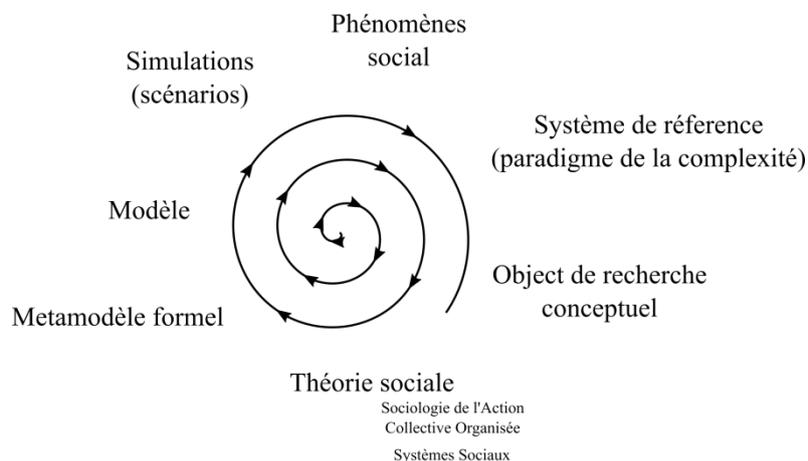


Figure 1.2. *Illustration du processus itératif de modélisation et simulation d'un phénomène social. Source : adapté de Zoya et Roggero (2014).*

Pour atteindre nos objectifs, l'évaluation des politiques publiques de développement territorial durable, il nous faut partir d'axiomes, de présupposés cohérents et en accord

avec les caractéristiques de la question de recherche. En fait, nous allons étudier le territoire faisant l'objet de deux politiques publiques, le PRONAT et le PTC, en le regardant comme un système social complexe (Furtado et al. 2015; Geyer et Rihani 2010) qui sera abordé par les sciences de la complexité (Byrne 1998; Castellani et Hafferty 2010; Varenne 2010, 2011). Donc, notre recherche considère les axiomes suivants :

I. Les processus sociaux territorialisés peuvent être considérés comme des phénomènes complexes que nous pouvons approcher par la modélisation systémique ;

II. Les territoires cibles des politiques publiques peuvent être observés comme des systèmes sociaux dotés d'une structure (des membres, des ressources, des objectifs, des règles et des frontières) et d'une stratégie (rationalités des acteurs sociaux qui font partie du système) ;

III. Les acteurs sociaux qui font partie de ces systèmes agissent selon une rationalité limitée utilitariste, ce qui signifie qu'ils cherchent à maximiser leur capacité à réaliser leurs objectifs, qui débordent les objectifs communs du système ;

L'hypothèse de notre recherche est la suivante : Les politiques publiques PRONAT et PTC altèrent l'équilibre des rapports de forces parmi les acteurs sociaux du territoire et les Territoires Ruraux soumis à ces politiques publiques ont vécu un rééquilibrage du jeu social en matière de rapports de pouvoir des acteurs sociaux engagés dans les CODETER.

1.7 Organisation du mémoire

Le **chapitre deux** définit le concept de *système socioterritorial complexe* à partir d'une réflexion sur une nouvelle approche du développement durable basée sur l'engagement de la société dans les processus de décisions collectives (Besancenot 2009; Claval 2008; D'Aquino 2002; Hamdouch et Zuideau 2010; Nassima 2007; Sébastien et Brodhag 2004; TWB 2015; Veiga 2006; Zuideau 2000). L'importance de la dimension sociale (les acteurs sociaux et les réseaux de communications, les influences mutuelles, les processus de prises de décisions, etc.) comme composante et cible des politiques publiques de développement est un phénomène relativement récent qui demande une approche de recherche basée sur des concepts et méthodes appropriés à ce genre de problématique. Donc, pour évaluer les politiques publiques PRONAT et PTC, nous

avons choisi le paradigme de la complexité et l'approche de modélisation systémique dans notre définition du concept de système socioterritorial complexe à partir des travaux de Moine (2006, 2007), Leloup (2010), Signoret (2011) et Silva (2015). Au passage, nous comparons ce concept avec ceux de système sociotechnique (Bonnen 1979 ; Trist 1981 ; Callon 1989 ; Latour 2005) et de système socioécologique (Ostrom 2007, 2009 ; Etienne 2010 ; Poteete et al. 2010).

Le **chapitre trois** évalue les théories sociales et les concepts du pouvoir et de réciprocité dans une conception compatible avec les sciences de la complexité. Dans ce chapitre, nous évaluons l'importance des concepts de pouvoir et de réciprocité pour analyser les relations entre les acteurs sociaux territorialisés, à partir de deux théories : la Sociologie de l'Action Organisée due à Crozier et Friedberg (1977), Friedberg (1993) et les Systèmes Sociaux de Luhmann (1995).

Pour l'observation du système socioterritorial complexe, nous avons choisi la Sociologie de l'Action Organisée qui est attachée à l'approche empirique (individualisme méthodologique et rationalité limitée), qui analyse le pouvoir selon Dahl, et qui a été déjà appliquée à la modélisation et simulation de divers systèmes d'acteurs territorialisés. Pour une analyse du pouvoir du point de vue macrosociologique et selon une approche plus proche des sciences de la complexité, nous avons choisi la théorie luhmannienne des Systèmes Sociaux, où le pouvoir est analysé ou interprété selon la théorie foucauldienne.

Considérant l'importance des échanges symboliques au sein des territoires Ruraux au Brésil, nous avons choisi de prendre en compte la théorie de la réciprocité comme support pour l'étude des conséquences du changement des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux. Nous partons de l'hypothèse suivante : les changements de rapports de pouvoir ont un impact sur les relations de réciprocité symboliques entre les acteurs sociaux dans le SSTeC soumis aux politiques publiques PRONAT et PTC.

Le **chapitre quatre** fait une revue de l'état de l'art des métamodèles de systèmes sociaux basés sur des théories sociales. Pour se prêter à la modélisation et à la simulation computationnelle, une théorie sociale doit être formalisée dans une logique mathématique ou symbolique qui permettra la description de la structure sociale et de la dynamique des systèmes socioterritoriaux complexes. Dans le cas de la Sociologie de l'Action Organisée, nous disposons déjà d'une formalisation mathématique/symbolique,

l'approche SocLab (Chapron 2012 ; Sibertin-Blanc et al. 2013 ; El-Gemayel 2013 ; Mailliard 2008). Cette approche décrit une organisation sociale à partir des relations de contrôle et de dépendance des ressources entre les acteurs sociaux, et la dynamique à partir d'une approche par agents où chaque acteur vise, dans un apprentissage collectif du meilleur comportement à adopter, et avec une rationalité limitée, à maximiser ses capacités d'action. La méthode a été déjà appliquée pour l'évaluation de systèmes socioécologiques et dans diverses situations où la question centrale était la gestion de ressources territorialisées (Adreit et al. 2009; Casula 2011; Roggero et Baldet 2011; Silva 2014, 2015b; Silva et al. 2014; Silva, Sibertin-Blanc et Gaudou 2011).

Les Systèmes Sociaux (SS) de Luhmann s'attachent à décrire la société à partir d'une réinterprétation de la théorie des systèmes, de l'auto-organisation, de la communication et de l'autopoïèse. En général, les SS sont très difficiles à modéliser formellement (mathématiquement ou symboliquement), mais ils nous fournissent de nombreux concepts qui peuvent être utilisés dans une démarche de modélisation sociale (Dittrich, Kron, et Banzhaf 2003; Fleischmann 2005; Leydesdorff 2005; Salgado et Gilbert 2013; Silva, Marietto, et Ribeiro 2008).

Le **chapitre cinq** présente l'approche SocLab, un métamodèle de la Sociologie de l'Action Organisée, mais qui lui ajoute d'autres théories sociales et heuristiques computationnelles pour répondre aux questions sur la structure et la dynamique des systèmes sociaux. À partir d'une représentation simple des Systèmes d'Action Concrets de Crozier et Friedberg (1977), l'approche SocLab définit un Système d'Action Organisée dont la structure est représentée par les acteurs du modèle et les relations qu'ils entretiennent du fait des ressources qu'ils contrôlent et dont ils dépendent. Pour représenter la dynamique sociale, l'approche SocLab utilise l'apprentissage par renforcement où les acteurs agissent selon une rationalité limitée. L'approche SocLab permet la définition d'indicateurs sociologiques comme la capacité d'action et le pouvoir qui seront utilisés pour évaluer les politiques publiques PRONAT/PTC.

Dans ce chapitre nous présentons une description non exhaustive du métamodèle SocLab, de ses équations et algorithmes. Nous avons retenu seulement les aspects importants pour l'analyse des systèmes socioterritoriaux complexes en introduisant d'autres éléments comme la théorie de la réciprocité, l'indicateur sociologique « taux de

réciprocité » et la recherche-action comme moyen d'observation et de collecte systématique de données pour informer le processus de modélisation.

Le **chapitre six** est dédié aux modèles et simulations des systèmes socioterritoriaux complexes que constituent les CODETER du Territoire Rural Sud de Sergipe (TRSS) et du Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF). Dans ce chapitre, nous donnons une description détaillée des modèles, l'analyse structurelle de leurs propriétés intrinsèques et interprétons les résultats des simulations. Pour évaluer l'efficacité du PRONAT/PTC sur les Territoires Ruraux TRSS et TRBSF, nous avons utilisé les indicateurs sociologiques de capacité d'action, pouvoir, partage du pouvoir absolu et le taux de réciprocité.

D'abord, nous pouvons conclure que, d'après les modèles et les simulations, il y a une claire opposition entre les acteurs du terrain qui représentent le pouvoir traditionnel bien établi au fil du temps et la société civile qui a commencé à s'organiser depuis les années 1980, notamment dans l'espace rural. Ensuite, les deux Territoires ont évolué vers des systèmes plus simples et avec plus de liberté pour les acteurs grâce à la diminution de l'importance des ressources contrôlées par les municipalités, sans doute source des conflits. Finalement, les indicateurs sociologiques nous montrent des changements majeurs sur les deux Territoires en matière d'*empuissance* de la société civile mesuré par les indicateurs SocLab *pouvoir, capacité d'action et taux de réciprocité*.

A partir des résultats de simulations sociales des modèles SocLab des deux Territoires nous pouvons conclure qu'il y a des évidences pour affirmer que les politiques publiques PRONAT et PTC ont été déterminant pour le changement des rapports de forces entre les représentants de la société civile et le pouvoir public, notamment l'empuissance de la société civile.

En conclusion, cette approche nous a permis à identifier que le PRONAT/PTC a été effectif dans les deux Territoires Ruraux TRSS et TRBSF et nous constatons qu'il y a des similitudes importantes entre leurs CODETER et ceux de l'ensemble des Territoires Ruraux du Sergipe et du Brésil. Cela pose la question de généraliser l'hypothèse suivante : les analyses structurelles des modèles et les indicateurs sociologiques tels que la capacité d'action, le pouvoir, le pouvoir absolu, et notamment le taux de réciprocité, montrent que le PRONAT/PTC a changé les rapports de pouvoir entre les acteurs qui participent activement au CODETER

Dans le **chapitre sept** nous présentons les conclusions générales, les apports de la thèse, les limites du travail, ainsi que les perspectives. D'abord, nous concluons que la méthode proposée a été très effective pour l'évaluation des politiques publiques territoriales, par la construction des sociétés artificielles et la mesure d'indicateurs sociologiques comme le pouvoir, la capacité d'action et le taux de réciprocité. Puis, nous avons comme contributions théoriques et méthodologiques de cette thèse la définition de l'objet de recherche (système socioterritorial complexe - SSTeC) à partir de deux théories sociales, l'usage de SocLab pour évaluer l'impact de deux politiques publiques sur deux SSTeC (TRSS et TRBSF), une nouvelle interprétation des échanges entre les acteurs dans l'approche SocLab (échanges symboliques) et la proposition d'un indicateur appelé *taux de réciprocité*, dans une démarche de recherche-action pour la collecte de données pour modéliser les SSTeC.

Malgré l'usage de deux approches pour modéliser les aspects clés des systèmes socioterritoriaux complexes, il faut reconnaître que les limites de SocLab et du S4Luhmann restreignent notre analyse. SocLab ne permet pas l'analyse de jeux sociaux avec beaucoup d'acteurs, il considère des systèmes dont la structure est assez bien définie et ne permet pas de considérer leur évolution, et les comportements des acteurs ne sont considérés que du point de vue de leurs impacts sur les autres acteurs en s'abstrayant de leur effet sur l'espace vécu. Nous avons toujours la nécessité d'observations empiriques pour développer des modèles SocLab. Le S4Luhmann est loin de la réalité concrète du terrain et ne sert qu'à des études exploratoires sur les concepts développés par Luhmann.

La validation des modèles reste difficile dans le domaine des systèmes multiagents, notamment la modélisation et simulation de systèmes sociaux. En fait, notre validation a été conduite à partir des ateliers avec des scientifiques et techniciens qui connaissent bien les territoires. Donc, il faudrait élargir la participation à ces ateliers pour permettre une vision plus complète du système social.

La méthode présentée dans cette thèse pourrait être appliquée à d'autres politiques publiques territoriales et dans d'autres contextes qui nécessitent l'analyse des rapports de pouvoir entre les acteurs. Dans le cas du Brésil, nous pourrions appliquer cette approche pour l'étude des Comités de Bassin Versants, des Comités pour

Développement Durable de chaque État ou municipalité, ainsi que pour l'étude des Territoires Indigènes ou « Quilombolas ».

Chapitre 2 - L'objet de notre recherche : le système socioterritorial complexe

2.1. Un nouveau paradigme

Les politiques publiques pour le développement régional opèrent un changement de paradigme : la logique des compensations et subventions est remplacée par la croissance endogène basée sur les potentialités locales ou territoriales (Claval 2008; DATAR 2010; OCDE 2013). Cela signifie que chaque région doit s'engager vers de nouveaux objectifs, dans une nouvelle forme de gouvernance et avec de nouveaux outils pour s'adapter à un monde plus connecté et interdépendant.

Par exemple, l'OCDE (2013) a fait une comparaison entre les politiques publiques territoriales brésiliennes et européennes. Malgré les différences d'objectifs – le Brésil vise, surtout, l'inclusion sociale et l'Europe, plutôt, la cohésion sociale – ces deux régions convergent dans leur volonté d'utiliser des potentiels locaux pour augmenter la compétitivité régionale. Comme le souligne Moine (2007, p. 40) :

*Plus globalement il est admis que face à la complexité croissante de l'environnement économique, social et politique (liée à l'affirmation de nouveaux acteurs), et face à l'enchevêtrement des niveaux local, national, européen et international, les formes classiques de gouvernement ont progressivement été remplacées par des systèmes où la **société civile** occupe une place importante.*

Ce changement de paradigme implique un basculement dans la définition classique du développement durable, à savoir un équilibre entre la croissance économique, l'inclusion sociale et la conservation environnementale (UN, 1987). Néanmoins, cette formule a déjà démontré ses limites quand nous la confrontons à une situation sociale actuelle plus complexe. Ainsi, selon le nouveau paradigme, le développement durable doit passer par la valorisation des atouts locaux, en valorisant les relations entre l'espace géographique et les êtres humains qui le gèrent, l'aménagent et le modifient, dans un effort de concertation entre les diverses parties prenantes (économiques, gouvernementales, sociétale).

Ce chapitre analyse ce changement de paradigme du développement durable et ses conséquences pour l'étude du territoire dans la section 2.2. La section 2.3 sera dédiée à

la description des éléments des sciences de la complexité qui peuvent être utiles pour l'étude du développement régional. La section 2.4 présente la définition du territoire comme un système complexe d'acteurs – le système socioterritorial complexe. Enfin, dans la section 2.5, nous comparerons le système socioterritorial complexe avec les systèmes sociotechnique et socio écologique.

2.2 L'importance de la dimension sociale dans le développement durable territorialisé

2.2.1 Les limites du modèle actuel de développement durable

Le développement durable est un concept élastique : il résulte d'un consensus politique qui a changé la manière dont l'être humain fait face à sa propre évolution et aux limites de l'usage des ressources naturelles. Selon le rapport de Brundtland, publié par l'ONU (1987), le développement durable est « ... *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ». Sachs (2007) l'a défini comme l'équilibre entre les dimensions économique, sociale, environnementale, culturelle et institutionnelle.

Le modèle classique de développement durable ancré sur ces trois piliers a permis l'établissement d'accords globaux, comme les accords sur le climat, la protection de biomes en danger, le marché du charbon ou l'économie verte. Néanmoins, nous constatons l'inefficacité des politiques publiques qui partent de cette notion classique pour le développement durable au niveau local et régional, notamment les interventions publiques qui ignorent les particularités locales et la complexité des phénomènes sociaux (Colander et Kupers 2014; Geraldi 2012; Scott 1998).

Malgré l'acceptation unanime de cette approche (l'équilibre des trois piliers) pour traiter les problèmes liés au développement durable, Sébastien et Brodhag (2004) argumentent que la polarisation des débats entre les dimensions économique et environnementale conduit à la négligence de la dimension sociale. En effet, la force du pouvoir économique et du réseau social international autour de l'environnement diminue le pouvoir des communautés locales dans les débats sur les actions à l'échelle territoriale.

En fait, les études sur la dimension sociale du développement durable sont essentiellement consacrées à la pauvreté et aux inégalités sociales (Sébastien et Brodhag 2004). Donc, il y a peu d'attention aux rapports de forces entre les acteurs sociaux, aux

relations d'interdépendances, aux réseaux sociaux, à la participation citoyenne aux processus de décision collectifs, ainsi qu'à la cohésion sociale. En effet, l'importance et l'influence des aspects économiques pour le développement et l'émergence des questions environnementales captent l'attention, au détriment de l'établissement de connections entre ces deux dimensions et la dimension sociale dans un sens plus large.

La Figure 2.1 montre la manière sectorielle dont, selon Besancenot (2009), le développement est traité. L'auteur argumente que la fragilité des politiques publiques régionales réside dans la polarisation entre les priorités économique et environnementale. En fait, les chocs et les conflits issus de cette polarisation empêchent la construction collective des solutions pour la région. Pour cela, il faut qu'il existe des espaces de négociation, de concertation, de communication et de dialogue entre les parties concernées. Autrement dit, il faut que la dimension sociale reçoive l'attention nécessaire au-delà de l'assistance sociale et de la réduction de la pauvreté.

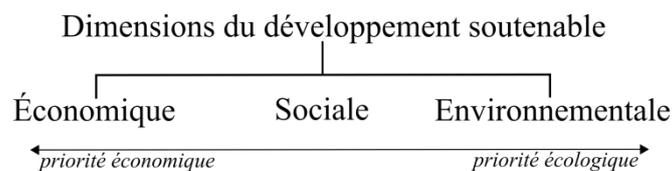


Figure 2.1. *Les dimensions du développement durable et la polarisation entre les dimensions économique et environnementale dans l'approche sectorielle des politiques publiques. Source : adapté de Besancenot (2009).*

Geyer et Rihani (2010) ont démontré que les politiques publiques ancrées sur le paradigme mécaniciste (bureaucratie, rationalisation déterministe, autoritarisme et faible participation de la société civile) ont échoué à plusieurs reprises dans le monde, et qu'il faut donc se tourner vers un autre paradigme qui considère la complexité sous-jacente des objets des politiques publiques.

Pour faire face à ces insuffisances, les pouvoirs publics (depuis les années 2000 au Brésil et les années 1960 en France) ont peu à peu adopté des stratégies de développement ancrées sur le concept de territoire. L'approche territoriale a comme principes le développement endogène, la vision systémique des problèmes, la valorisation des atouts économiques et sociaux locaux et la concertation locale. Où, selon Haesbaert (2003), le territoire est un espace-processus socialement construit. Cette

approche, une fois de plus, apparaît comme le résultat d'un consensus, même s'il n'y a pas de solutions simples pour l'opérationnaliser. Au Brésil et en Europe, ces processus de territorialisation sont encore en cours et cherchent l'intégration de régions fragilisées, l'inclusion sociale, la cohésion sociale, etc. (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale (DATAR) 2010; MIN 2010; OCDE 2008, 2013).

2.2.2 Les politiques territoriales comme stratégie pour le développement durable

Le territoire est un concept qui a plusieurs définitions. Il est toujours associé à l'espace physique, administratif ou aux espaces simplement appropriés par la société. Le terme peut faire sens pour le développement durable, quand nous le regardons comme une construction sociale qui établit dans un espace géographique bien délimité et bâti à partir de la concertation locale en considérant les diverses relations de pouvoir conflictuelles (Zuindeau 2000 ; Veiga 2006 ; Moine 2006 ; Claval 2008 ; Besancenot 2009 ; Bertacchini 2010).

La liaison explicite entre le développement durable et le territoire est relativement récente et basée sur le fait que tous les processus économiques, sociaux et environnementaux se passent dans un espace géographique bien déterminé (Zuindeau 2000). Selon Besancenot (2009), lier le développement durable au territoire signifie la prise en compte définitive de la dimension sociale contre la polarisation entre les seules dimensions économiques et environnementales (Zuindeau 2000 ; Sébastien et Brodhag 2004). En fait, l'être humain était déjà au centre du débat comme nous le constatons dans le principe de la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement durable¹⁰ (Besancenot 2009; ONU 1992).

Néanmoins, selon Besancenot (2009), ces principes sont très difficiles à théoriser et opérationnaliser quand il s'agit de décision collective multi-échelle et participative, de concertation autour d'objectifs contradictoires et conflictuels, et d'élaboration de stratégies de long terme. En fait, selon Zuindeau (2000, p. 62) « ... *jusqu'à présent, la réalité ne nous offre pas de modèles-types de durabilité au plan territorial* ». Ainsi, est-ce à partir de négociations et d'accords entre les acteurs sociaux du territoire que la durabilité autour d'un projet partagé qui pourrait être opérationnalisée (Cunha et Ruegg 2003; D'Aquino 2002).

¹⁰ « Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature. » (ONU, 1992).

Dans ce scénario d'implémentation de politiques publiques territoriales, les acteurs sociaux locaux prennent un rôle majeur. Organisés autour d'un projet partagé, ils ont pour but la prise de décisions collectives, limitées par la rareté des ressources, par les conflits internes, par le manque de communication efficace et par les problèmes de négociation. En général, la concertation territoriale est animée par les gestionnaires publics qui la coordonnent, fournissent les moyens de son organisation et mettent en œuvre les règles qui ont été définies préalablement. Cependant, malgré la prise de conscience de l'importance de la dimension sociale et de la nécessité d'une vision intégrative, la majorité des actions de développement durable, encore aujourd'hui, demeure sectorielle.

2.2.3 Un nouveau paradigme du développement durable territorial

Selon Besancenot (2009), il ne doit pas y avoir de priorité dans la recherche des solutions durable pour le développement territorial. Les actions doivent être collectives et intégrées selon un point de vue systémique. Toujours selon cet auteur, ce sont les processus sociaux transversaux qui doivent être au centre de la recherche, du développement et de l'innovation.

La Figure 2.2 montre le schéma d'un modèle, adapté de Silva et al. (2014), pour le développement durable. Dans cette vision, le projet partagé, en général motivé et animé par une politique publique, se déroule dans un espace géographique ou dans une division territoriale administrative. Dans cette région les acteurs sociaux et les institutions partagent quelques similitudes, identités et homogénéités. Donc, les solutions durables seront à trouver par la concertation, la participation/mobilisation des parties prenantes, la valorisation d'atouts locaux, la croissance des réseaux sociaux et de la cohésion sociale. Hamdouch (2010) et Hamdouch et Zuindeau (2010) montrent que chaque espace géographique demande une solution négociée et adaptée à ses réalités. Selon Bertacchini (2010, p. 80), « *l'existence ou l'inexistence d'un réseau de relations entre acteurs locaux peut s'avérer être une barrière ou un catalyseur dans la construction ou la reconstruction du lien territorial* ».

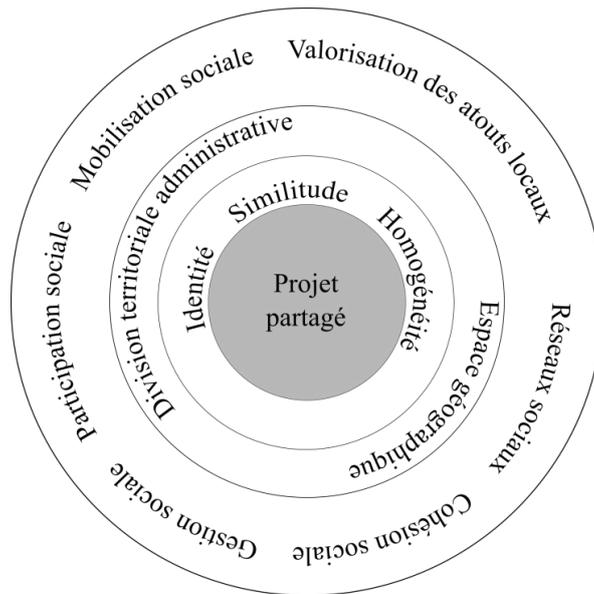


Figure 2.2. *Le concept de durabilité à partir d'un projet partagé entre les acteurs sociaux et les institutions qui partagent des similitudes, identités et formes d'homogénéité dans un lieu particulier, entouré par les éléments de la dimension sociale (cohésion sociale, gestion sociale, participation sociale, mobilisation sociale, valorisation des atouts locaux et réseaux sociaux). Source : adapté de Silva et al. (2014).*

Le développement durable territorial, selon cette nouvelle conception, résultera des interactions entre les processus sociaux et les composants (biotiques et artificiels) de l'espace géographique qui supporte les actions locales. Donc, la combinaison de l'action publique *top-down* (politiques publiques, animation, financement, coordination générale) et de la mobilisation sociale *bottom-up* (concertation locale, proposition de projets) doit être vue comme la solution la plus effective pour le développement durable. Néanmoins, comprendre les réactions de la société (individus, groupes, institutions, organisations, etc.) vis-à-vis des actions du pouvoir public reste une tâche difficile.

Dans cette section nous avons proposé un nouveau paradigme du développement durable territorial, révisant l'équilibre classique entre les dimensions économiques, sociales et environnementales. Selon cette proposition, la durabilité sera assurée si les gestionnaires publics et la société civile, en lien avec les autres parties prenantes du territoire, s'engagent autour d'un projet commun et partagé. Autrement dit, il faut avoir une motivation (p.ex., la prise de décision collective sur la construction d'une école rurale, un pont, une fabrique de farine de manioc, etc.), pour mettre autour de la même

table les acteurs concernés. Néanmoins, il faudra que la capacité d'action et le pouvoir décisionnel soient partagés de façon équitable entre eux. De plus, pour que le projet soit mis en place, il faudra prendre en compte les phénomènes sociaux locaux, reconnus complexes selon notre axiome I (cf. section 1.6).

2.3 La complexité des phénomènes sociaux territorialisés

En général, les politiques publiques, dans leurs divers échelles et objectifs, n'ont pas eu le succès espéré, au moins dans les années après-guerre et jusqu'au début du XXI^{ème} siècle (Scott 1998). Selon Geyer et Rihani (2010), cela s'explique par le paradigme mécaniciste adopté par les politiciens, gestionnaires et techniciens appliqué à une réalité complexe. Mais avant d'examiner la complexité des phénomènes sociaux territorialisés et des formes territorialisées des politiques publiques, il faut, d'abord, se pencher vers la définition de la complexité elle-même, des sciences de la complexité, et des approches de la complexité.

2.3.1 Les phénomènes sociaux complexes

Selon Geyer et Rihani (2010), les phénomènes observables peuvent être divisés en trois groupes : physiques, biotiques et sociaux. Ces phénomènes présentent des caractéristiques diverses qui peuvent être abordées selon le point de vue de l'enquêteur et le niveau d'organisation de l'objet observé, qui varie de l'ordre absolu et le chaos. Par exemple, dans le cas des phénomènes physiques qui présentent un ordre suffisant pour que nous les approchons par la mécanique classique, le chercheur peut décomposer l'objet et rendre compte de son comportement à partir du fonctionnement de ses composants. Dans le cas des phénomènes biotiques, qui présentent davantage de désordre, l'approche classique est organiciste et vise, surtout, la modélisation de la communication entre les « organes ». Et, dans le cas des phénomènes sociaux, plus imprévisibles que les autres, nous avons une myriade de théories et paradigmes qui cherchent à décrypter les principes fondamentaux du comportement des êtres humains. Donc, selon cette distinction, les phénomènes sont plus ou moins complexes selon leur niveau d'ordre.

Il n'y a pas une définition unique de la complexité. Pour Cioffi-Revilla (2014), la complexité est le résultat de l'interaction entre le sujet et la nature par l'intermédiation des artefacts artificiels créés par la société. Selon Miller et Page (2007), la complexité

est une propriété intrinsèque d'un phénomène qui présente les caractéristiques de robustesse, d'émergence et une forte dépendance vis-à-vis des connexions entre les éléments du niveau plus bas. Castellani et Hafferty (2010) regardent la complexité comme un descripteur d'un type spécial de phénomènes, qui peut être caractérisé comme fortement relationnel, émergent, auto-organisable, interdépendant, dynamique, génératif, adaptatif et ouvert (*open-ended*). Malgré cette diversité, nous constatons que la complexité est le plus fréquemment associée à un ensemble de caractéristiques d'un phénomène qui présente suffisamment d'ordre pour que l'on puisse l'étudier en distinguant ses éléments constitutifs et, en même temps, un niveau de désordre qui rend inopérant une décomposition mécanique et déterministe de son fonctionnement.

Ainsi, les **phénomènes sociaux complexes** seront ceux possédant les propriétés suivantes (Geyer et Rihani 2010) : pouvoir limité d'explication du phénomène par le fonctionnement de ses composants (individus) ; irréversibilité des actions au cours du temps ; présence d'attracteurs ; connectivité locale par des règles simples/distinguables ; variété locale et stabilité globale ; non-linéarité ; capacité d'adaptation ; évolution par coopération et conflits entre ses composants et avec l'environnement ; équilibre ponctuel et points critiques (*tipping points*) ; augmentation de la complexité au fil de temps ; cadre social génératif (normes, croyances, culture, etc.) ; émergence et non-prédictibilité ; mécanisme d'apprentissage.

2.3.2 Les sciences de la complexité

Les **sciences de la complexité** sont l'ensemble des théories, méthodes, outils, etc., qui abordent les phénomènes complexes selon : une approche intermédiaire entre l'ordre total et le chaos ; une intelligibilité obtenue par une combinaison entre le réductionnisme et le holisme ; une prédictibilité et l'émergence incertaine ; un déterminisme remplacé par la probabilité ou possibilité ; et, dans le cas des phénomènes sociaux, l'interprétation et la cognition de l'observateur jouent un rôle majeur (Geyer et Rihani 2010). Néanmoins, malgré les succès dans le champ de la physique et de la biologie, les sciences de la complexité sont confrontées à des défis énormes dans les sciences sociales. Castellani et Hafferty (2010) soulignent qu'il y a deux courants épistémologiques dans ce domaine : le premier, lié au réalisme critique¹¹ plus attaché

¹¹ Le réalisme critique considère qu'il y a une réalité indépendante de l'observation qui peut être perçue à partir de différents points de vue. Donc, le réalisme critique est entre le positivisme (la séparation entre

aux explications de la société avec le support des analogies et artefacts des sciences de la nature ; et le second, lié au constructivisme.

En considérant l'épistémologie du réalisme critique, Furtado et Sakowski (2014) montrent qu'une pléthore de méthodes sont apparues au cours du XX^e siècle pour faire face à des problèmes complexes, notamment la théorie de l'information, la cybernétique, la théorie générale des systèmes, les automates cellulaires, la théorie du chaos, les fractales, la dynamique des systèmes, l'autopoïèse, les systèmes experts, les systèmes multi-agents, etc. Néanmoins, il faut souligner que l'application de ces méthodes dépend du phénomène à observer ; par exemple, les outils pour la modélisation du mouvement de particules atomiques (p.ex. la mécanique statistique) ne sont pas complètement applicables dans le domaine des sciences sociales.

2.3.3 Une classification des sciences de la complexité

Les sciences de la complexité peuvent être divisées en trois groupes (Manson 2001) : (1) *algorithmique*, qui serait ancrée dans les mathématiques et la théorie de l'information qui aborde les phénomènes complexes à partir des systèmes informatiques, statistiques et par équations ; (2) *déterministe*, au moyen de la théorie du chaos, des fractales, de la dynamique des systèmes, etc. ; (3) et *agrégée*, qui s'occupe des symboles, du comportement humain, des effets de l'*agentivité* et de la structure sociale sur la société. Pour leur part, Deffuant et al. (2015) répartissent les sciences de la complexité entre mathématique/physique dans la ligne de l'Institut Santa Fé, la complexité informatique attachée à l'interdisciplinarité, aux Big Data, à l'Intelligence Artificielle et à l'intégration de données, et les sciences de la complexité du sujet connaissant, social, associées aux sciences humaines et sociales.

Partant de ces deux classifications, nous proposons la répartition des sciences de la complexité en trois groupes, à savoir (Figure 2.3) : (1) par l'objectivité mathématique qui essaie de modéliser la réalité à partir d'équations selon la théorie du chaos, les fractales, les systèmes dynamiques ou l'analyse statistique ; (2) par l'objectivité symbolique où la réalité est modélisée selon des paradigmes issus de la formalisation computationnelle comme les systèmes experts, les réseaux neuronaux artificiels ou les systèmes multi-agents ; (3) et, par la prise en compte de la subjectivité par les sciences

l'objet de recherche et le sujet) et le constructivisme où la réalité dépend de l'observateur, le sujet. (Hédoin, 2010).

humaines et sociales qui regardent les phénomènes complexes à partir d'une logique propre qui privilégie l'observation de l'*agentivité* (*agency*), de la structure sociale et des rapports entre l'acteur social et la société. Malgré l'importance donnée par Deffuant et al. (2015) aux masses de données (*Big Data*), le phénomène de l'abondance des données affecte les trois types des sciences de la complexité, certes, pas forcément de la même manière.

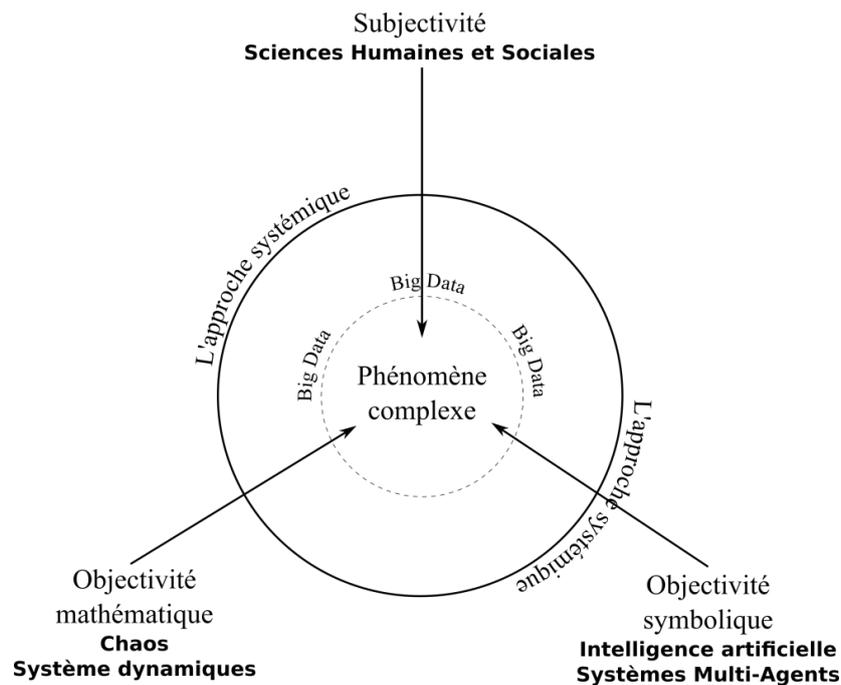


Figure 2.3. *Les trois façons d'approcher les phénomènes complexes. Par l'objectivité mathématique, par l'objectivité symbolique et par la subjectivité issue des sciences sociales. L'observation des phénomènes complexes est aujourd'hui médiatisée par les masses de données, et le langage commun pour le dialogue entre les sciences est l'approche par modélisation systémique. Source : élaboré par l'auteur.*

Ces trois classes de sciences de la complexité ont leurs propres langages, concepts, ontologies et épistémologies pour l'étude des phénomènes reconnus comme complexes. Donc, il faut choisir une approche qui facilite le partage des connaissances entre elles. Selon Ropohl (1999, p. 3), la théorie générale des systèmes fournit un langage uniforme utilisé par plusieurs disciplines pour décrire et expliquer une diversité de phénomènes complexes. Donc, l'approche systémique des phénomènes complexes peut servir de socle épistémologique pour la communication interdisciplinaire et l'échange de concepts, d'informations et de procédures entre les différentes sciences de la complexité.

2.3.4 L'approche systémique comme langage de communication interdisciplinaire

Selon Bertalanffy (2002), un système est une conceptualisation d'une réalité concrète perçue comme un organisme doté d'une fonction ou d'objectifs que le nous modélisons par : l'identification des entrées nécessaires au fonctionnement du système ; des résultats attendus ; des composants ou sous-systèmes internes et leurs relations ; son environnement ou la frontière entre le système étudié et les autres systèmes avec lesquels il communique ; et des boucles de rétroaction, positives ou négatives (qui renforcent ou freinent les tendances du système).

Chez les mathématiciens, l'approche systémique a été adoptée de manière assez directe par l'apparition de la théorie des systèmes dynamiques. Pour les informaticiens, le mot « système » fait partie de leur quotidien avec l'élaboration de procédures, programmes et logiciels informatiques qui interagissent. La géographie physique utilise l'analyse par *stocks* et *flux* pour la compréhension de la dynamique de phénomènes naturels comme la dynamique des dunes ou le schéma d'évolution d'une ville (Cole 1992). En sociologie, l'approche systémique est plus attachée à la sociologie structuraliste-fonctionnaliste initiée notamment par Talcott Parsons (Parsons et Shills 2008).

Néanmoins, la conceptualisation de la réalité par l'approche systémique ne garantit pas l'explication du fonctionnement d'un système. En fait, la contribution de la théorie générale des systèmes est de proposer des concepts et une manière d'approcher les problèmes qui peut être partagée par différentes disciplines. D'après Moine (2007), l'approche systémique au sens large se situe entre le réductionnisme positiviste et l'holisme constructiviste (Figure 2.4). Elle est réductionniste quand nous cherchons des composants et les relations de causalités dans leurs interactions, et holiste quand nous essayons de décrire la dynamique du système par des méthodes heuristiques venues de différentes disciplines pour rendre compte de relations difficiles à interpréter analytiquement.

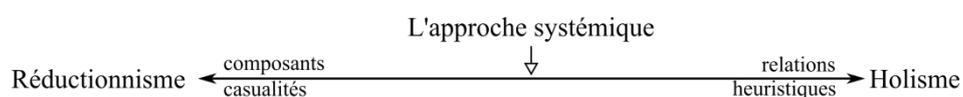


Figure 2.4. *L'approche systémique entre l'holisme et le réductionnisme. Source : élaboré par l'auteur.*

Le Moigne (1990, 2007) a promu l'approche systémique comme une façon de modéliser les phénomènes complexes. En fait, la théorie générale des systèmes a beaucoup contribué aux théories de la complexité, en tant que les phénomènes complexes sont reconnus comme **systèmes** complexes (Manson 2001). Néanmoins, il faut remarquer que la théorie générale des systèmes est plutôt focalisée sur l'étude des flux quantitatifs et de l'équilibre (Bertalanffy 2002). Quant à elles, les sciences de la complexité s'intéressent à la non-linéarité, l'émergence et l'évolution du système. Selon Furtado et Sakowski (2014, p. 3) :

Complex systems can be defined as systems in which agents interact with the environment and among themselves in a complex, nonlinear, and dynamic manner and whose actions generate emergent, observable structures through different scales; from usually simple rules that together allow for adaptation and evolution of the system itself.

Pour évaluer un territoire, nous nous intéresserons au couplage entre les phénomènes sociaux et les phénomènes spatiaux à toutes leurs échelles. Un exemple en est le travail de Bernoux, Bion, et Cohen (2001) qui ont posé le système d'acteurs au centre des diagnostics de territoires. Si chaque phénomène (social et géographique) analysé isolément présente des éléments de complexité, leur couplage sera forcément lui-même un phénomène complexe.

2.4 Le système socioterritorial complexe

2.4.1 Une définition systémique du territoire

Selon le géographe Lima (2011, p. 9), "*Le territoire est plus qu'un scénario, il est un système*" et, d'après Santos (1996, p. 51), "*...l'espace est composé par un ensemble indissociable, solidaire et aussi contradictoire, de systèmes d'objets et systèmes d'actions, qui ne sont pas considérés isolément, mais comme un cadre unique dans lequel l'histoire se passe*".

Sède-Marceau (2011) puis Sède-Marceau et Moine (2012) montrent qu'une définition claire et bien fondée du territoire est nécessaire avant de se lancer dans un projet d'observation et de modélisation de processus sociaux territorialisés, même s'il n'y en a pas qu'une seule définition. D'après Moine (2006, p. 126) « ... *le territoire est un*

système complexe évolutif qui associe un ensemble d'acteurs d'une part, l'espace géographique que les acteurs utilisent, aménagent et gèrent d'autre part ». Selon Roggero (2006) « ... *l'espace devient territoire quand il prend la forme d'un lieu créateur de ressources et porteur de sens pour les individus et les communautés* ». La dimension sociale est donc présente dans toute définition du territoire.

L'*Intelligence Territoriale* est aussi une démarche intégrative et pluridisciplinaire d'observation et de modélisation du territoire, où l'approche systémique joue un rôle majeur. Selon Bertacchini (2010), l'Intelligence territoriale est :

... un processus informationnel et anthropologique, régulier et continu, initié par des acteurs locaux physiquement présents et/ou distants qui s'approprient des ressources d'un espace en mobilisant puis en transformant l'énergie du système territorial en capacité de projet.

Si, d'après Leloup (2010), systématiser la connaissance autour du territoire passe par la modélisation formelle, mathématique ou informatique, pour Signoret (2011) le territoire est un processus de construction humaine, ce qui conduit à prendre en compte les perceptions qui ont fait le territoire et sa gouvernance. Selon Signoret (2011, p. 67)

... le territoire est une révélation, fortuite et aléatoire, qui s'appuie sur une relation particulière à l'espace et à l'environnement, et sur des schémas de perception et d'action individuels résultant d'un arbitrage entre l'espace idéalisé, quotidien et vécu. Comme nous le verrons, il ne correspond pas nécessairement à un espace délimité a priori pour des raisons administratives. En revanche nous le concevons à un premier niveau individuel et à un deuxième qui est collectif.

Dans la section suivante, nous détaillons la définition du territoire proposée par Moine (2006, 2007), celle que nous retiendrons parce qu'elle pointe les éléments essentiels pour l'évaluation des effets du PRONAT/PTC sur les Territoires Ruraux. En effet, cette définition place les acteurs sociaux au centre de la question, adopte l'approche systémique pour définir le territoire et considère les phénomènes sociaux comme complexes.

2.4.2 La définition du système socioterritorial complexe

La définition du territoire par l'approche systémique passe par l'identification de la structure générale du système et de ses objectifs ou fonctions, sa frontière avec son environnement, les entrées et les sorties envisageables, ses composants ou sous-systèmes et leurs relations les uns avec les autres, et les processus de rétroaction. Il faut aussi avoir une idée des processus d'évolution et d'équilibre en support à la structure du système.

Ainsi, en accord avec la proposition de Moine (2006, 2007), nous posons que le territoire est un *système socioterritorial complexe* composé de trois sous-systèmes principaux qui sont détaillés dans le tableau 2.1: le sous-système d'acteurs, le sous-système des perceptions et représentations, et le sous-système de l'espace géographique. Dans le contexte de notre recherche, l'objectif du système socioterritorial complexe est le développement durable du territoire à partir d'un projet partagé par les acteurs sociaux qui y habitent. Les acteurs agissent selon leurs logiques propres lors de la prise de décisions sur l'aménagement et l'usage de l'espace géographique, toujours selon des perceptions individuelles et collectives différentes de cet espace (Figure 2.5).

Table 2.1. *Composants du système socioterritorial complexe. Source : élaboré par l'auteur.*

Composant	Fonction	Composants
Sous-système d'acteurs	Prise de décision basée sur la perception et la représentation que chacun a de l'espace géographique (dans notre cas du Territoire Rural)	Les acteurs sociaux et la structure de leurs relations
Sous-système de l'espace géographique	Les changements de l'espace géographique aménagé (l'espace vécu)	Les processus d'appropriation, d'exploitation et d'échange du lieu, conditionnés par le climat et les caractéristiques biophysiques du milieu
Sous-système de perception et représentation	La boîte noire qui conditionne la manière dont chacun va interpréter l'espace géographique.	Éléments cognitifs pour l'individu. Éléments communicationnels pour les groupes sociaux

La fonction du **sous-système d'acteurs** est la prise de décision basée sur la perception et la représentation que chacun a de l'espace géographique. La prise de décision peut

être individuelle ou collective, et le mécanisme de décision peut être le choix individuel rationnel, le consensus, la négociation, etc. Les composants de ce système sont les acteurs sociaux (individus, organisations, collectivités, représentants des pouvoirs publics, etc.) qui sont liés par les relations de communications qui forment un réseau d'interdépendances. Chaque acteur a ses propres objectifs qui peuvent être en accord ou pas avec ceux du système socioterritorial, *i.e.* le développement durable du territoire. La boucle de rétroaction fournit des informations sur l'impact des décisions pour l'auto-analyse et la conservation ou le changement du comportement.

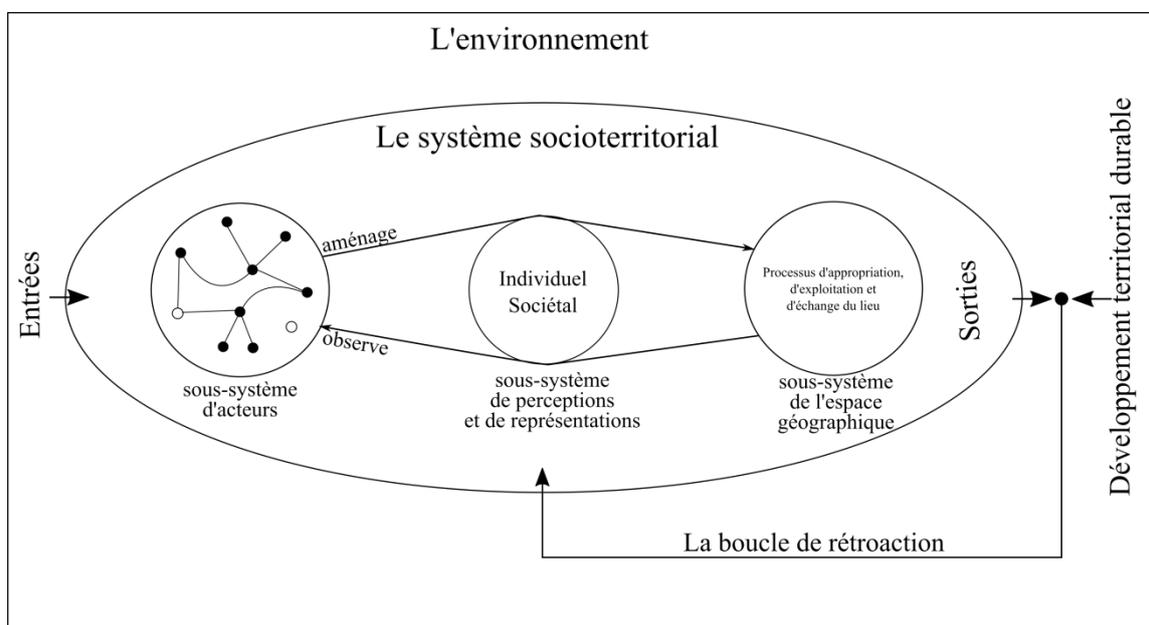


Figure 2.5. *Le système socioterritorial et ses sous-systèmes d'acteurs, de perception et de représentation, et géographique. Source : adapté d'après Moine (2006, 2007).*

Le **sous-système de l'espace géographique** a comme entrées les décisions du sous-système d'acteurs et comme sorties les modifications concrètes de l'espace géographique. Il est composé de plusieurs processus d'appropriation, d'exploitation et d'échange, conditionnés par le climat et les caractéristiques du milieu.

Selon Moine (2007, p. 37) *“Il faut [...] être capable de comprendre les jeux spatialisés des acteurs pour comprendre les processus qui guident l'évolution de l'espace géographique”*. Donc l'espace géographique est un enjeu qui peut être utilisé stratégiquement par les acteurs sociaux.

Le **sous-système des perceptions et des représentations** conditionne la manière dont chacun va interpréter l'espace géographique. Il comprend une partie individuelle propre à chaque acteur comme sa capacité cognitive, et autre partie commune liée aux caractéristiques sociétales comme les valeurs, les règles de comportement, etc. En fait, ce sous-système détermine la manière dont l'acteur observe et est amené à aménager l'espace. L'individu est touché par ses expériences, par ses capacités cognitives et d'action et par ses valeurs, mais aussi par les normes et les institutions sociétales, et vice-versa. Le même objet géographique ou paysage n'est pas regardé de la même façon par deux acteurs sociaux différents. Le sous-système de perceptions et de représentations fonctionne comme un filtre entre le sous-système d'acteurs et le sous-système de l'espace géographique.

En conclusion, il y a différentes visions et interprétations du territoire et que toutes les définitions, systémiques ou non, considèrent la dimension sociale, le système d'acteurs. En définissant notre objet de recherche comme un système conceptuel, nous proposons un cadre de référence similaire à la proposition de Schlüter et al. (2017) pour la modélisation de systèmes socioécologiques.

2.5 Les systèmes socioterritorial complexe, socioécologique et sociotechnique

La conceptualisation systémique du territoire vise l'établissement d'un langage commun pour la production d'une connaissance interdisciplinaire sur la complexité des relations entre le système d'acteurs et l'espace géographique, médiées par les sous-systèmes de perceptions et représentations, dans le même but que les définitions des systèmes socioécologique et sociotechnique. Ces trois définitions ont en commun le système d'acteurs qui, bien évidemment, est interprété de manière différente dans chaque cas.

2.5.1 Le système socioécologique

Les systèmes socioécologiques sont profondément liés à l'écologie, aux sciences de l'environnement et à l'intégration des aspects sociaux dans la résilience, la robustesse, la durabilité et la vulnérabilité de processus anthropologiques d'intervention sur la nature, la biosphère et l'écologie, tels que l'agriculture, la pêche, l'exploitation forestière, etc. (Ostrom 2007, 2009 ; Poteete et al. 2010 ; Schlüter et al. 2017).

En fait, il y a plusieurs définitions ou conceptualisations des systèmes socioécologiques en raison de leur nature interdisciplinaire, cependant, la question centrale est le couplage

entre le sous-système d'acteurs qui agit sur le sous-système écologique en utilisant certains sous-systèmes techniques comme, par exemple, l'irrigation, la pêche artisanale, la déforestation pour la préparation du terrain pour l'élevage et l'agriculture (Poteete et al. 2010 ; Étienne 2010). En général, les études sur les systèmes socioécologiques visent la rationalisation de l'usage de ressources partagées (*Common Pool Ressources*) comme, par exemple, une aire de pâturage ou un lac de pêche, ou l'usage de ressources publiques d'accès gratuit (*Public Goods*) comme, par exemple, l'oxygène ou l'eau des océans.

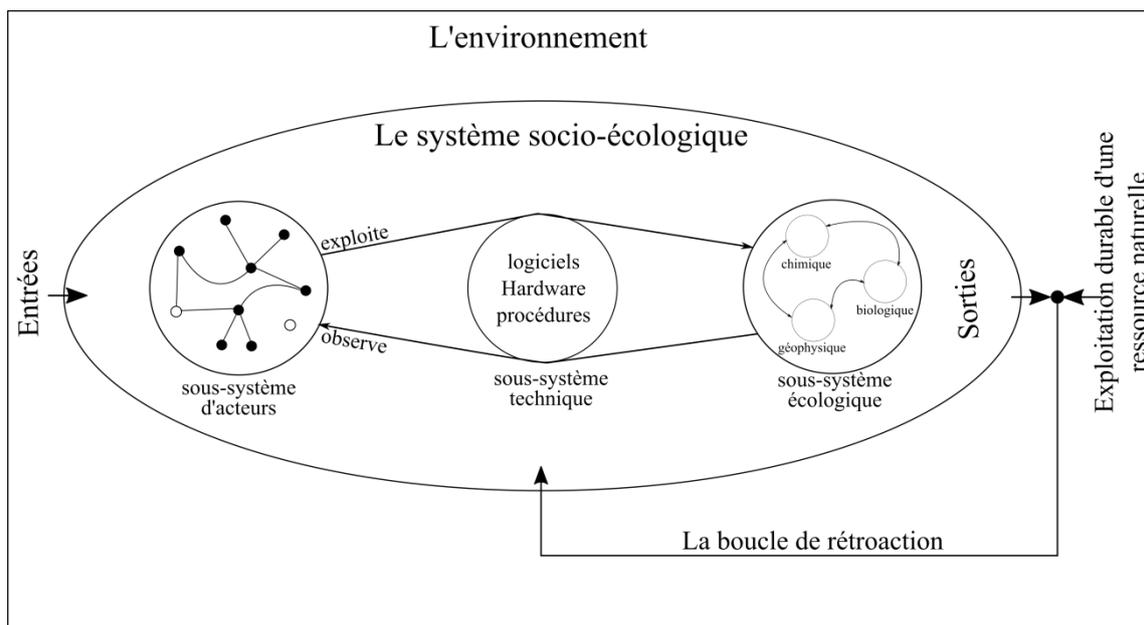


Figure 2.6. Le système socioécologique et ses sous-systèmes d'acteurs, technique et écologique. Source : élaboré par l'auteur.

Ainsi, le système socioécologique peut être conceptualisé comme le résultat des relations entre trois sous-systèmes : le sous-système d'acteurs, le sous-système technique et le sous-système écologique, qui sera composé de trois sous-sous-systèmes, le chimique, la géophysique et le biologique (Figure 2.6). Cette conception convient bien pour étudier l'exploitation durable de ressources privées ou publiques et nous pouvons l'utiliser à différentes échelles.

2.5.2 Le système sociotechnique

L'expression « systèmes sociotechniques » a été bâtie par Emery et Trist dans les années soixante dans un contexte d'étude des relations humaines dans l'industrie du

charbon en Angleterre à l'Institut Tavistock (Cherns 1976 ; Bonnen 1979 ; Trist 1981 ; Ropohl 1999). Ropohl (1999) affirme que l'origine de ces études est liée à l'échec du management traditionnel du début du XX^{ème} siècle qui avait pour stratégie de tout faire pour adapter les êtres humains aux technologies. Les systèmes sociotechniques représentent l'adoption d'une approche où la technologie conditionne les êtres humains, et vice-versa, dans un processus d'adaptation réciproque.

Ce rapport d'interdépendance entre les dimensions sociale et technique a été construit à partir de l'approche systémique à cause de sa nature interdisciplinaire intégrative en utilisant la théorie générale des systèmes par Bertalanffy, de la cybernétique par Wiener et par les systèmes sociaux par Talcott Parsons (Ropohl 1999). Le concept a bien évolué depuis le début de ce genre d'étude en fonction de la croissance de la présence de la technologie dans notre quotidien et dans presque tous les processus d'intervention humaine (Trist 1981 ; Callon 1989 ; Appelbaum 1997 ; Latour 2005).

Ce concept de système sociotechnique permet d'étudier le couplage entre les outils techniques et les humains et est composé par un sous-système d'acteurs, un sous-système de besoins et un sous-système technique (logiciels, *hardware* et d'autres sous-systèmes divers) dans un environnement d'autres systèmes bien défini (Figure 2.7).

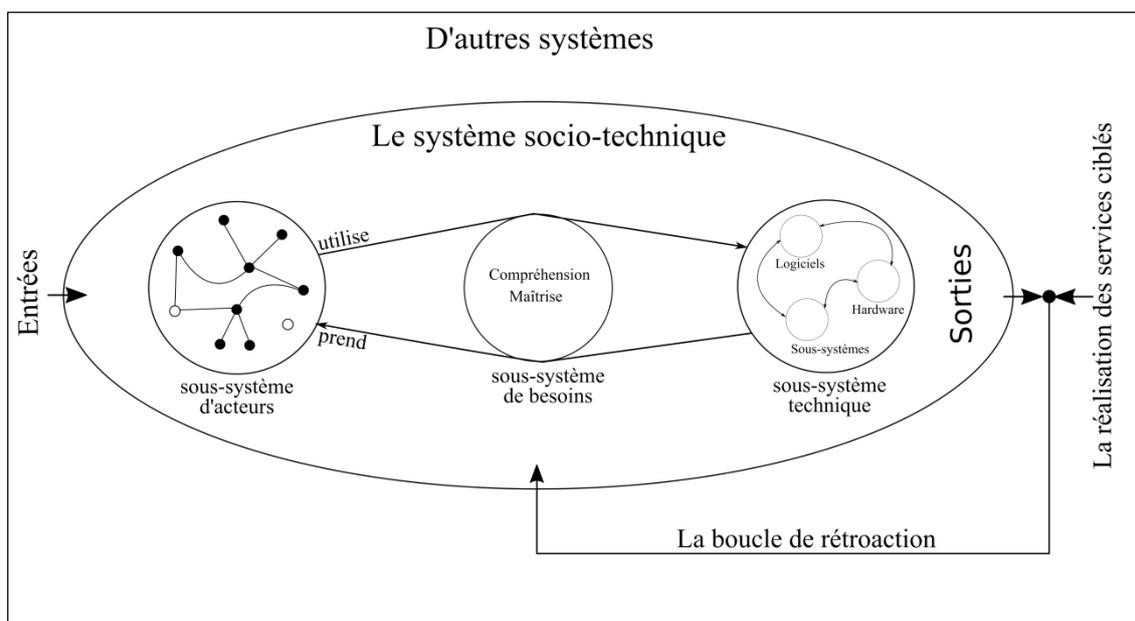


Figure 2.7. Le système socio-technique et ses sous-systèmes d'acteurs, de besoins et technique. Source : élaboré par l'auteur.

2.5.3 La comparaison entre les systèmes

Le tableau 2.2 établit un comparatif entre les trois conceptualisations de la notion de systèmes où les acteurs sociaux et la gouvernance jouent un rôle majeur. Les objectifs de ces types de systèmes sont complémentaires dans la mesure où les résultats d'un des systèmes ont des conséquences sur les autres. En fait, il n'y a pas de système isolé des autres, un système socioécologique peut faire partie d'un système socioterritorial.

En plaçant les acteurs sociaux au premier plan, ces types de systèmes visent la durabilité et l'efficacité organisationnelle à partir de la concertation. Les entrées et sorties des systèmes marquent la différence entre eux et montrent bien que malgré la possibilité de conceptualiser ces trois systèmes à toutes les échelles, néanmoins, les systèmes socioterritoriaux sont plus proches de l'échelle régionale et le système socioécologique de l'échelle locale. La définition des sous-systèmes est toujours arbitraire, mais nous pouvons néanmoins définir des points essentiels. Ainsi, ni l'élément technique ni l'élément écologique ne sont pertinents pour le système socioterritorial, où la gouvernance et la gestion sociale s'avèrent primordiales.

Table 2.2. *Comparatifs entre les systèmes complexes socioterritorial, socioécologique et sociotechnique. Source : élaboré par l'auteur.*

	Socioterritorial	socioécologique	sociotechnique
Objectif	Développement durable du territoire	Exploitation durable d'une ressource naturelle	Efficience du couplage entre les outils techniques et humains
Entrées	Informations, politiques publiques, normes, législation, observations	Ressources financières et humaines Législation environnementale, observations	Ressources matérielles, financières, normes, réglementation, technologie, observations
Sorties	Nouvelles interdépendances sociales et spatiales entre les acteurs	La ressource naturelle exploitée	La réalisation des services ciblés par le système
Sous-systèmes	<ul style="list-style-type: none"> • D'acteurs • De perception et de représentation • De l'espace géographique 	<ul style="list-style-type: none"> • D'acteurs • Technique • Écologique 	<ul style="list-style-type: none"> • D'acteurs • De besoins • Technique
L'environnement	D'autres systèmes socioterritoriaux, socioécologiques	Écosystèmes, agroécosystèmes et d'autres systèmes socioécologiques	D'autres systèmes
Exemples	Le système de gouvernance de bassins versants, les conseils départementaux	Système d'irrigation partagé, pêche, réserves extractivistes.	Organisations, les réseaux sociaux numériques

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons développé une conception du développement durable territorialisé basée sur la mobilisation, la participation de la société civile dans des prises de décisions collectives et la cohésion sociales, ainsi que la valorisation des atouts locaux et l'établissement de réseaux sociaux autour d'un projet partagé entre les parties prenantes d'un espace géographique délimité. La prise en compte des phénomènes sociaux augmente la complexité des processus d'observation, de planification et d'intervention locale.

Pour mieux comprendre la complexité des phénomènes sociaux territorialisés, il faut adopter un cadre théorique capable de permettre le dialogue entre les différentes approches disciplinaires. Les sciences de la complexité et la théorie générale des systèmes constitueront les fondements théoriques à partir desquels nous allons essayer de comprendre les phénomènes sociaux territorialisés.

Pour aborder le territoire, il faut une définition claire et ancrée dans les sciences de la complexité. Ainsi, nous proposons le concept de **système socioterritorial complexe** (SSTeC) qui se fixe comme but le développement durable de l'espace géographique, et qui est constitué de trois sous-systèmes : le sous-système d'acteurs, le sous-système de perceptions, et le sous-système de l'espace géographique. Pour mieux caractériser ce concept de SSTeC, nous l'avons comparé avec ceux de système socioécologique et système sociotechnique.

Néanmoins, cette conceptualisation ne pas suffit pour décrire les problèmes que nous avons à observer. Il faut donc détailler les sous-systèmes, établir les relations entre eux, évaluer quelles seront les stratégies des acteurs pour prendre leurs décisions, quels seront les objets pertinents de l'espace géographique pour la question étudiée, etc. Ainsi, dans le prochain chapitre seront présentés les cadres théoriques choisis pour l'étude des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux des Territoires Ruraux, objets des politiques publiques PRONAT et PTC.

Chapitre 3 – Les théories sociales pour l’analyse du pouvoir dans le SSTeC

3.1 Introduction

Notre recherche vise à analyser l’efficacité d’une politique publique ayant pour but le changement des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux pour permettre, au niveau local, des prises de décisions concertées pour le développement durable de régions économiquement déprimées. En considérant que le terrain de recherche est le système socioterritorial complexe, cela nous pose les questions suivantes : Qu’est-ce que le pouvoir dans le système socioterritorial complexe ? Quelles théories sociales peuvent être mobilisées en appui ? Comment modéliser les composants d’un système socioterritorial complexe à partir de ces cadres théoriques ? Comment représenter les rapports de pouvoir dans ce système ?

Ce chapitre recherche surtout une définition claire et possiblement opératoire du pouvoir dans les systèmes d’acteurs, sans prétendre faire une analyse exhaustive de ce concept en sociologie ou dans la science sociale dans son ensemble. Cette recherche a été guidée par le choix d’un cadre théorique basé sur la complexité et la théorie générale des systèmes, afin de faciliter la modélisation et simulation computationnelle du système socioterritorial complexe.

Dans les prochaines sections, nous décrivons les quatre modalités du pouvoir (section 3.2). Ensuite, nous mettons en évidence l’importance de la réciprocité pour l’analyse du pouvoir (section 3.3) ; dans la section 3.4, nous présentons des approches sociologiques d’analyse des systèmes d’acteurs et des rapports de pouvoir ; ensuite, dans la section 3.5, nous exposons la sociologie de l’action organisée (Crozier et Friedberg 1977; Friedberg, 1993) et, dans la section 3.6, les systèmes sociaux de Niklas Luhmann (Luhmann 1992, 2013, 1999, 1995). Ces théories sociales ont été choisies pour leurs relations avec les modalités du pouvoir selon Dahl et Foucault, leur proximité avec la systémique et, dans le cas de Luhmann, sa relation avec les sciences de la complexité. Dans la section 3.7, nous faisons une analyse des convergences et antagonismes entre ces deux théories. Enfin, à la section 3.8 nous l’application des concepts présentés dans le système socioterritorial complexe proposé dans le chapitre précédent.

3.2 Les modalités du pouvoir

L'approche choisie pour analyser les systèmes d'acteurs va conditionner la manière dont nous observerons le pouvoir. Donc, il faut analyser les différentes modalités du pouvoir. Selon le dictionnaire (Oxford 2016), le pouvoir est décrit comme « *the ability to control people or things [...]; political control of a country or an area [...]; the right or authority of a person or group to do something [... et] strength or influence in a particular area of activity* ». En fait, le pouvoir n'a pas une seule définition, même dans la sphère scientifique chez les sociologues ou chez les politistes. Néanmoins, nous pouvons distinguer quatre modalités, vues comme les quatre visages du pouvoir (Digeser, 1992). Les trois premières modalités sont de nature relationnelle et dyadique entre les acteurs en accord avec la définition du pouvoir par Dahl (Figure 3.1), tandis que la quatrième, basée sur la théorie de Foucault, est surtout liée au caractère systémique et processuel du pouvoir.

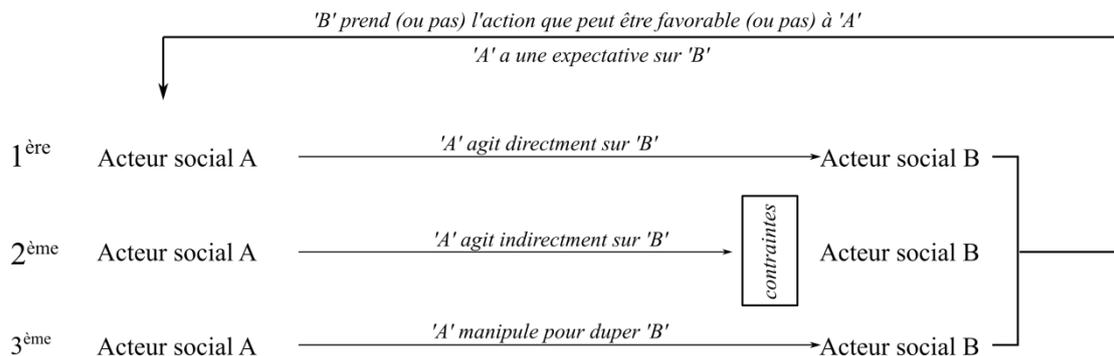


Figure 3.1. Les trois modalités du pouvoir et la boucle qui relie la réaction de 'B' à l'action de 'A'. Source : élaboré par l'auteur.

3.2.1 Le pouvoir selon Dahl

Selon Dahl (1957, pp. 202–203) « 'A' has power over 'B' to the extent that he can get 'B' to do something that 'B' would not otherwise do ». L'auteur a proposé une formalisation du pouvoir de 'A' sur 'B' par l'intermédiaire de l'action *w* de 'A', qui serait composée des éléments suivants : des ressources mobilisables; la force ou l'énergie déployée pour leur mise en œuvre ; et une délimitation temporelle, spatiale, etc. de l'action. L'auteur définit alors le pouvoir comme la différence entre la

probabilité conditionnelle que 'B' entreprenne l'action x à la suite de l'action w de 'A', et la probabilité conditionnelle que 'B' entreprenne l'action x en l'absence de l'action 'A'.

Cette première modalité voit le pouvoir comme une action directe d'un acteur sur un autre visant à lui faire adopter certaines actions. Dans ce cas, la relation entre les deux acteurs est favorable au premier qui a une autorité ou une capacité d'action sur l'autre, qui accepte cette situation dans l'attente de gains présents ou futurs. Donc, l'acteur 'A' escompte que 'B' entreprenne l'action qui lui serait favorable.

La deuxième modalité voit le pouvoir comme une action indirecte d'un acteur 'A' sur 'B' par l'intermédiaire de contraintes sur les actions de 'B' (Bachrach et Baratz 1962). Dans ce cas, l'effet est de bloquer la capacité d'action de 'B' ou d'envisager la non-action de 'B'. Toutefois, malgré la différence stratégique entre la première et la deuxième modalité, si nous prenons la non-action comme une possibilité parmi les stratégies de l'acteur 'B', la définition de Bachrach et Baratz (1962) s'approche de celle de Dahl (1957).

Digester (1992) a classifié ces deux premières modalités comme des conceptions « libérales » du pouvoir et il a souligné qu'il faut que 'A' et 'B' aient beaucoup d'informations et de connaissance des objectifs et des capacités d'action l'un de l'autre pour que ces stratégies aboutissent au résultat désiré. Néanmoins, si dans la première forme la question centrale est « qui est en train d'exercer le pouvoir ? », dans la seconde, la question centrale est : quels sont les enjeux qui permettent à l'acteur 'A' de bloquer l'action de l'acteur 'B' ?

La troisième modalité voit le pouvoir comme une manipulation par l'acteur 'A' des informations, des valeurs ou des croyances de l'acteur 'B', de manière à influencer les actions de ce dernier à son insu (Digester, 1992). L'auteur voit cette forme comme une conception « radicale » du pouvoir. Selon Wood et Givel (2014), dans cette forme, l'acteur 'B' agit possiblement contre (ce qu'il pense être) ses intérêts même sans coercition ou contrainte sur ses actions. Cette troisième modalité est aussi compatible avec la définition de Dahl.

3.2.2 Le pouvoir selon Foucault

La quatrième modalité, développée par Michel Foucault, au contraire des trois premières, concerne la dimension macro de la société et voit le pouvoir comme un pôle d'une boucle où deux processus s'entrelacent : la production de connaissance à partir du pouvoir et le conditionnement du pouvoir par la connaissance (Figure 3.2) (Foucault 1980). Le pouvoir serait alors le résultat de multiples relations stables entre les acteurs sociaux, et la connaissance serait la résultante de ces relations, représentée par des valeurs, normes et standards de comportement issus de ces réseaux.

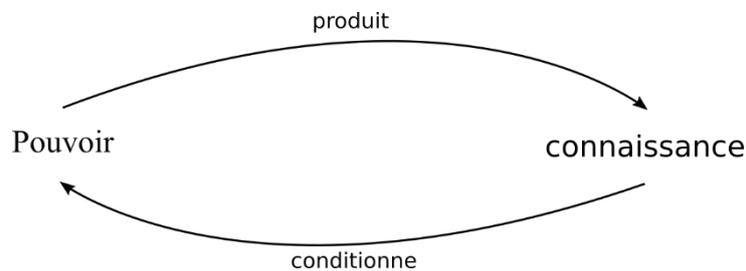


Figure 3.2. *Le pouvoir selon Foucault, une quatrième modalité. Source : adapté de Borch (2005).*

L'observation empirique de l'exercice du pouvoir dans la proposition foucauldienne passe par l'analyse des résistances de la société à l'égard des normes, valeurs et standards créés par les relations sociales. Par exemple, la pratique de la confession dans l'Église catholique est une forme de pouvoir qui incite les catholiques à dire la vérité, une forme de connaissance sur les comportements intimes. Ces démarches quotidiennes et répétitives rendent possible l'existence d'une identité sexuelle (autre forme de connaissance) qui doit être contrôlée par l'Église (autre forme de pouvoir) (Foucault 1976). En fait, selon Foucault, les institutions et les valeurs, normes et standards qu'elles représentent, fonctionnent comme une façon de discipliner et de réguler la pensée et le comportement des personnes (Foucault 1975).

D'après Digeser (1992), selon cette modalité, le pouvoir est immatériel, impersonnel et responsable de la manière dont la société s'organise. Il serait émergent, imprévisible, non-linéaire et complètement attaché aux croyances communes sur le droit et les

valeurs, normes, standards, etc. (les connaissances). Selon Digeser (1992, p. 940-941), cette modalité

... directs inquiry toward the formation and transformation of the norms, practices, and self-understandings which composes politics.

et

... the pursuit and production of knowledge itself creates norms and standards of behavior that then open new possibilities for the expansions of power.

Dans cette formulation, nous pouvons conclure que Foucault conçoit le pouvoir selon une approche générative sans relation directe avec la théorie de l'action. Donc, cette modalité du pouvoir constitue un processus dynamique de construction de la société (normes, valeurs et standards) à partir de la connaissance qui, de son côté, sera affectée par cette société (Foucault 1980, 2015).

3.2.3 Une comparaison entre les quatre modalités du pouvoir

En bref, dans les deux premières modalités du pouvoir, les intentions sont claires, de même que les conflits qui en dérivent. Donc, sans l'existence de conflits nous ne pourrions jamais affirmer que 'A' a influencé 'B' à prendre une décision non désirée par ce dernier, ou que 'A' a limité les actions de 'B'. Ensuite, dans la modalité radicale du pouvoir, la troisième, les intentions de l'acteur 'A' sont occultes et nous observons les attitudes de manipulation comme la manipulation d'informations et la construction de récits favorables à l'acteur 'A'. Enfin, dans la quatrième modalité nous avons une formulation plus proche de la complexité par le recours à l'évolution, à l'émergence, etc., mais aussi de l'approche systémique en décrivant le pouvoir comme un processus dynamique (Borch 2005).

Il faut souligner que ces quatre modalités du pouvoir ne sont pas exclusives et peuvent être trouvées dans le même système d'acteurs. Par exemple, dans une organisation nous allons trouver des règles de commandement hiérarchique donnant aux cadres l'autorité pour exercer leur pouvoir sur les autres employés (la première modalité du pouvoir), des relations plus horizontales entre les groupes d'employés qui se protègent et exercent leur pouvoir pour équilibrer les rapports entre eux et leurs chefs (la deuxième modalité du

pouvoir), et aussi des situations où il y a manipulations des valeurs et croyances d'un groupe pour manœuvrer les actions de certains à leur insu (la troisième modalité du pouvoir), et enfin, dans toute organisation sociale, les valeurs et les normes non formelles sont bâties par un processus interne de production de connaissances sous l'influence externe, qui sera conditionné par ces mêmes valeurs et normes (la quatrième modalité du pouvoir).

Dans la proposition foucauldienne, l'exercice du pouvoir est perçu par les connaissances (valeurs, normes et standards) créées par les réseaux sociaux et par les résistances qui surgissent contre celles-ci. La quatrième modalité du pouvoir est plus liée à la dimension macro de la société, mais, en même temps, dépend des actions réalisées au niveau micro.

Enfin, l'exercice du pouvoir selon Dahl est une relation dyadique où les acteurs jouent un jeu d'échange ou coopératif, certes, mais aussi conflictuel, dans lequel l'acteur social 'A' agit en vue d'obtenir une certaine réaction de l'acteur 'B' et réciproquement, ce qui suppose de la confiance, la connaissance des enjeux et l'escompte d'un retour positif. Comme le souligne Bernoux et al. (2001, p. 31), « *Le pouvoir apparaît comme une relation incluant réciprocité et négociation* ».

3.3 La réciprocité

3.3.1 Définition de la réciprocité

Selon Gouldner (1960, p. 168), la *réciprocité* est un motif d'échanges mutuelles et contingents, et « ... *if a social system is to be stable there must always be some mutuality of gratification* ». Donc, s'il n'y a pas de réciprocité, il faudra enquêter pour découvrir quels autres mécanismes compensatoires assurent la stabilité du système social. Selon l'auteur et aussi pour Weber et Göbel (2010), la réciprocité peut être vue comme une norme sociale universelle maintenue par la confiance conditionnelle entre les acteurs et qui fonctionne comme un mécanisme régulateur de la société. Par conséquent, le suivi des normes de réciprocité peut être considéré lui-même comme un acte de réciprocité et une garantie pour ceux qui suivent ces normes. Selon Gouldner (1960, p. 176), « ... *the norm of reciprocity requires that if others have been fulfilling their status duties to you, you in turn have an additional or second-order obligation (repayment) to fulfill your duties to them* ».

Cette conception de la réciprocité a été explorée par Ostrom (2009) dans ses études sur la gouvernance des communs. Selon Ostrom (1999), la condition *sine qua non* pour que les responsables d'un système socio-écologique prennent des décisions au bénéfice de la collectivité au détriment de l'individu serait l'existence de la confiance et de la réciprocité entre les agents coopérateurs. Dans un sens large, Axelrod (1984) affirme que la réciprocité est une condition pour le comportement coopératif. Donc, il faut une attente minimale de réciprocité entre les acteurs pour qu'ils s'engagent dans une relation coopérative.

Selon Ostrom(1999), il est important de souligner que les systèmes de gestions de biens communs fonctionnent quand le réseau social est restreint ou quand nous avons un respect, sans mécanismes de sanctions, des règles sociales d'action collective. Autrement dit, il y aura durabilité de l'action collective s'il y a une confiance mutuelle et une obéissance aux règles sociales. Donc, la confiance vient en premier lieu quand nous parlons de la réciprocité comme une norme morale (Sabourin 2013).

La réciprocité peut être perçue comme une forme d'échange de produits et services (Uehara 1995). Dans cette perspective, nous ne parlons pas d'obligation morale mais d'échanges, notamment économiques, plus ou moins équilibrés. Selon Ben-Ari et Enosh (2013), les actions d'échanges réciproques peuvent être motivés par le sentiment des acteurs sociaux que cela est nécessaire à l'aboutissement de l'objectif du système social. Donc, sans relation explicite avec une obligation morale ou norme sociale.

Selon Sabourin (2013), nous avons au moins deux notions de réciprocité, symbolique et économique. La réciprocité symbolique a d'abord été définie par Mauss (1925) comme les prestations mutuelles entre les individus ou groupes dans les société primitives ou agricoles qui agissent comme le moteur des cycles de la triple obligation du don de Mauss (donner, recevoir, rendre). Cette idée a été élargie par Polanyi (2001) qui a apporté une vision de la réciprocité comme une opposition à l'échange mercantile/économique, la réciprocité étant ici perçue comme une forme d'échange symbolique.

L'échange symbolique s'oppose à l'échange économique de produits et services dénué de valeurs affectives. Dans l'échange symbolique, les acteurs sociaux échangent des choses (produits et services) qui ont des valeurs plus affectives, morales, etc. et qui renforcent la norme de comportement social en vigueur. Selon Temple (1998), la

réciprocité basée sur l'échange symbolique serait plus qu'un simple échange d'objets. En fait, l'échange symbolique serait le résultat de relations intersubjectives entre les sujets dans lesquelles l'acte prévaut sur les objets échangés, mobilisant des valeurs affectives partagées et une attention aux comportements de l'autre.

Si nous regardons la réciprocité comme une forme d'échange symbolique en opposition à l'échange mercantile, la condition *sine qua non* pour qu'un système social soit stable est l'expectative de réciprocité. Cette notion est au cœur de l'économie solidaire qui suppose que les acteurs sociaux établissent un compromis, une obligation morale, entre eux, basé sur des valeurs partagées. Autrement dit, au contraire de la notion précédente utilisée par Ostrom (1999), la notion de réciprocité basée sur des échanges symboliques serait le moteur de la confiance entre les agents.

La Figure 3.3 montre la réciprocité dans les différents types d'échange (économique et symbolique). Nous détaillons la réciprocité basée sur les échanges symboliques, qui peuvent être simplement des motifs d'échanges, ou des normes d'échanges bien consolidées. L'obligation morale des acteurs dans la réciprocité basée sur des échanges symboliques augmente selon le niveau d'engagement des acteurs dans les valeurs morales partagées.

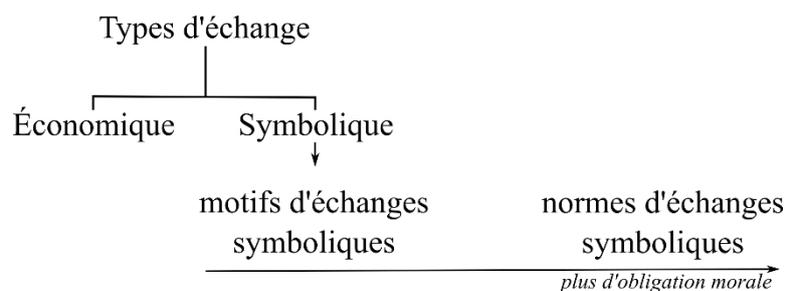


Figure 3.3. La réciprocité symbolique et les types d'échange qu'évoluent de motifs vers normes d'échanges selon le niveau d'obligation morale. Source : élaboré par l'auteur.

La réciprocité (symbolique ou économique) peut prendre une forme *positive* comme dans le cycle de Mauss où l'autorité ou le prestige d'un acteur augmente en fonction de son engagement dans les cycles de réciprocités, par exemple la cérémonie du Potlatch. La réciprocité peut aussi prendre une forme *négative* qui serait motivée par le désir de

vengeance, par exemple dans le cas de groupes Tupinambas au Brésil où (Temple 2018).

... la victime acquiert une âme de vengeance, tandis que son agresseur la perd. Il est donc nécessaire pour lui de souffrir la violence d'autrui afin de retrouver l'âme perdue. Les Tupinamba font de la réciprocité négative une matrice communautaire du Dieu de la vengeance, que l'anthropophagie rituelle leur permet de partager.

Comme le souligne Sabourin (2007), la réciprocité symbolique entre les acteurs peut être analysée en termes de structure. Selon Temple et Chabal (1995), nous pouvons avoir plusieurs structures de réciprocité, correspondant à différentes structures du réseau des relations entre l'ensemble d'acteurs sociaux. Dans la forme binaire avec des échanges *symétriques* de la réciprocité, il y a un équilibre entre don et contre-don qui permet la stabilité du système social. Dans ce cas, la symétrie ne signifie pas forcément l'échange égalitaire mais un rapport stable entre les acteurs (Diekmann 2004 ; Gouldner 1960). Nous avons aussi d'autres formes de relations de réciprocité comme la ternaire avec trois acteurs, la centralisée où un acteur agit comme un centre de redistribution des « dons » (p.ex., les relations clientélistes au Brésil) et en étoile où nous trouverons des échanges symboliques entre tous les acteurs sociaux (Figure 3.4).

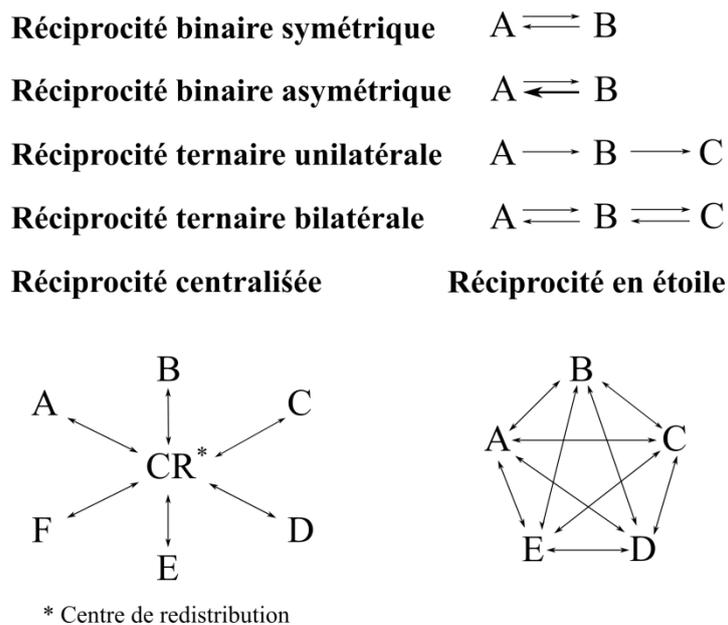


Figure 3.4. *Quelques structures sociales de réciprocité. Source : adapté de Sabourin (2009).*

En fait, il y a, par exemple, des relations de réciprocité binaires avec des échanges *symétriques* où les relations sont égalitaires (p.ex., l'amitié) ou asymétriques (p.ex., la soumission d'un acteur et le prestige de l'autre comme dans la cérémonie du Potlatch). Il y a aussi les relations ternaires unilatérales où le don va dans une seule sans (p.ex., le don intergénérationnel) et les relations ternaires bilatérale quand l'acteur positionné au centre de la relation cherche l'équilibre et la justice entre les dons des autres acteurs.

Chaque type de structure donne lieu à des relations intersubjectives entre les acteurs (individus ou groupes). Par exemple, dans une relation dyadique et asymétrique, l'acteur 'A' donne beaucoup plus qu'il ne reçoit d'un autre acteur 'B', comme cela est le cas des « morada », une relation informelle de travail entre des paysans et les propriétaires de ferme au Brésil, où le travail du paysan est compensé uniquement par la possibilité de manger et habiter dans la ferme. Selon Weber et Goebel (2010), la structure relationnelle entre les acteurs établit la position d'échange, les ressources mobilisables pour l'échange et les relations de pouvoir ou d'influence entre les acteurs sociaux, ou l'inverse quand la position d'échange établit la structure relationnelle.

3.3.2 La réciprocité et le pouvoir

Dans la section 3.2 nous avons vu que la relation de pouvoir entre les acteurs suppose une attente de la part de l'acteur 'A', que l'acteur 'B' agisse en sa faveur, directement ou pas. En fait, si un acteur social a la capacité d'exercer du pouvoir sur un autre, avec une expectative de réponse favorable, l'acteur s'engage dans une relation sociale stable où nous pouvons trouver des relations de réciprocité. Selon Davis, Kliewer et Nicolaidis, (2017), le pouvoir est un mécanisme qui renforce la réciprocité entre les acteurs. D'un autre côté, la réciprocité peut être vue comme un mécanisme de renforcement du pouvoir (Cronk 2011 ; Diekmann 2004). Même si nous prenons la définition de pouvoir selon Foucault il est possible d'établir une relation entre cette définition et la réciprocité. Donc, dans le cycle du pouvoir (Figure 3.1) la réciprocité peut jouer un rôle majeur.

Selon Cronk (2011), la réciprocité joue un rôle important dans le système d'échange de la société ; il augmente le pouvoir des acteurs par le renforcement de coalitions ou de conflits, mais aussi par la création de relations de long terme. Donc, l'existence d'un système de réciprocité peut être vue comme une condition favorable aux relations de pouvoir.

En fait, s'il y a un système ou un réseau social d'échange basé sur la réciprocité il y aura aussi plus de capital social¹²(Sabourin 2017, 2013). Selon Diekmann (2004), la réciprocité augmente le capital social et donc augmente le pouvoir des acteurs sociaux. Il y a donc une relation implicite entre réciprocité, capital social et pouvoir.

Davis, Kliewer, et Nicolaidis (2017) établissent une relation aussi entre le pouvoir à la Foucault et la réciprocité. Dans ce contexte, les manifestations du pouvoir et la production de connaissances renforcent l'engagement social et, par conséquent, les relations de réciprocité. Nous avons alors un pouvoir génératif qui produit une réciprocité, elle aussi générative, à partir de l'élaboration et du partage des connaissances communes.

En conclusion, nous avons une liaison entre les rapports de pouvoir et la réciprocité dans les échanges économiques ou symboliques qu'il peut être utile de considérer pour l'évaluation des rapports de pouvoir dans les systèmes socioterritoriaux complexes.

3.3.3 La théorie de la réciprocité dans le contexte de notre recherche

Pour l'étude des relations de pouvoir et d'interdépendances entre les acteurs dans les systèmes socioterritoriaux complexes (SSTeC), nous avons décidé de prendre en compte la notion de réciprocité au sens de l'échange symbolique entre les agents. En fait, dans des contextes de prises de décisions collectives non structurées (c'est le cas des Territoires Ruraux où les mécanismes de décisions ne sont pas clairs), les échanges entre les acteurs sociaux sont plutôt de nature symbolique. La réciprocité conditionne l'action collective et doit être considérée dans l'analyse de constructions sociales telles que le SSTeC (Sabourin, Aveline, et Petersen 2018).

De plus, pour l'investigation des rapports de pouvoir et d'interdépendances entre les acteurs parties prenantes d'une politique publique territoriale, il faut se pencher sur les raisons qui conduisent chacun à s'engager dans une activité *non marchande* (Sabourin 2012a). Comme le souligne Sabourin (2004), les politiques publiques au Brésil antérieures au PRONAT et au PTC ne prenaient pas en considération le principe de réciprocité symbolique, les actions étant plutôt orientées vers l'inclusion des paysans dans le marché économique.

¹² Selon Putnam (2001, p. 21) le capital social est constitué des réseaux sociaux et des normes de réciprocité associées.

Au Brésil, il persiste des échanges symboliques dans le quotidien des relations dans les systèmes socioécologiques, mais aussi au sein de systèmes sociotechniques comme cela est bien démontré par Sabourin (2007). La réciprocité symbolique dans les zones rurales du Brésil se présente sous la forme de communautés rurales qui s'organisent autour d'associations, les « mutirão »¹³ où les paysans se groupent pour aider quelqu'un, ou de réseaux sociaux de proximité qui regroupent des paysans autour d'une activité productive comme le partage d'équipements, de main d'œuvre, etc. pour la production de farine de manioc.

Sabourin (2007) constate que le Brésil a une tradition de relations de pouvoir individualistes, personnalisées et très inégalitaires dans l'espace rural. En fait, les acteurs sociaux cherchent le pouvoir de médiation et de tutelle pour instaurer une relation de réciprocité symbolique de forme centralisée et asymétrique bien connue au Brésil, le clientélisme. Sabourin (2015) analyse le CODETER du Territoire Rural Águas Emendadas en utilisant la théorie de la réciprocité comme support. Il constate que les mairies, les organisations gouvernementales pour le développement rural et les mouvements sociaux s'engagent dans un conflit pour augmenter leur pouvoir et ainsi établir une relation clientéliste vis-à-vis des paysans, qu'il appelle « la base sociale ».

En conclusion, la réciprocité symbolique est un élément clé pour comprendre les rapports de pouvoir au sein des SSTeC, au moins au Brésil. Sabourin (2012b) a utilisé la théorie de la réciprocité symbolique pour établir les liens entre les objectifs du PRONAT et le principe de réciprocité. Selon lui, le PRONAT a conçu le Territoire Rural sur la notion d'identité qui est ancrée sur les mêmes valeurs que le principe de réciprocité, à savoir : la solidarité, la coopération, la reconnaissance mutuelle, le partage de valeurs. Toujours selon Sabourin (2012b), l'ouverture d'un espace de concertation au sein de chaque Territoire Rural a réduit la forte asymétrie du pouvoir entre la société civile et le pouvoir public, et par conséquent, a donné plus d'importance à la logique de la réciprocité entre eux.

En bref, selon Sabourin (2012b), prévalent dans les Territoires Ruraux les réciprocités asymétriques entre la société civile et le pouvoir public ; la coexistence des logiques de réciprocité économique et symbolique ; et une structure de réciprocité centralisée et

¹³ Le mot « Mutirão » faire référence au rassemblement de paysans que s'unissent pour travailler dans une tâche (récolte, construction d'une maison) collective au profite d'une seule famille ou d'un paysan.

asymétrique, notamment le clientélisme et la dépendance vis-à-vis de ressources du gouvernement fédéral qui renforcent le caractère top-down du PRONAT/PTC.

En conclusion, nous pouvons prendre en considération les conclusions ci-dessus pour construire l'hypothèse suivante dans l'évaluation des rapports de pouvoir au sein d'un SSTeC dans le contexte du PRONAT/PTC au Brésil : les changements de rapports de pouvoir ont un impact sur les relations de réciprocité symboliques entre les acteurs sociaux dans les SSTeC soumis aux politiques publiques PRONAT et PTC.

3.4 Les approches sociologiques d'analyse du pouvoir au sein des systèmes d'acteurs

Même si nous prenons la systémique et la complexité comme cadre théorique d'analyse des phénomènes sociaux, nous allons trouver une myriade de références méthodologiques. Castellani et Hafferty (2010) voient la systémique présente dès la sociologie classique, par exemple dans : l'analyse des structures de classes des systèmes économiques de Marx et Engels ; les systèmes culturels et le rôle fonctionnel de la solidarité et du rituel dans les sociétés modernes de Durkheim ; les étapes évolutionnaires du système social de Auguste Comte ; l'analyse de la bureaucratie dans l'organisation de la société occidentale de plus en plus complexe de Max Weber.

Pour la sociologie moderne, Castellani et Hafferty (2010) énumèrent les contributions des sociologues dans le domaine de la complexité systémique, tout en discutant leurs capacités d'explication de la société. Dans le champ de la théorie, les auteurs mettent en exergue la théorie de la société de Luhmann, la société comme système complexe adaptatif de Buckley, le réalisme critique de Byrne, le constructivisme radical de Geyer, les concepts de *small-world* de Watts et de réseau *scale-free*, l'auto-organisation critique de Bak, les réseaux complexes de Newman, et le concept de système social complexe lui-même qui ne peut être attribué à un seul auteur.

L'évolution des sciences vers la complexité s'est accompagnée de la recherche d'une théorie générale de la société. Cette démarche a comme figure Talcott Parsons et son fonctionnalisme structurel où l'action sociale est déterminée par le choix individuel, les normes et les valeurs. Selon cette approche, l'objectif de l'individu est la stabilité du système. Néanmoins, le projet d'une théorie globale de la société a échoué et d'autres approches sont nées comme le structuralisme par Giddens, le poststructuralisme par

Habermas et Foucault, ou le constructivisme par Luhmann (Luhmann 1995; Parsons et Shills 2008).

En effet, plusieurs approches dans le domaine de la théorie sociale systémique sont apparues depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle pour résoudre des questions fondamentales telles que les oppositions entre la production des connaissances subjectives et objectives, l'importance de la structure et de l'agentivité pour la prise de décisions, ou la dimension synchronique / diachronique des phénomènes sociaux. De plus, nous avons au moins trois échelles d'observation – micro, méso et macro – et leurs interactions. Donc, l'observation d'un système complexe socioterritorial demande, comme cela a été souligné dans le chapitre précédent, de décrypter les phénomènes par l'utilisation de différentes approches.

3.4.1 Les approches sociologiques

Une lecture générique des théories sociales basées sur la vision systémique complexe peut nous mener à trois approches (Figure 3.5) (Castellani et Hafferty 2010; Conte et al. 2001; Lane 1999; Schillo, Fischer, et Klein 2001). Dans la première, centrée sur l'individu, les comportements des individus sont basés sur leurs motivations rationnelles, émotionnelles ou traditionnelles. Dans cette approche, les sociologues observent l'émergence de formes d'équilibre résultant de la multitude des relations interpersonnelles. La deuxième approche se concentre sur les systèmes sociaux, les résultats des interactions individuelles, mais surtout sur les structures, constituées par les composants du système, qui conditionnent le comportement des individus. La recherche dans ce domaine est concernée par la stabilité, l'efficacité et l'efficacé du système social. La troisième approche, attachée à la dynamique et le holisme, s'occupe de décrire ou de conceptualiser l'organisation et l'évolution des systèmes sociaux à partir des outils des sciences de la complexité. Dans ce cas, la question centrale est de décrire quels sont les points de rupture, de changement de l'ordre social, et le modèle d'évolution qui gouverne l'instabilité du système social, mais aussi son équilibre et sa stabilité.

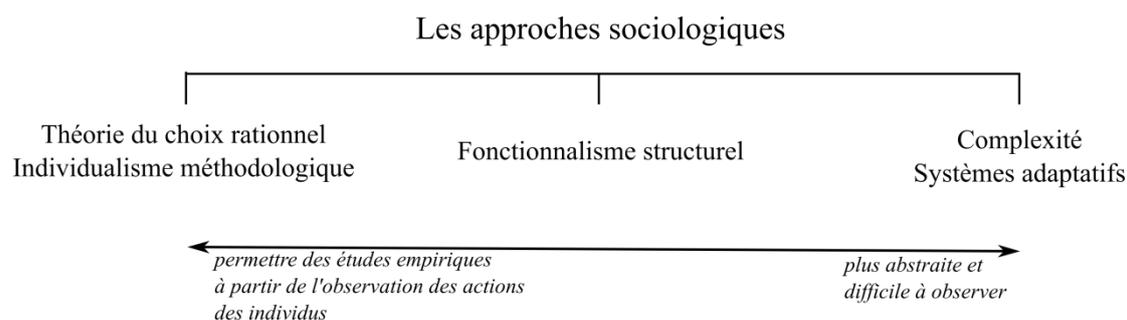


Figure 3.5. *Trois approches sociologiques d'analyse et d'observation des systèmes d'acteurs. Source : élaboré par l'auteur.*

Les trois approches peuvent être appliquées, à la fois pour l'étude empirique et pour l'analyse théorique de la société. Mais, il faut souligner que les approches micro se prêtent bien à une recherche empirique et à des modèles de simulation, parce que l'individu est concret et peut être appréhendé comme un objet de recherche. Par contre, les analyses des systèmes sociaux à partir de la complexité sont plus difficiles à observer concrètement.

L'approche empirique est bien représentée par l'**individualisme méthodologique** et la **théorie du choix rationnel**. L'individu ou un collectif d'acteurs y sont les objets de recherche, de même que leurs relations et actions motivées par leurs croyances, leurs désirs, les normes sociales ou les attentes sociales. En général, l'individu cherche sa propre satisfaction et décide en appliquant des mécanismes de rationalité. Les individus peuvent agir de manière égoïste ou altruiste, et leurs actions peuvent être contraintes par divers facteurs selon le système d'acteurs observé (économiques, comportementaux, culturels).

L'approche intermédiaire est plutôt concernée par la description des composants du système social et leurs relations. Le **fonctionnalisme structurel**, par exemple, analyse la société à partir d'une vision organiciste et, par conséquent, privilégie une théorisation du social centrée sur la culture et d'autres caractéristiques collectives au détriment du système d'actions individuelles. En général, le fonctionnalisme structurel s'intéresse aux situations dans lesquelles le système social est relativement stable en regardant, principalement, les normes, les rôles, les valeurs et les institutions. Malgré le succès du fonctionnalisme structurel, les principales critiques qui lui sont adressées résident dans la difficulté à tester ses hypothèses empiriquement et la réification de la culture comme

élément explicatif du système social (Andersen et Kaspersen 2000). Cette approche est centrée sur la société comme système, mais n'abandonne pas l'acteur social. Parsons et Shils (1976, p. 190) ont établi que « *the social system is made up of the actions of individuals* ». Mais, si l'approche micro se concentre sur l'émergence à partir des actions individuelles, l'approche macro voit les structures sociales comme les sources des contraintes et limites de l'action individuelle. La Sociologie de l'Action Organisée peut être classée entre l'individualisme (micro) et le système (macro) (Crozier et Friedberg 1977; Friedberg 1993). D'autre part, la théorie de l'acteur-réseau regroupe les humains (sujets) et les non-humains (objets) dans un réseau qui représente une traduction d'un problème ou d'une situation sociale où le micro et le macro se fondent dans l'enchevêtrement social (Callon 1989; Callon et Latour 1981; Latour 2005).

L'approche la plus abstraite peut être considérée comme une évolution de l'approche macro, ou simplement une mise en œuvre de l'approche systémique macro par l'intégration de méthodes, concepts et outils d'abstraction et d'observation issus des **sciences de la complexité** (Miller et Page 2007). Dans cette perspective, la sociologie luhmannienne propose un cadre théorique rigoureux pour observer la société comme un système social autopoïétique basé sur des processus de communication sociale et constitué de sous-systèmes différenciés et structurés par les échanges entre eux et avec leur environnement (d'autres sous-systèmes) (Luhmann 1995 ; 2013).

3.4.2 Le rapport entre les approches sociologiques et le pouvoir

Pour aborder l'évaluation des rapports de pouvoir dans les systèmes socioterritoriaux complexes, nous avons décidé de partir de deux points qui sont opposés méthodologiquement, mais complémentaires. D'un côté, les approches micro et macro (micro-macro), plus empirique, où les acteurs sociaux sont identifiés individuellement, et les relations de pouvoir peuvent être vues selon la formulation de Dahl. Dans l'approche micro-macro les théories essayent de décrypter la relation entre l'individu et le système. De l'autre côté, l'approche plus théorique, où la société est vue dans son ensemble et les relations de pouvoir peuvent être étudiées selon la boucle pouvoir/connaissance proposée par Foucault.

Donc, pour notre recherche nous avons choisi la Sociologie de l'Action Organisée de Crozier et Friedberg et les Systèmes Sociaux de Luhmann pour l'étude des rapports de pouvoir dans les systèmes socioterritoriaux complexes. La première, plutôt liée à

l'approche micro-macro, parce qu'elle a fait l'objet d'une formalisation mathématique et d'une implantation logicielle, SocLab, qui a été déjà utilisée pour l'étude des rapports de pouvoir territorialisés (Adreit et al. 2009; Casula 2011; Roggero et Baldet 2011; Sibertin-Blanc et al. 2013; Silva 2014, 2015b, Silva et al. 2014, 2011; Terán, Christophe Sibertin-Blanc, et Romero 2018). La deuxième, les Systèmes Sociaux, parce que, plus attachée au holisme des sciences de la complexité, elle fournit une vision complémentaire de la première (Luhmann 1992, 2013, 1999, 1995 ; Ferrarese 2007).

Dans les sections suivantes (3.5 et 3.6) nous détaillons la Sociologie de l'Action Organisée puis les Systèmes Sociaux à partir de leurs principes, concepts clés, la manière dont ces théories décrivent la structure et la dynamique sociale, et leur interprétation du pouvoir dans les termes des définitions de Dahl et de Foucault.

3.5 La Sociologie de l'Action Organisée

La Sociologie de l'Action Organisée a été conçue pour l'étude des relations de pouvoir dans les organisations pendant les années 60 et 70 en France et ailleurs, en cherchant à décrypter les zones d'ombre des relations entre individus ou entre groupes qui sont déterminantes pour le fonctionnement et la stabilité des organisations (Crozier 1963; Crozier et Friedberg 1977; Friedberg 1993). Même si la Sociologie de l'Action Organisée s'intéresse principalement aux organisations, elle peut être appliquée pour la compréhension des phénomènes de pouvoir au sein de contextes d'action peu structurés.

3.5.1 Les principes de la Sociologie de l'Action Organisée

La Sociologie de l'Action Organisée s'attache à rendre compte du fonctionnement réel d'une organisation, au-delà des règles formelles qui le régissent, et à découvrir les relations de pouvoir qui assurent sa régulation. La Sociologie de l'Action Organisée se prête au décryptage de relations d'interdépendances entre des acteurs qui composent un système d'action concret stable pour dévoiler les alliances et les conflits.

Pour la Sociologie de l'Action Organisée, l'organisation n'est pas le résultat de sa réglementation interne et ne se structure pas seulement par la hiérarchie d'un organigramme formel. L'organisation est une construction de relations humaines d'interdépendances entre des acteurs sociaux plus ou moins autonomes et qui

s'adaptent selon les stimuli internes et externes. Donc, l'individu, ses motivations, ses stratégies et ses rationalités sont au cœur de la Sociologie de l'Action Organisée.

Selon ce point de départ, il y a toujours un conflit entre l'objectif de l'organisation et ceux des acteurs, dont les motivations ne recoupent que partiellement celles de l'organisation. En déviant de la stricte observance des règles hiérarchiques, les acteurs construisent des relations d'interdépendances étroites qui restreignent ou élargissent leur espace de liberté et d'influence, et la capacité d'action de chacun.

La capacité d'action d'un acteur dépendra de son espace de manœuvre dans le jeu social dans lequel il est engagé. Il construit cet espace au fil des opportunités qui se présentent par les situations créées par lui-même et par les autres. Il en résulte une certaine stabilité de l'organisation : l'enchevêtrement des relations entre les acteurs produit une situation dans laquelle ils stabilisent leurs comportements et ne cherchent plus à modifier le fonctionnement de l'organisation, au moins temporairement.

3.5.2 Concepts clés

Les concepts-clés de la Sociologie de l'Action Organisée sont les suivants : l'acteur social, la ressource, la zone d'incertitude, la stratégie et le système d'action concret.

L'acteur social peut être un individu, ou bien un groupe d'individus engagés dans la réalisation d'un but commun, par exemple une organisation ou une collectivité. L'acteur ajuste constamment sa conduite aux nouvelles circonstances auxquelles il se trouve confronté. En fait, il cherche à maintenir ou augmenter son autonomie, sa capacité d'action, et son influence dans le jeu social. Pour réaliser son but, l'acteur utilise la marge de manœuvre dont il dispose dans la gestion des ressources qu'il contrôle. Typiquement, dans la Sociologie de l'Action Organisée, les acteurs sociaux représentent des groupes antagoniques, peu nombreux, qui ont des objectifs propres susceptibles d'évoluer et qui contrôlent des ressources mobilisables.

Les **ressources** sont des éléments utiles ou nécessaires à certains acteurs pour réaliser leurs objectifs et instrumentés par d'autres pour influencer sur le jeu social. Les ressources mobilisables peuvent être : une ressource rare, par exemple un savoir-faire important pour la réalisation des buts de l'organisation et maîtrisé par un seul individu ; une ressource relationnelle, par exemple le capital social intrinsèque dans un réseau social ; une ressource informationnelle, par exemple le contrôle ou l'accès à des données

sensibles ; la maîtrise fine des règles formelles du jeu social. C'est la possibilité de mobiliser certaines ressources qui permet à un individu (ou un groupe) d'intervenir dans le jeu social en pesant sur ceux qui ont besoin de ces ressources, et ainsi lui confère le statut d'acteur.

Pour qu'un acteur puisse mobiliser une ressource à son avantage, il faut qu'existe une part d'indétermination dans l'usage de cette ressource, donnant à l'acteur une certaine marge de manœuvre dans sa contribution au jeu social. Cette indétermination dans l'exploitation d'une ressource contrôlée par un acteur constitue une **zone d'incertitude**. Contrôler une zone d'incertitude signifie avoir la capacité d'agir de façon autonome et donc d'influer sur le jeu social.

Selon la Sociologie de l'Action Organisée, le comportement de l'acteur est **stratégique** : il a certains objectifs, une visée, et il adopte le comportement qu'il juge le mieux à même de réaliser ces objectifs. Ces objectifs sont pour une part liés à sa position, son rôle dans l'organisation ; mais ils sont aussi pour une large part propres à l'acteur, tenant à son histoire, aux raisons qui motivent sa participation à ce système d'action, aux autres collectifs auxquels il appartient, etc. et, toujours, à la préservation d'un minimum de liberté d'action au sein du système d'action. En effet, les humains ne se résolvent à ce que leur comportement soit totalement déterminé à l'extérieur d'eux-mêmes ; ils gardent une certaine **autonomie** dans le choix de leurs objectifs et des moyens d'y parvenir, et ils cherchent à assurer cette autonomie par leur comportement.

Etant stratégique, le comportement de l'acteur social est **rationnel** : l'acteur a, à ses propres yeux, de bonnes raisons de se comporter comme il le fait, à savoir faire advenir les situations dont il souhaite l'avènement.

3.5.3 La structure sociale, le Système d'Action Concret

La Sociologie de l'Action Organisée représente la structure du jeu social par les composants et les relations du Système d'Action Concret (SAC) (Figure 3.6). Le SAC connecte les acteurs sociaux qui sont concernés par : leurs enjeux, dans une situation particulière ; les ressources disponibles qu'ils contrôlent avec une certaine marge d'incertitude et utiles à certains d'entre eux ; et les coalitions qu'ils constituent à partir des intérêts partagés entre groupes d'acteurs. Le SAC est structuré par les alliances et les conflits entre les acteurs. Par exemple, dans la Figure 3.6 les acteurs 'A' et 'E'

forment une coalition et peuvent avoir des rapports conflictuels avec l'alliance formée par les acteurs 'C' et 'D'.

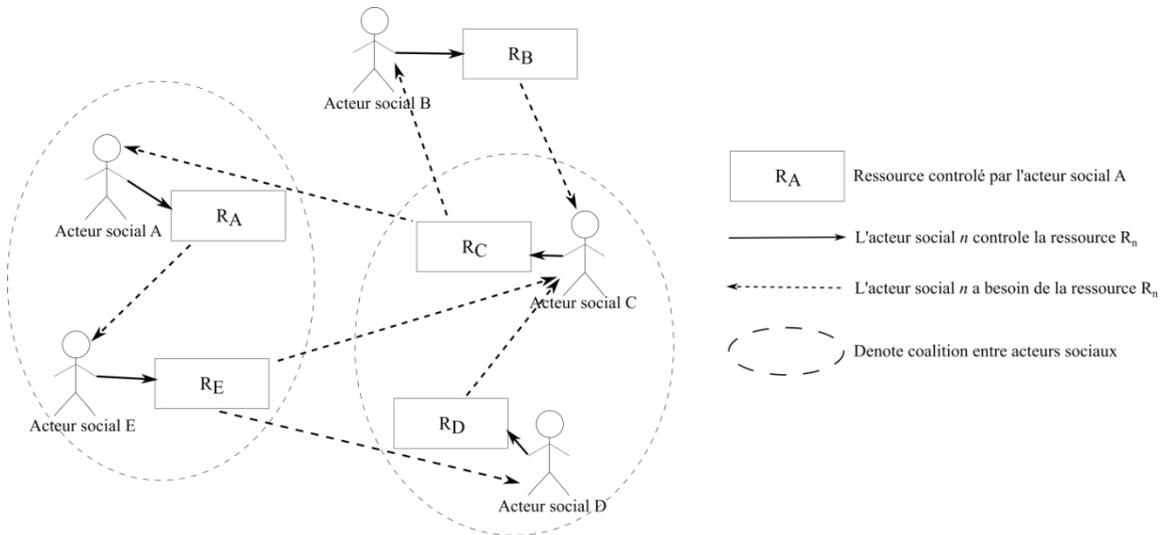


Figure 3.6. Le Système d'Action Concret selon la Sociologie de l'Action Organisée et ses composants : l'acteur social, les ressources qu'ils maîtrisent stratégiquement, et les relations de contrôle et dépendance entre les acteurs médiatisés par les ressources. Source : élaboré par l'auteur.

3.5.4 La dynamique du jeu social

La stratégie de chaque acteur se traduit par la manière dont il exploite les zones d'incertitudes qu'il maîtrise pour la réalisation de ses objectifs. Malgré l'utilitarisme des individus, leur capacité à choisir la solution optimale dans l'utilisation des zones d'incertitudes qu'ils contrôlent est limitée. Pour expliquer le comportement des acteurs, Crozier et Friedberg (1977) s'appuient sur la rationalité limitée de March et Simon (1958) selon laquelle les décisions prises par les individus sont limitées par : a) la capacité limitée à calculer et évaluer toutes les alternatives disponibles au moment de la prise de décision ; b) le manque d'information sur le problème, la situation et les stratégies d'autres acteurs; c) le peu de temps disponible pour prendre les décisions. Selon March et Simon (1958), les solutions sont examinées séquentiellement et les acteurs choisissent la première solution qui correspondra à un seuil minimal de satisfaction. Ce ne sera donc pas nécessairement une solution optimale.

Dans ce jeu social, l'acteur peut être offensif en saisissant les opportunités lui permettant d'élargir sa marge de liberté, ou bien défensif, pour le maintien de sa capacité d'agir actuelle. Donc, la Sociologie de l'Action Organisée permet de comprendre d'une part des résistances aux changements, l'anticipation de la nouvelle

dynamique du jeu social permettant l'identification de situations futures potentiellement défavorables, et d'autre part les tentatives des acteurs de modifier des règles du jeu à leur avantage par la découverte de nouvelles possibilités d'actions.

3.5.5 Le pouvoir, fondement du jeu des acteurs

La Sociologie de l'Action Organisée définit le **pouvoir** comme la capacité à obtenir de la part d'un autre individu ou groupe d'individus un comportement qui lui sera favorable en termes d'échange (Crozier et Friedberg 1977). Donc, l'acteur 'A' utilise sa marge de manœuvre sur la zone d'incertitude qu'il contrôle pour influencer la rétroaction des acteurs qui dépendent de cette ressource.

Le pouvoir, dans l'individualisme méthodologique de la Sociologie de l'Action Organisée, s'exerce selon les trois premières modalités (cf. section 3.2) parce que, dans un Système d'Action Concret, nous avons des relations concrètes entre les acteurs. L'individu utilise les zones d'incertitude liées aux ressources contrôlées par lui pour contraindre ou faciliter certaines actions d'autres individus du système social. Comme le souligne Friedberg (1978, p. 600) :

Car ce qui est incertitude du point de vue du système est pouvoir du point de vue de ses membres qui s'en servent dans leurs tractations à l'intérieur du système en vue, si besoin en est, d'infléchir et de modifier en leur faveur le contenu de leurs "rôles de membres" et d'améliorer ainsi leur situation.

L'importance du pouvoir de 'A' sur 'B' pourrait être liée à un bon rapport entre le coût de l'action de 'A' et le bénéfice qu'il tire de la réponse de 'B'.

3.6 Les Systèmes Sociaux de Niklas Luhmann

Les Systèmes Sociaux de Niklas Luhmann ont été définis selon une épistémologie constructiviste, pour certains un constructivisme radical, en appuyant une formalisation théorique et très abstraite de la société sur de nombreux paradigmes (Luhmann 1995, 2013). Selon Seidl et Becker (2006), l'œuvre transdisciplinaire de Luhmann intègre la

vision fonctionnaliste de Talcott Parsons, la philosophie phénoménologie¹⁴ de Edmund Husserl, la cybernétique de deuxième ordre¹⁵ de Heinz von Foerster, l'autopoïèse¹⁶ de Maturana et le calcul par distinction et le symbolisme de George Spencer-Brown. Chacune de ces approches a laissé sa marque dans la théorie des Systèmes Sociaux. Donc, Luhmann propose une conceptualisation originale des systèmes sociaux en les décrivant comme une forme de système autopoïétique (Figure 3.7).

Luhmann identifie trois classes de systèmes sociaux. La première, la société, est composée de sous-systèmes (économique, politique, légal, éducation, scientifique, etc.) qui s'enchevêtrent de manière complémentaire. La deuxième, les organisations, sont des systèmes formalisés visant la prise de décisions selon les buts et les capacités opérationnelles du système. La troisième, ce sont les interactions personnelles entre les individus.

Luhmann conceptualise la société comme un ensemble de sous-systèmes qui interagissent entre eux selon quelques processus de communication et de perturbation. Les Systèmes Sociaux sont le résultat d'interactions entre des sous-systèmes (économique, politique, légal, éducation, scientifique, etc.) qui surgissent de différenciations autopoïétiques permettant l'adaptation de la société à des situations et des environnements complexes. L'existence de chaque sous-système est due à la différenciation, par la société qui en est responsable, d'une fonction bien définie, rendue nécessaire par l'accroissement de la complexité dans les sociétés modernes. Le sous-système scientifique, par exemple, est apparu à partir du besoin de produire des déclarations falsifiables à partir de techniques utilisées par les scientifiques et appropriées par la société à une époque donnée.

L'œuvre luhmannienne s'oppose à l'individualisme méthodologique, mais sans éliminer le sujet (Arnoldi 2001; Nassehi 2005; Seidl et Becker 2006). Dans les Systèmes Sociaux, l'étude sociologique n'est plus anthropogénique, parce que les processus sociaux, d'un point de vue macrosociologique, sont très loin de l'individu. Néanmoins,

¹⁴ Phénoménologie combine la rigueur mathématique et une forte attention sur la psychique du sujet pour décrire les phénomènes sociaux.

¹⁵ Dans la cybernétique de deuxième ordre, l'observateur s'inclut lui-même dans le système observé et vise à décrire des systèmes auto-organiseurs.

¹⁶ L'autopoïèse est la capacité d'un système à se produire lui-même, en permanence et en interaction avec son environnement, et ainsi de maintenir son organisation malgré le changement de composants (structure).

pour Luhmann, les actions des individus sont nécessaires à la communication sociale et cela se concrétise par le couplage entre les systèmes sociaux et les systèmes psychiques.

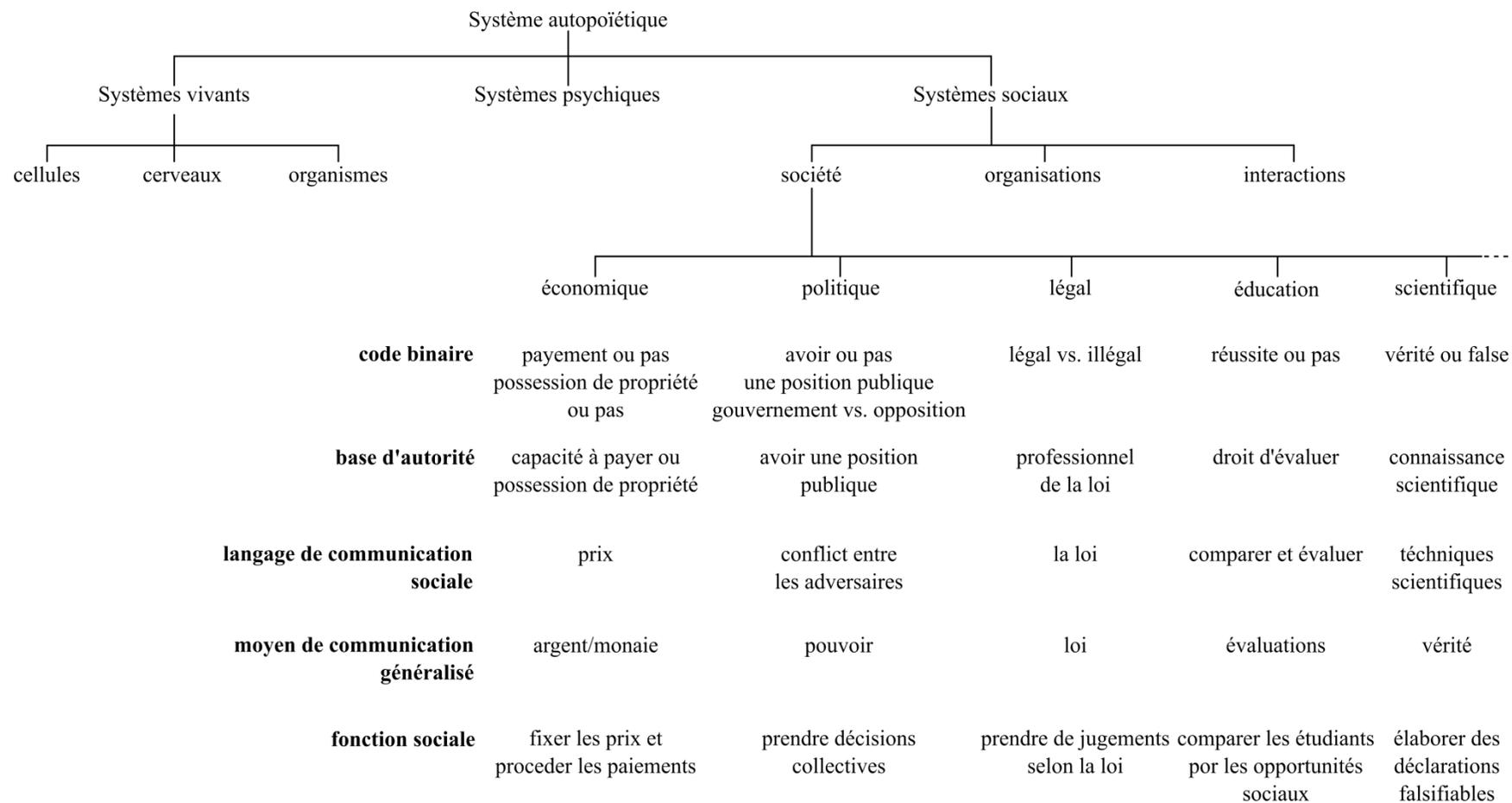


Figure 3.7. Schéma décrivant la hiérarchie des systèmes autopoïétiques selon Niklas Luhmann ; les cinq principaux sous-systèmes qui composent la société (économique, politique, légal, éducation, scientifique) ; et les cinq dimensions de toute structure sociale (code binaire, base d'autorité, langage de communication sociale, moyen de communication généralisé, fonction sociale). Source : adapté de Rempel (1996) et Seidl et Becker (2006).

3.6.1 Les principes des Systèmes Sociaux

Un Système Social est complexe et défini par différenciation entre lui-même et son environnement qui est constitué d'autres systèmes. Les Systèmes Sociaux sont fermés, autoréférencés et autodescriptifs, donc autopoïétiques. Chaque système évolue à partir de sa communication interne, qui est responsable de la création de sens et de la construction du système lui-même. Néanmoins, cette communication n'obéit pas aux postulats de la théorie de Shannon (1948).

Si l'individu n'est pas au cœur du Système Social, il n'en est pas exclu. En effet, l'être humain est décrit comme un système psychique qui interagit avec les systèmes ou sous-systèmes sociaux selon des mécanismes propres tels que la perturbation, l'interpénétration ou d'autres formes de couplage.

Les processus décisionnels sont multicritères et pas purement rationnels. Pour Luhmann, la rationalité représente la capacité du système social à s'auto-observer et à communiquer par la réduction de la complexité interne et de l'environnement. Ainsi, la rationalité d'un système social est vue comme un attribut du système lui-même, pas de l'individu. Selon Luhmann, la complexité des Systèmes Sociaux empêche une vision déterministe des phénomènes sociaux.

Les Systèmes Sociaux sont **autoréférentiels** en ce qu'ils ont la capacité de créer les éléments, nécessaires à leur fonctionnement, qui renforcent ce type d'**autoconstruction** de manière **récursive** ; donc ils sont autopoïétiques. Ces systèmes sont **fermés**, il n'y a pas d'interférence avec d'autres systèmes ou sous-systèmes, d'où leur **autodétermination**. En conséquence, il n'y a pas d'espace pour qu'un sous-système contrôle un autre sous-système. Néanmoins, les systèmes et sous-systèmes communiquent par des mécanismes de **perturbation** ou d'**interpénétration** qui les stimulent et aux interventions desquels ils peuvent répondre ou non. En effet, la **communication** est au cœur de la formulation luhmannienne (Luhmann, 1995, p. 34).

... there is no communication outside the communication system of society. This system is the only one employing this type of operation, and to that extent it is, as a matter of fact, necessary closed. On the other, this does not hold for all other social systems. They must define their specific mode of operation or

determine their identity by reflection to be able to regulate which internal meaning-units enable the self-reproduction of the system and thus are repeatedly to be reproduced.

Les mécanismes d'interpénétration sont une forme de connecter les individus (systèmes psychiques) et les systèmes sociaux. L'interpénétration se produit quand un système intervient sur les opérations internes de l'autre. Donc, l'individu (système psychique) peut interpénétrer plusieurs sous-systèmes sociaux. En effet, chaque individu joue un **rôle** dans chaque sous-système et il participe à des décisions qui seront observables dans les systèmes sociaux et dans les processus de communication.

Les communications sociales entre les systèmes sont marquées par la **double-contingence**. La double-contingence est le problème du manque de connaissance et des intentions préalables entre les communicants, la source d'incertitude de la société. Donc, quoi faire quand nous ne savons rien sur l'autre. Pour résoudre la double-contingence les systèmes sociaux cherchent à anticiper les actions de l'autre à partir des expectatives créées au fil du temps.

3.6.2 Les composants de la structure sociale

Rempel (1996) a structuré les sous-systèmes luhmanniens selon cinq composants, à savoir : le code binaire, la base d'autorité, le langage de communication sociale, le moyen de communication généralisé et la fonction sociale (Figure 3.8). Par exemple, le sous-système politique a comme code binaire d'avoir (un gouvernement) ou pas (une opposition) une position publique qui constitue à la base de son autorité, qui s'exercera à l'occasion de conflits entre adversaires autour du pouvoir, toujours pour prendre collectivement des décisions.

Selon Rempel (1996), le **code binaire** est une construction linguistique qui établit de façon dichotomique comment le sous-système social va se comporter vis-à-vis des perturbations de l'environnement. La **base d'autorité** fait référence aux capacités effectives de négociation, de communication et d'action du sous-système qui seront légitimées par la possession d'une compétence relevant d'un domaine spécifique. Dans le **langage de communication sociale**, nous trouverons les règles et les conditions de fonctionnement du sous-système. Le **moyen de communication généralisé** correspond

à ce qui s'échange, se communique dans le fonctionnement d'un sous-système. Finalement, la **fonction sociale** est la raison d'être, l'objectif du sous-système.

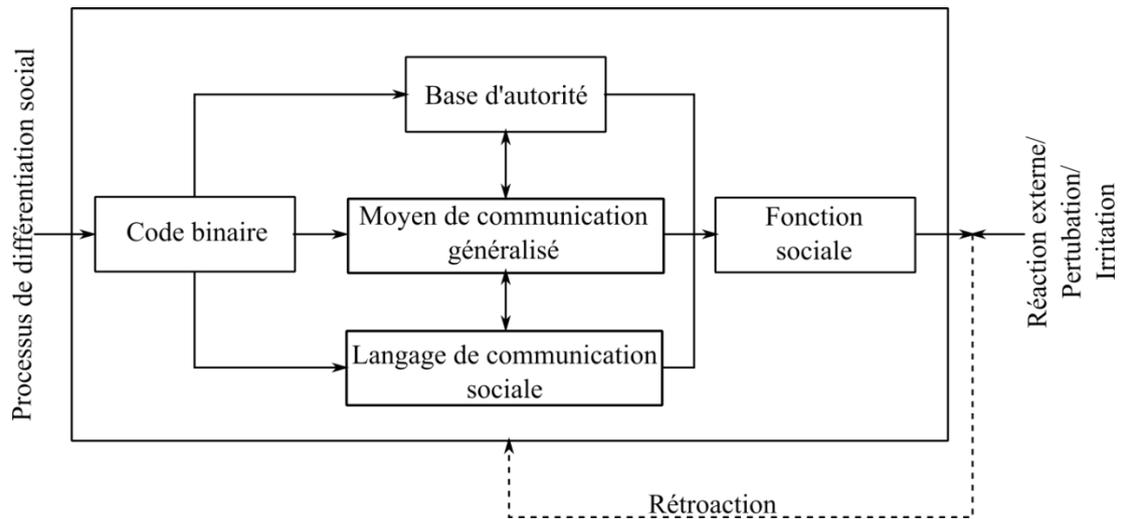


Figure 3.8. Les interconnexions entre les éléments de chaque sous-système social.
Source : adapté de Rempel (1996).

Le schéma de la structure des sous-systèmes sociaux ne répond pas à toutes les questions sur la représentation de la réalité sociale, mais il fournit des éléments clés de cette conceptualisation et leurs relations d'interdépendances. Néanmoins, pour comprendre la dynamique du jeu social dans l'œuvre luhmannienne, il faut se pencher sur le mécanisme de communication qui est au cœur de cette théorie et plus particulièrement de sa dynamique sociale.

3.6.3 La communication, fondement de la dynamique sociale

Dans les Systèmes Sociaux, la **communication** est le mécanisme autopoïétique de génération de sens et de réduction de la complexité à partir de trois types de sélection : l'information (choix du contenu), l'expression (choix de la manière dont le contenu sera communiqué), et la compréhension (choix du sens) (Figure 3.9). Dans ce processus il y a le problème de la double-contingence, où les communicants ne connaissent pas les intentions les uns des autres, si bien que les actions seront conditionnées par leurs attentes (Luhmann 2013).

Par exemple, si le gouvernement choisit le soutien à l'agriculture familiale (information), il peut le mettre en œuvre par un financement public particulier ou par

l'élaboration d'un nouveau projet de recherche (expressions). Cette expression peut aboutir à un ou plusieurs contrats signés entre les petits agriculteurs et la banque ou bien à un organisme de recherche (compréhension).

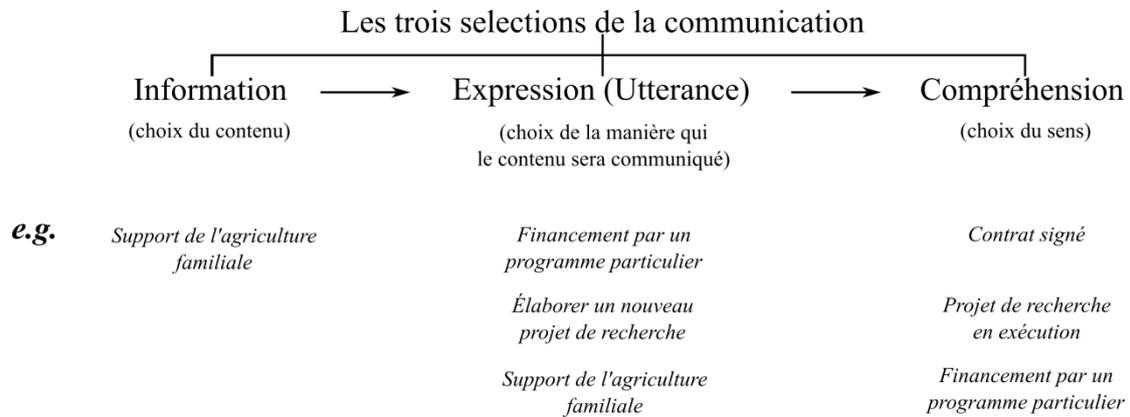


Figure 3.9. *La communication luhmannienne est composée de trois sélections : le choix du contenu ; le choix de la manière dont le contenu sera communiqué ; et le choix du sens donné au contenu. Source : élaboré par l'auteur.*

Dans la communication luhmannienne, il n'y a pas un message clair qui traverserait un moyen de transmission, depuis un émetteur jusqu'à un récepteur dans un délai défini préalablement. À la différence de la théorie de l'information de Shannon (1948), la communication luhmannienne assure une réduction de la complexité dans laquelle il n'y a pas toujours synchronisme, exactitude et persistance dans les mécanismes de sélections de l'information, de l'expression et de la compréhension.

3.6.4 Le pouvoir dans les Systèmes Sociaux

Chez Luhmann, le pouvoir est un concept plurivoque. D'abord, nous avons le pouvoir comme un moyen de communication généralisé pour le sous-système politique (Luhmann 1992). Ensuite, le pouvoir peut être interprété comme la base d'autorité dans tous les sous-systèmes sociaux (Rempel 1996). Enfin, le pouvoir peut être conceptualisé comme la capacité de production de « sens » à partir du processus de communication (Luhmann 1992 ; Rempel 1996) (Figure 3.10).

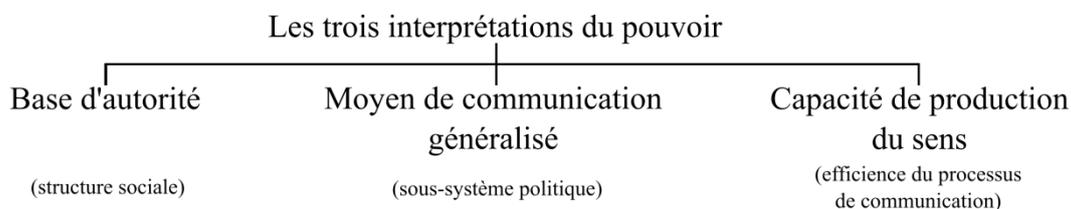


Figure 3.10. *Les trois interprétations du pouvoir dans la théorie des Systèmes Sociaux.*
 Source : élaboré par l'auteur.

3.6.4.1 Le pouvoir comme le moyen de communication généralisé

Dans le sous-système politique, qui a pour but la prise de décisions collectives, le pouvoir est interprété comme le **moyen de communication généralisé** qui a comme code binaire d'avoir ou pas une position politique. Dans ce sous-système, les conflits entre adversaires sont le langage de communication sociale. Cette conceptualisation du pouvoir peut être rangée dans les trois premières formes du pouvoir parce que, dans la politique, nous trouvons des actions directes, indirectes et coercitives des uns envers les autres. Autrement dit, ce type de pouvoir peut être vu comme la capacité d'influencer les autres acteurs, comme proposé par Castelfranchi (2003).

3.6.4.2 Le pouvoir comme la base d'autorité

Selon Castelfranchi (2003), la **base d'autorité** est la capacité à agir au moyen de capacités internes (p.ex., cognition) ou externes (p.ex., ressources financières). La base d'autorité chez Luhmann a un sens similaire ; pour le sous-système économique, la base d'autorité est la capacité à payer ou la possession d'un bien, pour le sous-système politique avoir une position publique, pour le sous-système légal être un professionnel de la loi, pour le sous-système d'éducation avoir le droit à évaluer, et pour le sous-système scientifique avoir de la connaissance scientifique (Rempel 1996).

3.6.4.3 Le pouvoir comme la capacité de production de sens

Dans cette définition générative du pouvoir, la boucle action - rétroaction est présente, même s'il n'y a pas une définition claire des actants du fait de l'absence de synchronisme dans la communication luhmannienne, de la double contingence entre les systèmes, et de la séparation entre les agents (systèmes psychiques) et la société (système social). Donc, les actions sont contingentes et guidées par les actions et les expectatives des uns envers les autres.

Rempel (1996) et Borch (2005) considèrent que le caractère génératif du pouvoir luhmannien peut être vu aussi comme un support théorique à l'interprétation du pouvoir par Michel Foucault. Selon Borch (2005), il y a beaucoup de convergences entre Luhmann et Foucault sur ce sujet, à savoir : le focus sur la différence au lieu de l'identité ; l'observation de second ordre au lieu du positivisme ; la communication au lieu de l'action ; l'évolution au lieu de la structure et de l'équilibre ; les critiques sur la théorie classique du pouvoir ; l'exercice du pouvoir comme un jeu social coopératif et pas un jeu à somme nulle ; le pouvoir n'est pas la cause du comportement, mais un mécanisme de régulation par sélections contingentes ; vision fonctionnelle du pouvoir ; le caractère relationnel du pouvoir.

Selon Borch (2005), Foucault défend sa conception sans recourir à la sociologie, mais à l'analyse historique. L'auteur utilise la théorie luhmannienne pour conforter l'argumentation de Foucault. Selon Borch (2005, p. 159)

This definition of power, as a relation between action and action, is equivalent to the Foucauldian definition of power (in the form of government) as conduct – with the application that Luhmann is explicitly concerned with the regulations of selections, of selected action up selected action.

Borch ajoute (2005, p. 162)

The suggestion is that the functional definition of power may enable us to incorporate into system theory what Foucault analyses as exercise of power through subjectivation.

En conclusion, le pouvoir comme la capacité de production du sens peut être interprété comme la production efficace et générative de sens dans la société mais à partir des systèmes psychiques (Borch 2005; Grant, Rai, et Peterson 2002).

3.7 La Sociologie de l'Action Organisée versus les Systèmes Sociaux

Ces deux approches sociologiques sont de natures différentes, mais elles partagent la systémique comme cadre général. La complexité est abordée de manières très différentes dans les deux théories : la Sociologie de l'Action Organisée prend en compte la complexité par la modélisation systémique du Système d'Action Concret et les

Systèmes Sociaux résolvent la complexité par un mécanisme de communication basé sur trois sélections non déterministes. Les deux théories ont déjà fait l'objet de critiques mutuelles de la part de leurs auteurs.

Luhmann (1980) analyse « L'acteur et le système » en soulignant que la Sociologie de l'Action Organisée, centrée sur les interactions, est proche de la réalité et donc présente une interprétation concrète de l'individu et de ses stratégies face aux contraintes et incertitudes organisationnelles. Selon Luhmann (1980), l'œuvre de Crozier et Friedberg oscille entre l'action (micro) et le système (macro), fait usage de plusieurs cadres méthodologiques et privilégie l'empirisme à un cadre théorique plus global.

Quant à Friedberg (1978), son analyse des systèmes sociaux formalisés – les organisations luhmanniennes (cf. section 3.6) – met en lumière la difficulté à vérifier empiriquement les mécanismes de réduction de la complexité par sélections dans les organisations. En fait, selon Friedberg (1978), l'abstraction luhmannienne, sous-tendue par une rationalité systémique qui élimine la contingence de l'action individuelle, est fortement déterministe.

En fait, la Sociologie de l'Action Organisée est centrée sur les actions des individus et elle ne cherche pas à élaborer une théorie globale de la société. De ce fait, elle est parfaitement applicable à l'étude de situations d'actions collectives. D'autre part, l'analyse des Systèmes Sociaux examinée par Friedberg en 1978 ne prend pas en compte la mise à jour par Luhmann (1995) de sa théorie, par l'addition de la théorie du développement social autopoïétique.

Une comparaison entre la Sociologie de l'Action Organisée et les Systèmes Sociaux vise plutôt à chercher des convergences sur des points abordés de manière similaire. En effet, cette confrontation peut nous indiquer des complémentarités utiles pour l'analyse du pouvoir. Le tableau 3.1 résume une comparaison de la Sociologie de l'Action Organisée et des Systèmes Sociaux vis-à-vis de quelques aspects comme la genèse de la théorie (empirique vs abstraites), l'origine de la dynamique du système social (les actions individuelles vs les communications sociales), la manière dont la théorie interprète l'individu (rationnel vs hors du système), l'objectif de la théorie, le phénomène qu'elle explique (l'équilibre/régulation vs évolutions), les phénomènes notables observés par la théorie (la régulation vs autopoïèses), les éléments observables

dans l'application de la théorie dans une démarche de recherche empirique (le SAC vs la communication), et le pouvoir (Dahl vs Foucault).

Table 3.1. *Comparaison entre la Sociologie de l'Action Organisée et les Systèmes Sociaux. Source : élaboré par l'auteur.*

Aspects de la théorie sociale	La Sociologie de l'Action Organisée	Les Systèmes Sociaux
La genèse de la théorie	Recherche empirique	Conceptualisation abstraite
l'origine de la dynamique du système social	Les actions individuelles	Les communications sociales récursives
La manière dont la théorie interprète l'individu	Il est rationnel	Il est hors du système social, mais il y a des interactions entre eux
L'objectif de la théorie, le phénomène qu'elle explique	L'équilibre et la stabilité du système d'action concret	Évolution permanente du système pour permettre sa propre existence
Les caractéristiques notables observées par la théorie	La régulation du système	La différenciation autopoïétique entre le système et son environnement
Les éléments observables	Les enjeux des acteurs, les zones d'incertitudes, et les comportements des acteurs sociaux dans le SAC	L'expression (<i>utterance</i>) des communications et leurs conséquences.
Le pouvoir	Selon Dahl	Selon Foucault

3.8 Le SSTeC selon la Sociologie de l'Action Organisée et les Systèmes Sociaux

Le concept de système socioterritorial complexe (SSTeC) proposé dans le chapitre précédent présente ses trois sous-systèmes composant (le sous-système d'acteurs, le sous-système de perceptions et de représentations et le sous-système de l'espace géographique), mais ne détaille pas comment les représenter. Donc, dans la section 3.8.1, nous proposons une interprétation du système conceptuel à partir de la Sociologie de l'Action Organisée, et dans la section 3.8.2, à partir des Systèmes Sociaux de Luhmann.

3.8.1 Le système socioterritorial complexe selon la Sociologie de l'Action Organisée

Dans la Sociologie de l'Action Organisée, nous avons trois concepts clés, les acteurs sociaux stratégiques, les zones d'incertitudes et le Système d'Action Concrète (SAC) qui unit les acteurs à partir des zones d'incertitude. Donc, si nous sommes intéressés par

la dimension stratégique des territoires nous pouvons considérer le SSTeC comme un SAC.

D'abord, le sous-système d'acteurs du SSTeC peut être vu de la même manière que dans un SAC. Puis, la rationalité de l'acteur social stratégique peut être vue comme une partie du sous-système de perceptions et représentations, au moins au niveau individuel. Enfin, le sous-système de l'espace géographique, l'espace vécu, peut être source de ressources mobilisables et, par conséquent, des zones d'incertitude.

Le sous-système de perceptions et représentations comme la rationalité d'un acteur stratégique : Pour analyser les perceptions et représentations sociétales, il faudrait se pencher vers la conscience collective ou sur l'étude de concepts partagés par la collectivité dans un SSTeC. Néanmoins, dans notre recherche, nous sommes plutôt concernés par les perceptions et représentations individuelles, même si l'individu est une représentation d'un groupe ou organisation. Donc, l'acteur doté d'une rationalité limitée représente bien la manière selon laquelle chacun observe et prend des décisions collectives, parce qu'il observe des éléments réels et proches de lui, il considère les limites de capacités de raisonnement et des informations incomplètes pour prendre des décisions. Et tout cela, l'acteur stratégique et rationnel, représente bien le comportement des acteurs sociaux dans le jeu social fortement politisé dans les Territoires Ruraux.

Le sous-système géographique comme source de ressources mobilisables susceptibles d'être utilisées comme des zones d'incertitudes : Le sous-système géographique représente l'espace vécu, où se passent les échanges commerciaux, la production agricole, industrielle, etc. Donc, nous sommes à l'échelle opérationnelle, un peu loin de notre approche pour l'étude des SSTeC, qui est plus stratégique. Néanmoins, nous avons dans l'espace géographique des éléments qui peuvent être source de ressources mobilisables et utilisées comme zones d'incertitude à l'échelle stratégique.

D'abord, dans un Territoire Rural un acteur peut contrôler une ressource matérielle (p.ex., une agroindustrie) très bien localisée et jouer avec cela pour gagner du prestige parmi les autres. Puis, la question spatiale peut jouer un rôle majeur quand la zone d'influence d'un acteur est déterminée par la géographie, et cela est le cas, p.ex., des « Quilombolas » et du Mouvement des Sans Terre, qui ont ses limites d'action délimitées par l'État. Nous parlons ici des Territoires Quilombolas et de Projets de

Territoires pour la réforme foncière au Brésil. Enfin, connaître l'espace vécu peut nous apporter des éléments pour identifier de possibles ressources spatialisées mobilisables stratégiquement par les acteurs. La Figure 3.11 montre le SSTeC selon la Sociologie de l'Action Organisée.

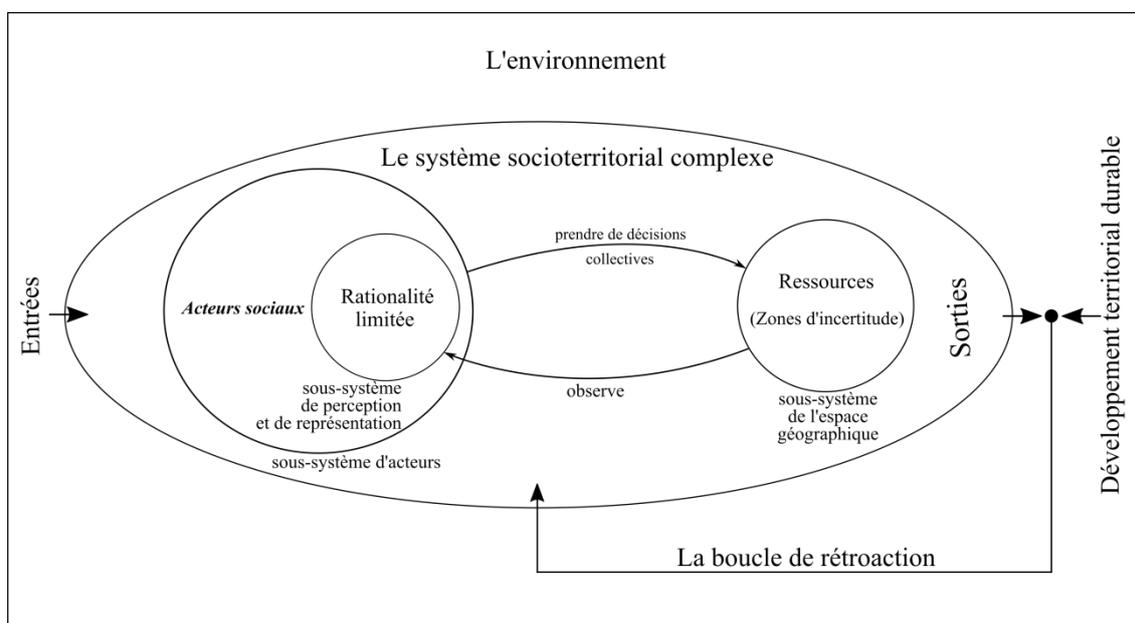


Figure 3.11. *Le système socioterritorial complexe selon la Sociologie de l'Action Organisée. Source : élaboré par l'auteur.*

Les questions stratégiques de chaque Territoire Rural du PRONAT/PTC sont discuté, négocié et résolu au sein des CODETER qui représente et regroupe tous les acteurs concernés et leurs enjeux. Ainsi, si nous regardons chaque CODETER comme un système socioterritorial complexe, les entrées seront les lois, les décrets et les normes internes des Ministères et toutes les ressources du territoire ; la sortie sera des nouvelles configurations spatiales et sociales entre les acteurs du terrain ; l'objectif final sera le développement durable du Territoire selon la perspective présentée dans le chapitre précédent où l'engagement et la participation de la société civile et la concertation avec le pouvoir public sont essentiels pour répondre aux défis de la soutenabilité.

3.8.2 Le système socioterritorial complexe selon les Systèmes Sociaux de Luhmann

Dans le cadre des Systèmes Sociaux, les éléments clés pour décrypter la société sont les sous-systèmes et ses éléments (cf. Figure 3.8), le système psychique (les êtres humains), responsables de l'animation des Systèmes Sociaux, les interactions face-à-face et les

organisations. Donc, l'interprétation du système socioterritorial complexe selon les Systèmes Sociaux sera faite par la correspondance entre ces concepts et les sous-systèmes du SSTeC.

Malgré la capacité décisionnelle des CODETER par rapport les investissements et les projets dans les Territoires Ruraux notre recherche vise notamment le décryptage des rapports de force entre les acteurs. Nous partons de l'idée que seules les décisions, elles-mêmes, ne fournissent pas tous les éléments nécessaires pour vérifier et quantifier la force de chaque acteur et ses interdépendances. Donc, c'est pour cette raison que nous n'avons pas pris le concept d'organisation de Luhmann comme support pour observer notre SSTeC. De plus, le concept d'interaction face-à-face de Luhmann est dédié plutôt à la communication directe entre les individus et non entre les groupes ou organisations, donc pas adéquat à être référence pour construire notre SSTeC.

Si la question pertinente est le conflit entre les acteurs antagoniques, le sous-système politique est le plus approprié. En fait, le sous-système politique de Luhmann comme décrit dans la Figure 3.7 est la conceptualisation la plus convenable pour observer notre SSTeC. D'abord, la fonction sociale de ce sous-système est la prise de décisions collectives. Puis, le décryptage du sous-système passe par l'identification des conflits parmi les acteurs. Enfin, le pouvoir est au cœur de ce sous-système, notamment comme le moyen de communication généralisé.

Selon Luhmann, tout la cognition et les processus décisionnels sont dans le systèmes psychiques, les êtres humains, séparés des sous-systèmes qui composent la société. Donc, le sous-système de perceptions et représentations sera représenté comme un ensemble des systèmes psychiques. Dans la proposition luhmannienne, les raisonnements et, par conséquent les perceptions et représentations, sont produits dans le domaine des systèmes psychiques qui peuvent être stratégiques et rationnels.

Le sous-système de l'espace géographique représente l'espace vécu qui nous pouvons l'interpréter comme l'ensemble des systèmes qui ont besoin d'un lieu où les choses se passent et où les acteurs (les systèmes psychiques) exercent leur pouvoir. Certes, dans l'œuvre luhmannienne il n'y a pas de référence à la géographie et aux localisations des évènements sociaux, ou aux communications sociales. Néanmoins, dans cette proposition nous regardons l'espace vécu comme l'entourage du sous-système politique, incluant les interactions face-à-face, les organisations et d'autres systèmes et

sous-systèmes du Système autopoïétique. La Figure 3.12 montre les interrélations entre les composants du SSTeC à partir de la théorie de Luhmann.

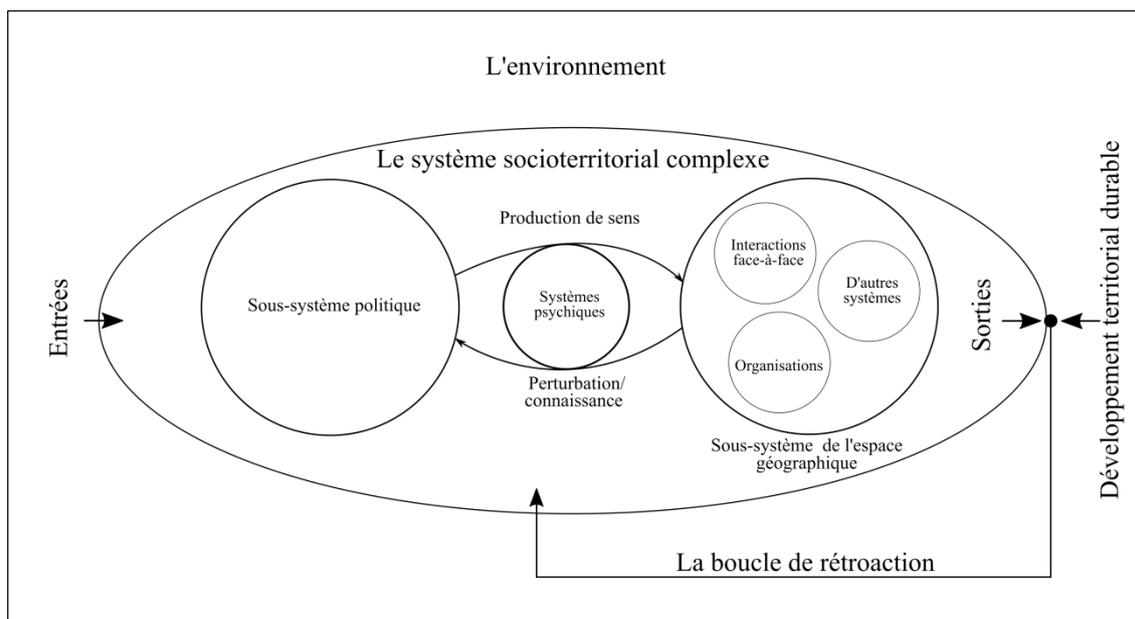


Figure 3.12. *Le système socioterritorial complexe selon les Systèmes Sociaux de Luhmann. Source : élaboré par l'auteur.*

En bref, le sous-système d'acteurs du SSTeC peut être vu comme un sous-système politique. Puis, le sous-système de perceptions et représentations peut être vu comme un ensemble de systèmes psychiques. Enfin, le sous-système de l'espace géographique, l'espace vécu, peut être observé comme les autres sous-systèmes sociétaux, les interactions face-à-face et les organisations.

3.9 Conclusion

Concluons en essayant de répondre aux questions posées dans l'introduction de ce chapitre.

Quelles théories sociales peuvent être mobilisées en appui ?

Pour l'observation du système socioterritorial complexe, nous avons choisi la Sociologie de l'Action Organisée qui est attachée à l'approche empirique (individualisme méthodologique et rationalité limitée), qui analyse le pouvoir selon Dahl et a été déjà appliquée à la modélisation et simulation de divers systèmes d'acteurs

territorialisés. Pour une analyse du pouvoir du point de vue macrosociologique et selon une approche plus proche des sciences de la complexité, nous avons choisi la théorie luhmannienne des Systèmes Sociaux, où le pouvoir est analysé ou interprété selon la théorie foucauldienne.

Considérant l'importance des échanges symboliques au sein des territoires Ruraux au Brésil, nous avons choisi de prendre en compte la théorie de la réciprocité comme support pour l'étude des conséquences du changement des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux. Nous partons de l'hypothèse suivante : les changements de rapports de pouvoir ont un impact sur les relations de réciprocité symboliques entre les acteurs sociaux dans le SSTeC soumis aux politiques publiques PRONAT et PTC.

Comment modéliser les composants d'un système socioterritorial complexe à partir de ces cadres théoriques ?

Nous pourrions modéliser le système socioterritorial complexe comme un Système d'Action Concret composé d'agents rationnels en utilisant la Sociologie de l'Action Organisée et comme un système de communication sociale selon la théorie des Systèmes Sociaux.

Qu'est-ce que le pouvoir dans le système socioterritorial complexe ?

Chaque théorie développe sa propre définition du pouvoir. Pour la Sociologie de l'Action Organisée, le pouvoir est interprété comme la capacité d'un acteur à exploiter à son avantage les zones d'incertitudes qu'il maîtrise et par là influencer le comportement d'autres acteurs, donc assez proche de la définition de Dahl. Le pouvoir dans les Systèmes Sociaux est vu comme la capacité d'un système (social ou psychique) à obtenir que les informations communiquées soient transformées en sens, donc en accord avec la proposition de Foucault.

Comment représenter les rapports de pouvoir dans ce système ?

Dans la Sociologie de l'Action Organisée, la boucle du pouvoir est représentée par les relations de contrôle et de dépendance instaurées par des zones d'incertitudes associées à des ressources mobilisables par les acteurs. Dans les Systèmes Sociaux, le pouvoir dépendra du mécanisme choisi pour l'implémentation du processus de communication social.

Après la délimitation du système d'acteur à étudier – le système socioterritorial complexe – et le choix de cadres théoriques pour l'analyse du pouvoir – la Sociologie de l'Action Organisée et les Systèmes Sociaux –, il nous reste à déterminer quels modèles computationnels mettre en œuvre pour la modélisation et la simulation sociales. Le chapitre suivant présente un état de l'art des formalisations mathématiques et computationnelles du concept de pouvoir.

Chapitre 4 – Les Sociétés Artificielles, les théories sociales et le pouvoir

4.1 Introduction

Notre recherche vise la modélisation d'un système socioterritorial complexe (le Territoire Rural) pour permettre une évaluation de l'impact de deux politiques publiques (PRONAT et PTC) sur le changement de rapports de pouvoir entre les acteurs. Pour faire cela, nous avons adopté la stratégie de s'appuyer sur des théories sociales pour la modélisation et simulation computationnelle du système social et ainsi mesurer les rapports de pouvoir au sein de ce système social.

Il faut souligner que nous ne proposons pas la modélisation des politiques publiques dans le sens présenté par Gilbert et al. (2018), où la modélisation sociale est utilisée pour simuler l'effet de différentes politiques publiques dans un système social. Notre proposition vise à modéliser le jeu des acteurs d'un Territoire Rural à deux périodes distinctes pour vérifier l'impact des politiques publiques, mais sans modéliser les politiques elles-mêmes.

La modélisation et simulation sociale computationnelle est un travail multidisciplinaire et interdisciplinaire pour apporter aux sciences sociales des méthodes et outils pour mieux comprendre les phénomènes sociaux reconnus comme complexes. D'autres approches computationnelles ont été adoptées comme support pour les sciences sociales, comme le *Big Data*, l'Analyse de Réseaux Sociaux et les méthodes statistiques d'analyse de systèmes non-linéaires (Cioffi-Revilla 2014 ; Conte et al. 2012 ; Fuentes et al. 2019).

Dans notre recherche nous avons focalisé l'attention sur les Sociétés Artificielles, représentations formelles (mathématiques ou computationnelles) de sociétés à partir de modèles d'entités ou de réseaux sociaux qui utilisent le paradigme de la modélisation par agents (*Agent-based models* ou *multi-agent systems*) pour simuler des phénomènes sociaux à partir du comportement d'individus ou de dynamiques sociales (Sawyer 2003; Silverman et Bryden 2007). Selon Raub, Buskens, et van Assen (2011), les Sociétés Artificielles ont apporté aux études sociologiques la capacité d'observer *in silico* la relation entre le comportement individuel à l'échelle micro et ses conséquences au

niveau d'agrégé de la structure sociale à l'échelle macro dans la perspective de la liaison micro-macro établie par Coleman (1990). Selon Squazzoni (2008, p. 4),

... social simulation could be defined as the study of social outcomes, let us say a macro regularity, by means of computer simulation where agents' behaviour, interactions among agents and the environment are explicitly modelled to explore those micro-based assumptions that explain the macro regularity of interest.

En fait, le débat sur la connexion entre les actions au niveau le plus bas et les échelles de plus haut niveau dans la société a été toujours une préoccupation de la sociologie et des Sociétés Artificielles (Raub et al. 2011 ; Squazzoni 2008 ; Sawyer 2003 ; Conte et al. 2001). Donc, l'étude d'aspects particuliers des systèmes sociaux comme l'émergence, le pouvoir, la réciprocité, etc. passe par la compréhension de la connexion micro-macro.

Dans ce chapitre, nous présentons les principes des Sociétés Artificielles (cf. section 4.2), puis nous faisons l'état de l'art sur la relation entre les Sociétés Artificielles et la théorie sociale à partir de la dialectique sociologique micro-macro (cf. section 4.3) et entre les Sociétés Artificielles et l'implémentation du concept du pouvoir (cf. section 4.4). Ensuite, nous analysons les Sociétés Artificielles qui ont adopté la théorie des Systèmes Sociaux de Luhmann comme inspiration ou référence (cf. section 4.5). Dans la section 4.6 nous présentons le concept de pouvoir selon la théorie de la dépendance et le raisonnement social (Castelfranchi 2003 ; Castelfranchi et al. 1992 ; Sichman, Demazeau 2001).

Le métamodèle SocLab, adopté dans notre recherche, qui formalise la Sociologie de l'Action Organisée (cf. section 3.5) et qui approche directement la question des relations de pouvoir entre les acteurs sera approché dans le chapitre 5.

Donc, ce chapitre essaye de répondre aux questions suivantes : comment les théories sociales ont-elles été intégrées dans les Sociétés Artificielles ? Comment le concept de pouvoir a-t-il été interprété et formalisé dans les Sociétés Artificielles ? Et finalement : comment les Sociétés Artificielles peuvent-elles nous apporter des éléments utiles pour l'étude du système socioterritorial complexe ?

4.2 Les Sociétés Artificielles

Sawyer (2003) considère comme synonymes les modèles individu-centrés (*Agent-based models*) et les systèmes multi-agents en raison du partage des principes sur lesquels ils reposent. L'auteur utilise donc le terme *Société Artificielle* pour désigner des systèmes informatiques qui implémentent des entités computationnelles (appelés *agents*) autonomes qui prennent des *décisions* à partir de leur état interne et d'informations sur leur *environnement* et les autres agents avec lesquels ils *communiquent* directement ou pas. Les mécanismes de codification des agents, de l'environnement et de la communication entre les agents sont variés selon le besoin du modélisateur.

Il est possible d'implémenter une Société Artificielle en utilisant des langages de programmation comme Java, C++ ou autre, mais il y a des logiciels qui permettent le codage de systèmes multi-agents, comme Netlogo¹⁷, Cormas¹⁸, Mason¹⁹, GAMA²⁰, etc.

Dès le début, l'objectif général des Sociétés Artificielles était l'analyse expérimentale et théorique de mécanismes d'auto-organisation à partir des interactions locales entre les agents et sans coordination centrale. Le deuxième objectif, dans une perspective d'intelligence artificielle distribuée, était la construction de systèmes distribués capables de résoudre des problèmes complexes par la coopération et coordination entre les agents (Ferber 1999).

La capacité de modéliser des agents autonomes qui interagissent entre eux et la possibilité d'observer des propriétés qui en émergent a attiré l'attention des scientifiques du comportement humain, et notamment des économistes, psychologues et sociologues qui ont compris que les Sociétés Artificielles pouvaient être utilisées comme un nouvel outil de recherche en sciences sociales.

Deux questions se posent : quelles sont-elles les théories sociales qui permettent de fonder les Sociétés Artificielles ? Comment les théories sociales présentées dans le chapitre précédent sont-elles utilisées pour les Sociétés Artificielles ? La section suivante essaye de répondre à la première question, et la section 4.4 fait l'état de l'art

¹⁷ Netlogo - <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>.

¹⁸ Cormas - <http://cormas.cirad.fr/>.

¹⁹ Mason - <https://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/>.

²⁰ GAMA - <https://gama-platform.github.io/>.

sur les Sociétés Artificielles inspirées des Systèmes Sociaux de Luhmann et présente le métamodèle de Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann (S4Luhmann).

4.3 Les Sociétés Artificielles et les théories sociales

Les débuts de la simulation sociale sont marqués par l'influence des systèmes dynamiques et la modélisation des phénomènes sociaux à partir d'équations différentielles, dans le contexte d'une recherche appliquée. Selon Macy et Willer (2002), ces modèles peuvent être divisés en deux groupes, les modèles de macro-simulation et de micro-simulation, les premiers pour prédire la distribution des populations ou des standards globaux des phénomènes dans une approche *top-down* (p.ex., le trafic urbain, migration, changement démographique), les seconds pour estimer les impacts des décisions au niveau le plus bas jusqu'aux niveaux les plus hauts, *bottom-up*.

Comme le souligne Lane (1999), ces modèles de micro et macro-simulation basés sur les Systèmes Dynamiques sont fortement fondés sur l'approche fonctionnaliste-structuraliste et ils sont consistants avec l'étude sociale à partir des relations entre le niveau micro (agence) et macro (structure). Néanmoins, malgré les avancées de cette approche mathématiquement rigoureuse et ayant une grande capacité de généralisation, il est devenu évident que le caractère complexe des systèmes sociaux demandait une approche plus appropriée. Donc, pendant les années 1980 surgissent les modèles computationnels centrés sur l'individu (*agent-based models*), et plus tard les systèmes multi-agents, qui seront traités ici comme des Sociétés Artificielles (Sawyer 2003).

Pour comprendre l'impact des Sociétés Artificielles sur la sociologie, il faut introduire le schéma de Coleman (1990). Selon Coleman, il y a une relation causale entre les micros actions (comportements des agents au niveau bas) et la configuration macro du système social (micro \rightarrow macro) comme illustré dans la Figure 4.1. Selon cette proposition, dans un système social artificiel les macros conditions sont les états globaux et des hypothèses sur système social, les micros conditions sont les suppositions qui structurent les actions des agents, les micros résultats sont des choix qui ont été faits par les agents, les macros résultats sont alors la nouvelle structure sociale, qui émerge des macros conditions et des actions des agents.

Néanmoins, il y a aussi un effet des macros résultats sur les micros actions (résultats) (macro → micro). Selon Squazzoni (2008), l'effet des macros résultats sur l'individu a été abordé par Granovetter et Soong (1983), donc nous pouvons inclure une nouvelle flèche (5) pour la relation causale entre les macros résultats et le comportement des agents (cf. Figure 4.1).

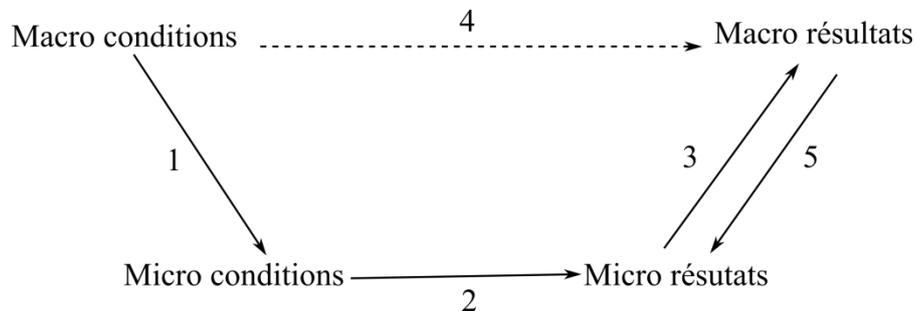


Figure 4.1. Le schéma de Coleman pour la connexion micro-macro à partir de quatre points de référence (macro conditions, macro résultats, micro conditions et micro résultats). La flèche 1 représente des hypothèses qui relient les macros conditions aux micros conditions. La flèche 2 représente le cadre théorique qui conditionnera les décisions individuelles (p.ex. la théorie du choix rationnel). La flèche 3 représente les effets des choix individuels sur les macros résultats (p.ex., émergence d'une structure sociale). La flèche 4 lie les macros conditions aux macros résultats. La flèche 5 représente l'effet des macros résultats sur les comportements des individus. Source : adapté de Raub et al. (2011).

Deux exemples illustrent bien l'implémentation de ces deux causalités (micro→macro) et (macro→micro) dans les Sociétés Artificielles : le modèle de ségrégation raciale de Schelling (1971) et l'action collective de Granovetter et Soong (1983). Le modèle de ségrégation raciale de Schelling peut être considéré comme un des premiers exemples de modèle génératif cellulaire basé sur des agents réactifs qui décident de rester dans la cellule où ils se trouvent (représentation d'un domicile) ou changer de cellule (déménager) si une quantité prédéfinie des voisins ne sont pas du même groupe racial. En bref, Schelling a démontré que la ségrégation apparaît même dans des populations tolérantes des environnements avec de mixité raciale et a émis l'hypothèse que les facteurs socio-économiques (éducation, revenu, etc.) pouvaient être négligés dans l'interprétation du phénomène de ségrégation.

Granovetter et Soong (1983) ont développé un modèle de simulation d'action collective où les agents prennent des décisions basées sur leurs motivations, mais aussi les décisions des autres agents, donc ils ont introduit explicitement une propriété sociale qui influence l'action individuelle. Le modèle simule le comportement des agents pour prendre ou ne pas prendre part à une émeute. Les agents sont divisés en trois groupes, les radicaux (plus inclinés à s'engager dans une émeute en cours), les instigateurs (qui peuvent commencer une émeute) et les conservateurs (les moins inclinés à s'engager dans une émeute). En bref, les auteurs ont démontré que si nous ajoutons dans le modèle une information sur la structure sociale (relations d'amitié parmi les agents) prise en compte dans le processus de décisions des agents, nous aurons des résultats différents, ce qui signifie que les effets macros sur les micros actions sont importants et à ne pas négliger.

Zoya et Roggero (2014) montrent que la théorie sociale sous-jacente, explicite ou non, joue un rôle majeur dans la modélisation et simulation sociale computationnelle par agents. Plusieurs théories sociales, qui représentent divers points de vue sur la société, peuvent enrichir les modèles. Certaines théories sont fortement ancrées sur des travaux empiriques et plus proches de ce qui se passe sur le terrain comme la Sociologie de l'Action Organisée et permettent de formaliser le système social ciblé à partir de la confrontation entre la théorie et l'observation. Par ailleurs, il y a des théories sociales avec des formulations plus abstraites des concepts comme le pouvoir, l'influence, etc. qui sont plus difficiles à traduire vers un langage formel, et à vérifier sur le terrain.

En général, les Sociétés Artificielles de systèmes socio-écologiques n'explicitent pas les théories sociales adoptées. Schlüter et al. (2017) ont fait un inventaire des théories sociales utilisées explicitement dans le domaine de la modélisation et simulation par agents des systèmes socio-écologiques. Selon Schlüter et al. (2017), les théories sociales les plus utilisées sont : la théorie du choix rationnel (Simon 1978), la rationalité limitée (Simon 1955), la théorie du comportement planifié (Ajzen 1991), l'apprentissage par renforcement (Sutton et Barto 1998), la norme descriptive (Cialdini, Reno, et Kallgren 1990) et la théorie des perspectives (Kahneman et Tversky 1979). De plus, l'implémentation des systèmes de simulation socio-écologiques considère, en général, une combinaison de ces théories. Cela s'explique par l'incomplétude des théories sociales qui concentrent chacune leur attention sur des aspects particuliers des

phénomènes sociaux et qui n'arrivent pas à décrypter toute la dynamique sociale (Schlüter et al. 2017).

Dans le domaine de la psychologie sociale, nous avons au moins trois théories qui ont été traduites vers la logique computationnelle et qui sont fortement centrées sur l'individu. La théorie de l'échange (Emerson 1976), la théorie de la dépendance (Castelfranchi, Miceli, et Cesta 1992; Conte et Sichman 1995) et la théorie de French et Raven (French Jr. et Raven 1959). En fait, les approches centrées sur l'individu, la rationalité, la cognition, le raisonnement ou tout simplement sur le comportement individuel sont plus nombreuses de par leur proximité avec les langages de l'intelligence artificielle. Mais quand nous parlons de phénomènes sociaux à un plus haut niveau d'abstraction, comme les systèmes socioterritoriaux complexes (Silva 2015b), les systèmes sociotechniques (Jones, Artikis, et Pitt 2013), etc., le rapport avec l'intelligence artificielle devient plus problématique à cause de difficulté d'évaluer la correspondance entre les simplifications et le comportement des modèles et les propriétés réelles du système social (Jones et al. 2013).

Dans le domaine de la sociologie, nous avons au moins trois théories qui ont été utilisées comme point de départ, d'inspiration, ou qui ont été précisément traduites vers un langage plus formel et calculable, à savoir : la théorie du champ (Lewin 1951), qui fait partie de l'implémentation de Silva, Marietto, et Ribeiro (2008); la théorie des Systèmes Sociaux (Luhmann 1995) qui a inspiré plusieurs implémentations (Barber et al. 2006; Dittrich et al. 2003; Fleischmann 2005; Leydesdorff 1987; Silva et Sibertin-Blanc 2018); et la Sociologie d'Action Organisée (Crozier et Friedberg 1977; Friedberg 1993), qui est à l'origine de l'approche SocLab (Sibertin-Blanc et al. 2013).

En l'économie, les Sociétés Artificielles sont utilisées pour pallier les simplifications excessives des hypothèses souvent considérées dans les modèles économétriques classiques comme l'homogénéité et la rationalité sans restrictions des agents, le manque de communication entre les agents et les focus sur l'équilibre et non pas sur l'émergence. En matière de théorie sociale, les Sociétés Artificielles à visée économique recourent à la théorie des jeux, la rationalité limitée et d'autres théories issues de sciences du comportement.

En conclusion, les théories issues des sciences sociales prennent de plus en plus de place dans la modélisation des Sociétés Artificielles, parce qu'elles sont source de

compréhension des phénomènes sociaux et aident à l'interprétation des résultats de simulation. Pour les modélisations du comportement des acteurs, nous soulignons la théorie du choix rationnel, la rationalité limitée et la théorie de l'échange. Pour la modélisation de la structure sociale nous avons souvent comme supports les théories sociales issues du structural-fonctionnalisme, *Social Network Analysis* et les théories systémiques de la société.

De plus, nous observons que, pour décrypter des systèmes socioécologiques, sociotechniques ou des réseaux sociaux, les Sociétés Artificielles utilisent, en général, une combinaison de théories sociales pour relier la cognition individuelle (micro), la dynamique sociale et la structure du système (macro).

4.4 Les Sociétés Artificielles et le concept de pouvoir

Dans le domaine de la modélisation computationnelle des agents autonomes, le concept de pouvoir prend plusieurs sens et il est codifié à partir de différentes perspectives. Dans la première, nous avons le pouvoir comme une mesure basée sur l'autonomie ou comme une ressource d'échange (Hayes et Hexmoor 2006; Hexmoor 2002; Ward et Hexmoor 2003). La deuxième voire le pouvoir sur la perspective culturelle fortement basée sur la théorie Statut-Pouvoir²¹ de Kemper (2013), par exemple le travail de Mascarenhas et al. (2016). Dans la troisième nous avons le pouvoir comme un indice dans le contexte du Choix Social (Benati, Rizzi, et Tovey 2015; Bertini et al. 2013; Crama et Leruth 2013; Filmus et al. 2018). La quatrième est la perspective normative du pouvoir (Jones et Sergot 1996; López 2003). Finalement, le pouvoir peut être conçu à partir de la théorie de French Jr. et Raven (1959)²², issue de la psychologie sociale, qui identifie les cinq principales bases du pouvoir (référence, savoir-faire, récompense, coercition, légitimité) (Hashemian et al. 2018; Pereira, Prada, et Santos 2016).

²¹ La théorie du Statut-Pouvoir de Kemper fournit un modèle pour le choix social basé sur l'influence du groupe dans lequel l'acteur est engagé. Dans cette théorie, les actions d'un acteur visent notamment l'augmentation de son statuts. Et cela est défini par les autres acteurs, qui ont une relation avec lui et qui déterminent les valeurs et les normes de comportement. Donc, à la fin, l'acteur cherche à éviter des sanctions, punitions ou tout simplement de réactions négatives de la part des autres acteurs. Selon Kemper, le choix est déterminé par les relations que l'individu entretient avec les autres acteurs.

²² La théorie de French et Raven identifie cinq types de pouvoir : de référence, d'expertise, de récompense, de coercition, et par la légitimation. Donc, la base du pouvoir est déterminée par son origine. Plus la base est forte, plus fort sera le pouvoir. Selon les auteurs, l'utilisation du pouvoir en-dehors de sa limite mobilisable amène une réduction de ce pouvoir. L'usage du pouvoir de coercition par un acteur réduit son attractivité et augmente la résistance envers lui.

La psychologie sociale a fondé le concept de pouvoir sur la théorie de la dépendance (Castelfranchi 2003; Castelfranchi et al. 1992; Conte et Sichman 1995; Sichman et Demazeau 2001).

Hexmoor (2002) a défini le pouvoir comme la capacité d'un agent à influencer d'autres, et ce pouvoir peut être mesuré en fonction des limites de la liberté d'action, l'*autonomie*. Hexmoor (2002) a formalisé sa proposition à partir des éléments suivantes : les choix basés sur les actions, les objectifs et les tâches des agents, les fonctions de préférences qui évaluent les choix les plus convenables en fonction du contexte (p.ex. présence d'autres acteurs) et les libertés d'action internes (basées sur ses capacités internes) et externes (basées sur le degré d'influence externe). À partir de ces éléments il propose des mesures d'autonomie et de pouvoir absolus qui ont été appliquées dans le raisonnement des agents pour la distribution de tâches (Hexmoor 2002), comme une mesure de la capacité d'influencer par des messages (Ward et Hexmoor 2003) et comme une ressource échangeable entre les agents (Hayes et Hexmoor 2006).

Mascarenhas et al. (2016) propose un modèle d'interaction sociale selon une *perspective culturelle* où l'agent artificiel agit selon ses motivations internes, certes, mais sous l'influence de valeurs culturelles et de l'importance de ses actions pour la société. L'auteur cherche à vérifier l'impact de la culture sur les agents artificiels. Cette proposition est basée sur la théorie du Statut-Pouvoir de Kemper (2011) et a donné naissance au modèle de la dynamique de l'importance sociale (*Social Importance Dynamics-SID*). Donc, ce modèle part du principe que les actions sociales sont motivées par deux construits, le statut et le pouvoir qui sont représentés par des relations entre les acteurs. Le statut est défini comme l'intensité de la volonté d'un acteur d'être respecté ou d'être d'accord avec les intérêts de l'autre (agent, groupe d'agents). Le pouvoir est défini comme la capacité d'un acteur à contraindre l'autre à agir selon ses besoins (Kemper 2011). Néanmoins, malgré l'usage du concept du pouvoir selon Dahl (cf. Section 3.2.1) le modèle SID ne le formalise pas explicitement.

Le pouvoir a été formalisé dans le domaine du Choix Social (*Social Choice*) comme une mesure (*indice*) de la capacité d'un acteur d'influencer le résultat d'un jeu où les acteurs ont le même objectif et le résultat peut être considéré comme abouti ou pas, p.ex. le jeu du vote pondéré et le jeu simple de coalition (Bachrach et al. 2010). Les indices

existent déjà comme le Banzhat et le Shapley-Shubik et d'autres comme décrit dans Bertini et al. (2013). Bachrach et al. (2010) proposent leur utilisation dans le domaine de Sociétés Artificielles à partir du calcul des valeurs par approximation. Malgré son importance, cette approche reste limitée à un type de jeu où les acteurs ont le même objectif, et cela ne correspond pas à la majorité des situations sociales.

López (2003) formalise le pouvoir à partir du point de vue sociologique, légal et philosophique des *normes sociales*. À la fin, cette définition du pouvoir suit la proposition de Dahl, donc la capacité d'influer. Le pouvoir peut-être circonstanciel selon l'auteur (p.ex. capacité de coercition, d'échange, etc.), mais aussi issu des normes sociales (p.ex. l'autorité légale pour punir, sanctionner, récompenser, etc.). López (2003) a développé un modèle où chaque agent identifie les situations de pouvoir, c'est-à-dire les situations où l'acteur peut exercer l'un de ses pouvoirs circonstanciel ou normatifs, et les exerce pour sélectionner un plan pour atteindre ses objectifs. Jones et Sergot (1996) présentent une formalisation similaire, mais en utilisant la logique modale pour décrire les modèles d'institutions gouvernées par des normes qui a été utilisé comme support pour le *design* de systèmes sociotechniques (Jones et al. 2013).

La psychologie sociale a inspiré de nombreux modèles de sociétés artificielles qui considèrent le concept de pouvoir social, notamment la théorie de French Jr. et Raven (1959) et la théorie de la dépendance de Castelfranchi (2003) qui sera présentée dans la section suivante. Hashemian et al. (2018) ont développé un modèle basé sur les cinq formes du pouvoir de French et Raven qui vise la construction d'agents socialement crédibles, c'est-à-dire avec un comportement proche de la réalité, pour la construction d'agents virtuels intelligents (p.ex. *Jeux Sérieux*²³). Ce modèle a été conçu à partir de la proposition du modèle SAPIENT (SociAI-Power-Intelligent agENTS - agent intelligent à pouvoir social) de Pereira, Prada, et Santos (2016). La théorie de French et Raven identifie cinq types de pouvoir : de référence, d'expertise, de récompense, de coercition, et par la légitimation. Donc, le modèle proposé par Hashemian et al. (2018) définit la relation de pouvoir à la façon de Dahl, où l'agent « A » cherche à influencer l'autre agent « T » en fonction du pouvoir (fondé sur les cinq bases du pouvoir) que A a sur T. Néanmoins, la décision de d'obtempérer de « T » dépendra de l'induction (persistance

²³ Jeux Sérieux combine jeux vidéo, jeux de rôle et d'autres jeux ludiques dans le but d'une application « sérieuse » comme le marketing, la pédagogie ou l'entraînement.

et actions) de « A » et de la perception de « T » du pouvoir de « A ». Donc, après avoir été influencé par « A », l'agent T calcule individuellement les pouvoirs de « A » et décide selon un seuil prédéterminé si, dans le contexte où il est, il faut suivre l'influence de « A » et exécuter l'action demandée par « A ».

En conclusion, seulement deux perspectives du pouvoir utilisent clairement le support d'une théorie issue des sciences sociales pour dessiner ces modèles, la perspective culturelle à partir de la théorie de Statut-Pouvoir de Kemper et la perspective présentée par Hashemian et al. (2018) qui utilise la théorie des bases du pouvoir de French et Raven. Hormis la proposition de pouvoir comme un indice (Choix Social), tous les autres (autonomie, perspective culturelle, normative, centrées sur les bases du pouvoir) utilisent la définition classique du pouvoir de Dahl comme point de départ pour l'implémentation de leur modèles. En général, la liaison micro-macro n'est pas ouvertement approchée par ces travaux.

Dans les prochaines sections nous allons évaluer les modèles de simulation inspirés de Luhmann (cf. section 4.5) et la proposition d'un métamodèle basé sur la théorie luhmannienne (cf. section 3.8.2) qui pourrait être utilisé comme outil d'analyse des systèmes socioterritoriaux (cf. section 4.5.5). Nous allons aussi analyser le concept de pouvoir selon la théorie de la dépendance de Castelfranchi (2003), qui a donné lieu à la méthode de raisonnement social des réseaux de dépendances (Sichman 1995) et qui est la proposition la plus importante dans le domaine de la modélisation des systèmes autonomes (cf. section 4.6).

4.5 Les modèles de simulation sociale inspirés de Luhmann

Les propositions visant à concevoir des modèles de simulation sociale inspirés de la théorie de Luhmann peuvent être divisées en trois groupes selon leurs objectifs : l'observation de l'émergence d'un ordre social selon les expectatives des agents (Barber et al. 2006; Dittrich et al. 2003; Füllsack 2012; Leydesdorff 2005; Malsch et Schulz-Schaeffer 2007); l'implémentation des sous-systèmes selon la proposition de Luhmann (cf. section 3.6.2) (Fleischmann 2005 ; Grant et al. 2002); et le lien explicite micro-macro (Silva et al. 2008).

4.5.1 Les modèles d'émergence de l'ordre social

Les modèles d'émergence de l'ordre social proposent une formalisation computationnelle ou mathématique de concepts clés de la théorie luhmannienne qui affectent l'émergence de l'ordre social. Ces modèles ont comme but d'éclairer des aspects abstraits de la théorie et de permettre d'évaluer l'impact de chaque élément de la théorie (p.ex., la double contingence) sur le phénomène d'émergence de l'ordre.

Les modèles qui traitent de l'ordre social partent de l'idée de Luhmann selon laquelle l'émergence est le résultat des anticipations basées sur les attentes mutuelles dans une relation dyadique entre les agents sociaux au cours d'un processus de communication sociale (Dittrich et al. 2003). Dittrich et al. (2003, p. 2) ont déclaré que « *every entity expects that the other entity has expectations about its next activity* ». En fait, les auteurs ont exploré le concept de double contingence pour concevoir un mécanisme d'anticipation (cf. section 3.5.1) des actions des uns envers les autres en utilisant les attentes (créées à partir des interactions antérieures) en tant que principal processus social entre les agents.

La double-contingence est un point clé de la théorie luhmannienne parce qu'il est responsable de l'évolution du système et a motivé le développement de mécanismes d'anticipation du comportement des agents basés sur le concept d'attente. En fait, la communication sociale ancrée sur les trois sélections (du contenu, de la manière dont il sera communiqué et de son sens) dépend de la façon dont les agents s'observent, observent le système social et prennent des décisions. Les modèles d'émergence de l'ordre social utilisent, en général, le même mécanisme pour prendre en compte la double-contingence. Ils sont basés sur une mémoire de ce qui s'est passé et sur des attentes relatives au comportement des autres systèmes (psychique et social) et aux attentes des autres vis-à-vis de leur propre comportement (cf. section 3.5.1), cf. Figure 4.2.

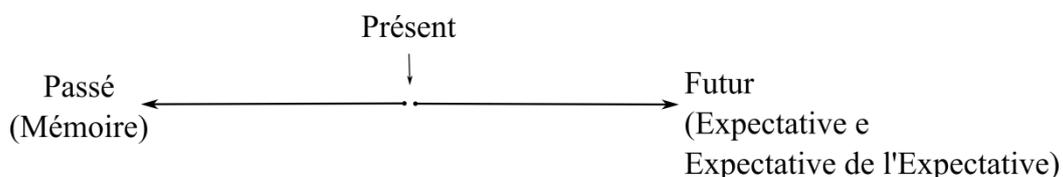


Figure 4.2. La double-contingence se résout à partir de mécanismes d'anticipation basés sur la mémoire et les attentes des agents à un moment donné. Source : élaboré par l'auteur.

Barber et al. (2006) et Füllsack (2012) ont utilisé cette idée pour concevoir leur modèle d'agents basé sur des expectatives. La principale caractéristique de cette approche est que la communication entre les agents est implémentée comme une interaction face-à-face en utilisant la Théorie de l'Information de Shannon comme support théorique. Selon Füllsack (2013, p.40) :

According to Shannon's conception (1948) information is never accessed directly, for example through the definition of a value of some sort. It rather emerges indirectly through the exclusion of alternative possibilities. Shannon's information entropy indicates the number of alternatives that need to be excluded from a set of options in order to determine one of them as currently relevant.

Par contre, Leydesdorff (2005), qui a développé son implémentation du système social d'anticipation à partir de Rosen (1985), souligne que « *Information is defined by Luhmann (1984: 102f.) as a selection by the system, and not as uncertainty (Shannon 1948)* ». Donc, malgré les rapports entre les définitions de l'information de Luhmann et de Shannon, il n'y a pas de consensus pour décider dans quelle mesure la réduction de la complexité luhmannienne peut être comparée avec la réduction/augmentation d'incertitude (entropie) d'information de Shannon.

Les solutions proposées par Leydesdorff (2005), Barber et al. (2006) et Füllsack (2012) présentent quelques similitudes, à savoir : les messages sont envoyés directement entre les agents, sans qu'il y ait besoin d'un observateur ; chaque agent a une connaissance totale du comportement des autres acteurs, par exemple il sait comment les autres agents ont réagi à ses actions ; les relations sont dyadiques et explicites ; et tous les agents ont une mémoire leur permettant d'agir selon des mécanismes d'anticipation ; en fait, « *The study of anticipatory systems requires a model that is sufficiently complex to accommodate representations of the system within the system under study* » (Leydesdorff 2005, para. 2.3).

4.5.2 Les modèles des sous-systèmes

Les modèles des sous-systèmes de Luhmann ont comme objectif la formalisation d'un sous-système spécifique (Fleischmann 2005) ou du système sociétal complet (combinaison de plusieurs sous-systèmes) (Grant et al. 2002).

Selon Luhmann, la société est le résultat des interactions d'au moins six sous-systèmes sociaux, à savoir : le scientifique, le religieux, l'éducationnel, le politique, le droit et l'économique, chacun avec son code binaire (cf. section 3.5). Grant et al. (2002) ont interprété la société luhmannienne comme un système dynamique où les six sous-systèmes coexistent et communiquent par des variables d'état et des mécanismes de transfert d'information (actifs ou inactifs) selon la Cybernétique de Ashby (1956). Le modèle qu'ils proposent prend en compte les éléments suivants : les temps de réaction de chaque sous-système (le cycle du système scientifique n'est pas le même que celui du sous-système politique) ; le taux de hasard du système sociétal ; la force de chaque sous-système (probabilité de transformer l'information inactive en active) qui augmente sa capacité de communication et, par conséquent, son influence ; et la robustesse (pourcentage d'information active dans le sous-système). Dans la proposition de Grant et al. (2002), le sous-système social du droit a été couplé avec un système socio-écologique de pâturage pour simuler l'effet de coercition mutuelle. En bref, sans coercition le système socio-écologique dérive vers la tragédie des biens communs (Hardin 1968), et avec coercition le système trouve la durabilité.

L'autre proposition pour modéliser un sous-système social est due à Fleischmann (2005), cette fois selon un modèle à base d'agents. L'auteur a conçu un modèle économique basé sur Luhmann qui est centré sur la rareté des ressources et le code de propriété (le premier niveau économique dans la formulation de Luhmann de l'évolution économique). Les principales hypothèses de ce modèle sont les suivantes : a) la structure sociale repose sur les attentes entre les agents ; b) la communication est une question de rejet ou non d'énoncés (*utterance*) ; c) les systèmes sont définis par leurs propres opérateurs et les systèmes psychiques et sociaux co-évoluent. L'objectif de ce système économique simple est l'accumulation de richesse et le résultat en est l'inégalité. À la fin, le modèle a confirmé l'hypothèse de Luhmann selon laquelle le sous-système économique démarre à partir d'inégalités et en a produit de nouvelles pour continuer son existence.

Dans ces deux modèles, il n'y a pas de référence à la perturbation, la communication sociale est très simple et le mécanisme de la coévolution entre les systèmes social et psychique n'est pas clair.

4.5.3 Un modèle pour la connexion explicite micro-macro

Le modèle pour la connexion explicite micro-macro se différencie des autres parce que le processus d'interaction entre le sujet (système psychique) et la société (système social) est explicite (Silva et al. 2008).

Les auteurs ont proposé un modèle assez complet à partir du paradigme multi-agents pour étudier le lien micro-macro, c'est-à-dire l'interaction explicite entre le système social (macro) et le système psychique (micro). Ce modèle traduit en langage informatique de nombreux concepts de Luhmann comme les expectatives, la perturbation, la dissipation et la communication dans les systèmes social et psychique. Malgré son utilité, le modèle présenté dans Silva et al. (2008) comporte tellement de modules et de connexions entre eux que cela limite l'interprétation des résultats. Une autre remarque est que ce modèle utilise le même mécanisme de communication pour les agents micro et macro, il ne considère donc pas les différences entre ces deux types d'agents.

La Figure 4.3 montre un diagramme simplifié de ce modèle. Les deux systèmes, sociaux (macro) et psychique (micro), sont représentés par des agents Agent-S et Agent-P respectivement, composés d'un module de dissipation dédié à l'envoi d'informations à l'environnement (les autres systèmes) déclenché par une délibération interne ou un stimulus externe, d'un module de perturbation responsable de l'interprétation des actions de dissipation reçues d'autres systèmes, et d'un module de mémoire où les expériences, les connaissances et les règles du système sont stockées. L'Agent-S dispose d'un module « système social » qui met en œuvre les stratégies de la dynamique sociale et l'Agent-P dispose d'un module « système psychique » qui est responsable de la mise en œuvre des aspects comportementaux du niveau micro (individuel).

La proposition de Silva et al. (2008) met en œuvre ces modules de manière très détaillée pour proposer un modèle générique du système social. Par exemple, le module système psychique de l'Agent-P est composé de quatre sous-modules : analyseur central, analyseur de contingence, gestionnaire de dissipation et gestionnaire d'expectatives. En fait, l'excès d'entrées-sorties rend l'interprétation des sorties de simulation très difficile.

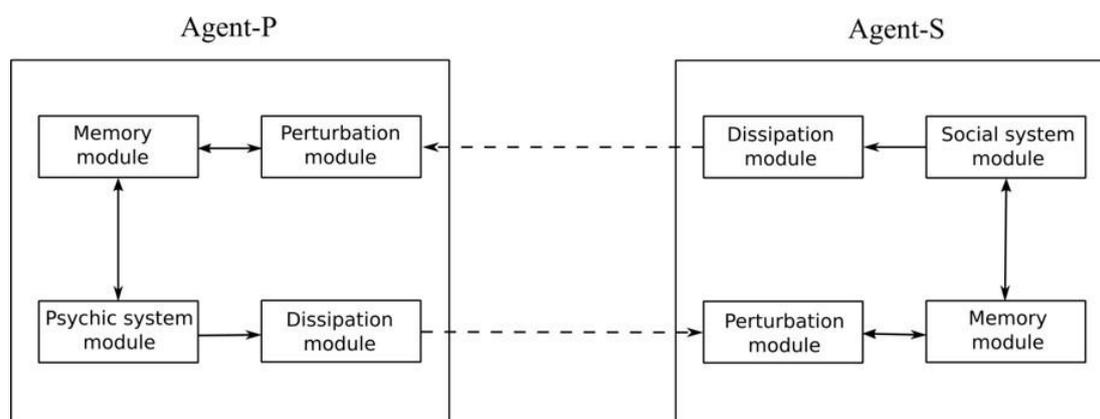


Figure 4.3. Schéma simplifié du modèle proposé par Silva et al. (2008). Source : adapté de Silva et al. (2008).

Le mécanisme de communication entre les deux agents, psychique et social est mis en œuvre par une structure intermédiaire appelée *Life Space*, conçue à partir de la Théorie de Champs de Lewin (1951). Les mécanismes d'intermédiation entre les dissipations et les perturbations sont donc gérés par cette structure et il n'y a pas de communication directe entre les agents. Néanmoins, le mécanisme de communication entre les agents psychique et social est mis en œuvre de la même manière par les deux agents et donc n'est pas conforme à la formulation originale luhmannienne où la communication dans le système social est fondée sur les trois sélections d'informations, d'énoncés (*utterance*) et de sens (*meaning*).

Silva et Sibertin-Blanc (2018) utilisent la même stratégie pour développer un modèle stylisé du système socioterritorial complexe pour l'étude des rapports de pouvoir selon les Systèmes Sociaux de Luhmann, le Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann (S4Luhmann) qui sera décrit dans la section 4.5.5.

4.5.4 Comparaison entre les trois groupes de modèles

L'ensemble de ces modèles visent surtout la formalisation computationnelle de concepts clés de la théorie luhmannienne pour la vérification et l'évaluation de cette théorie et s'avèrent d'application difficile pour la modélisation des systèmes sociaux réels.

Chaque auteur a choisi une stratégie particulière pour la traduction de la théorie vers le langage computationnel. L'option pour un modèle de type systèmes multi-agents est la plus fréquente (Barber et al. 2006 ; Fleischmann 2005 ; Füllsack 2013 ; Silva et al.

2008) ; après nous avons l'usage de réseaux sociaux (Dittrich et al. 2003), le système d'anticipation (Leydesdorff 2005) et les systèmes dynamiques (Grant et al. 2002). Donc, il n'y a pas de correspondance entre les groupes de modèles et les stratégies qu'ils utilisent.

Les concepts de double-contingence, anticipation, expectative et communication sociale entre les agents sont abordés par les modèles d'émergence de l'ordre social et de la connexion explicite micro-macro. La double-contingence est résolue par des mécanismes d'anticipation basés sur l'observation du passé (mémoire) et l'établissement d'un futur probable du comportement de l'agent lui-même (expectative) et des autres agents (expectative d'expectative).

De leur côté, les modèles de sous-systèmes sont plus concernés par la communication sociale, l'interface entre les sous-systèmes et le code binaire (cf. section 3.5.2). Ces modèles ciblent les sous-systèmes sociaux (cf. Figure 3.7), mais les résultats sont bien modestes comme démontre la modélisation du sous-système économique primitive de Fleischmann (2005) ou la modélisation du couplage entre le système social luhmannien complet et le système socio-écologique de Grant et al. (2002).

En matière de théories associées à la théorie luhmannienne, la Théorie Générale de Systèmes (Ashby 1956) est utilisée par plusieurs auteurs (Barber et al. 2006 ; Dittrich et al. 2003 ; Grant et al. 2002), ainsi que la Théorie de l'Information de Shannon (Barber et al. 2006 ; Dittrich et al. 2003 ; Füllsack 2013 ; Leydesdorff 2005). Seul Silva et al. (2008) font usage d'une autre théorie sociale, la Théorie des Champs de Kurt Lewin, pour décrire le mécanisme de communication entre les agents.

Des pans entiers des systèmes sociaux de Luhmann ne sont pas pris en compte par ces modèles. En général, il est nécessaire de limiter l'analyse de la théorie de Luhmann à quelques éléments comme dans Dittrich et al. (2003) pour rendre possible la formalisation de certaines abstractions comme la double contingence et les expectatives. D'un autre côté, Silva et al. (2008) ont proposé une formalisation très complète des systèmes sociaux qui rend l'interprétation des résultats de la simulation très difficile, voire dénuée de signification. Le tableau 4.1 montre un cadre récapitulatif de cette comparaison.

Table 4.1. *Cadre récapitulatif des caractéristiques des trois groupes de métamodèles sociaux inspirés de la théorie luhmannienne.*
Source : élaboré par l'auteur.

	Groupe 1 L'émergence de l'ordre social	Groupe 2 Les sous-systèmes	Groupe 3 La connexion explicite micro-macro
Objectif	La formalisation computationnelle ou mathématique de concepts clés de la théorie luhmannienne qui affectent l'émergence de l'ordre social. Ces métamodèles ont comme but d'éclairer des aspects abstraits de la théorie et de permettre d'évaluer l'impact de chaque élément de la théorie (p.ex., la double contingence) sur le phénomène d'émergence de l'ordre.	La simulation d'un sous-système spécifique (Fleischmann 2005) ou du système sociétal luhmannien complet, couplé avec un système socioécologique (Grant et al. 2002) pour tester des hypothèses sociales.	La modélisation explicite du comportement macro du système social.
Paradigme utilisé	Système multi-agents (Barber et al. 2006 ; Fullsack 2013), réseaux sociaux (Dittrich et al. 2003) et système d'anticipation (Leydesdorff 2005).	Systèmes dynamiques (Grant et al. 2002) et par agents (Fleischmann 2005).	Systèmes multi-agents.
Concepts implémentés	La double-contingence, l'anticipation, l'expectative et la communication entre les agents.	La communication sociale, le code binaire, l'interface entre les sous-systèmes, d'autres éléments des sous-systèmes.	La double-contingence, l'anticipation, l'expectative et la communication entre les agents.
Autres théories utilisées	La théorie générale des systèmes, la théorie de l'Information de Shannon et la théorie de l'anticipation (Leydesdorff 2005).	La théorie générale des systèmes d'Ashby (Cybernétique) (Grant et al. 2002).	La théorie des champs de Kurt Lewin.
Éléments clés	Adoption de mécanismes d'anticipation avec mémoire pour représenter les expectatives des agents pour résoudre le problème de la double contingence. Vision plus micro (agent) de la société.	Vision plus macro de la société, teste des hypothèses sociales à partir de la représentation de sous-systèmes.	L'équilibre entre les visions micro et macro de la société.

Il est également intéressant de souligner qu'aucun des modèles analysés ici n'interprète les sous-systèmes sociaux de Luhmann comme proposé par Rempel (1996), pas plus qu'ils n'explorent les interprétations possibles du concept du pouvoir. Néanmoins, il faut souligner que l'article de Grant et al. (2002) établit une liaison directe entre la capacité de communication d'un sous-système et son influence sur les autres, la communication étant entendue comme la transformation de l'information d'inactifs vers actifs.

4.5.5 Le Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann - S4Luhmann

À partir du travail de Silva et al. (2008), Silva et Sibertin-Blanc (2018) ont proposé un métamodèle basé sur le paradigme multi-agents appelé Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann (S4Luhmann) pour l'étude des rapports de pouvoir dans un système socioterritorial complexe stylisé (Silva 2019). Ils ont adopté la stratégie de la métaphore en raison de la difficulté de traduire la théorie de Luhmann dans un langage computationnel. Donc, le système socioterritorial complexe est décrit comme un système spatial stylisé qui peut être analysé à partir de ses propriétés spatiales. En fait, l'objectif de ce modèle est de permettre de modéliser le pouvoir individuel et sociétal, selon les définitions exposées dans le chapitre 3 (cf. section 3.6.4).

L'implémentation du modèle prend en compte les concepts luhmanniens d'anticipation, d'expectative, de communication sociale, d'interdépendance entre les systèmes psychique et social, de pouvoir individuel comme moyen de communication généralisé du sous-système spatial stylisé, et de pouvoir sociétal comme une mesure d'effectivité de la communication sociale. Donc, les individus (agents) seront appelés Agent-P, et la société, représentée comme un sous-système spatial stylisé, Agent-S. Il y a seulement un Agent-S et plusieurs Agent-P, l'environnement étant représenté par une grille rectangulaire composée de cellules. Chaque cellule a une valeur qui lui est attachée et peut être *active* (admettre des changements) ou *inactive* (refuser les changements de sa valeur).

À chaque pas de simulation (temps discret dans le système multi-agent) les Agents-P agissent (i.e. choisissent une cellule et essaient de changer sa valeur dans un intervalle prédéfini) et l'Agent-S accepte ou pas les actions des Agents-P (admettre ou pas ce changement de valeur). Un Agent-P a un but particulier, qui est de gagner de l'*autorité* sur le plus grand nombre possible de cellules. Nous dirons qu'un Agent-P a l'autorité

sur une cellule si la valeur de cette cellule appartient à l'intervalle $A_{\text{intervalle}}$ prédéfini de l'Agent-P. L'Agent-S est unique et a comme but l'augmentation de l'autocorrélation spatiale de la grille, mesuré par l'indice global d'autocorrélation spatial de Moran (Cliff et Ord 1973).

Ainsi comme dans la proposition de Silva et al. (2008), chaque agent (Agent-P et Agent-S) agit selon ses quatre modules. Le module de *perturbation* qui accepte ou pas la dissipation de l'autre. Le module de *dissipation* qui propose une action sur l'autre. Le module *mémoire* qui garde les actions précédentes. L'Agent-P a le module *psychique* responsable pour le raisonnement (choix de cellules) et l'Agent-S a le module *social* (évalue la dépendance spatiale). Les actions des agents sont prises ou non en fonctions du taux de hasard général λ .

L'algorithme 4.1 détaille la dynamique sociale dans le S4Luhmann.

définit λ : *taux de hasard général*

définit N : *nombre de cellules dans la grille du sous-système spatial*

définit M : *nombre des Agents-P*

définit θ : *la taille de la mémoire des Agents-P*

définit Pour chaque Agent-P : les intervalles $A_{\text{intervalle}} = [A_a, A_b]$; et $C_A(0)$;

définit Pour l'Agent-S : au hasard, les valeurs associées aux cellules dans l'intervalle $[a, b]$

répète (*chaque pas*)

répète (*pour chaque Agent-P*)

choix une cellule dans la grille de l'Agent-S

déplace vers cette cellule

Agis demande le changement du valeur de la cellule

 Basé sur le taux λ , l'Agent-S accepte ou pas cette action

Si Agent-S accepte **donc**

Mettre-à-jour la valeur et le statut de la cellule

Mettre-à-jour le pouvoir de l'agent-P sur la cellule

Mettre-à-jour la mémoire de l'Agent-P basé sur cette action et sur les actions d'autres acteurs voisins

tant qu'il y n'a plus de cellules inactive

Algorithme 4.1. Pseudo-code de la boucle principale de l'algorithme de simulation du métamodèle S4Luhman. Source : adapté de Silva et Sibertin-Blanc (2018).

En utilisant la terminologie de Rempel (1996) (cf. section 3.6.1) pour décrire ce sous-système spatial social stylisé, nous avons comme **code binaire** le fait de tenir ou pas des

cellules ; la **base de l'autorité** est la capacité à changer la valeur des cellules ; le **langage de la communication sociale** est l'autorité sur les cellules (capacité de changer les valeurs de cellules) ; le **moyen de communication généralisé** est le pouvoir d'agir sur les cellules ; et la **fonction sociale** est l'augmentation de l'autocorrélation globale spatiale (Figure 4.4).

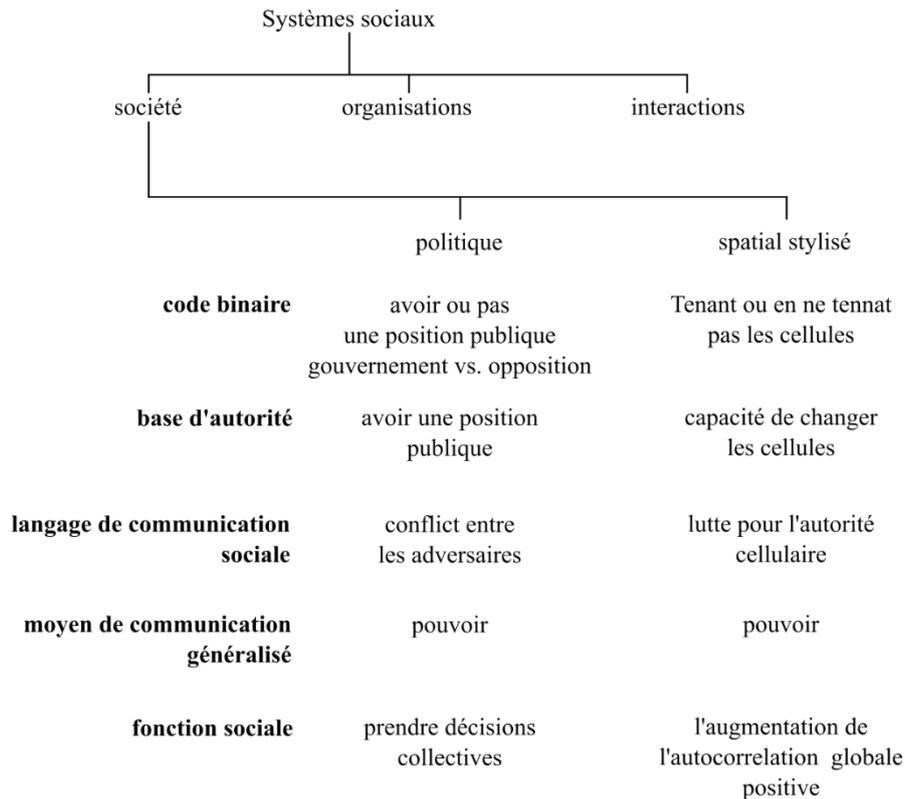


Figure 4.4. *Le sous-système politique et le sous-système spatial stylisé proposé.*
Source : élaboré par l'auteur.

Les composants du modèle S4Luhmann peuvent être interprétés comme des éléments de sous-systèmes sociaux réels tels que les sous-systèmes sociaux économiques ou politiques présentés dans le chapitre 3. Par exemple, le modèle peut représenter un sous-système politique composé de partis politiques qui luttent pour le pouvoir (autorité sur chaque cellule correspondant à des fragments de la population) et la configuration finale de la grille spatiale de l'Agent-S peut représenter la répartition générale du pouvoir (très fragmentée si l'indice I de Moran est bas ou cohésif pour un I élevé).

La Figure 4.5 montre une illustration de deux agents Agent-P qui se battent pour gagner de l'autorité dans le sous-système spatial stylisé Agent-S. Les mécanismes internes des agents sont structurés selon les modules (perturbation, dissipation, mémoire, psychique et social) proposés par Silva et al. (2008). À la fin le *pattern* de la répartition spatiale de l'autorité (pouvoir individuel) dans la grille spatiale de l'Agent-S déterminera le succès (forte dépendance spatiale) ou l'échec de la communication spatiale luhmannienne (baisse dépendance spatiale). Les différents paramétrages du modèle donnera lié à différents *patterns* spatiaux, donc nous pourrons établir une relation entre, p.ex., la capacité de mémoire des Agent-P et le pattern spatial, et interpréter cela sociologiquement.

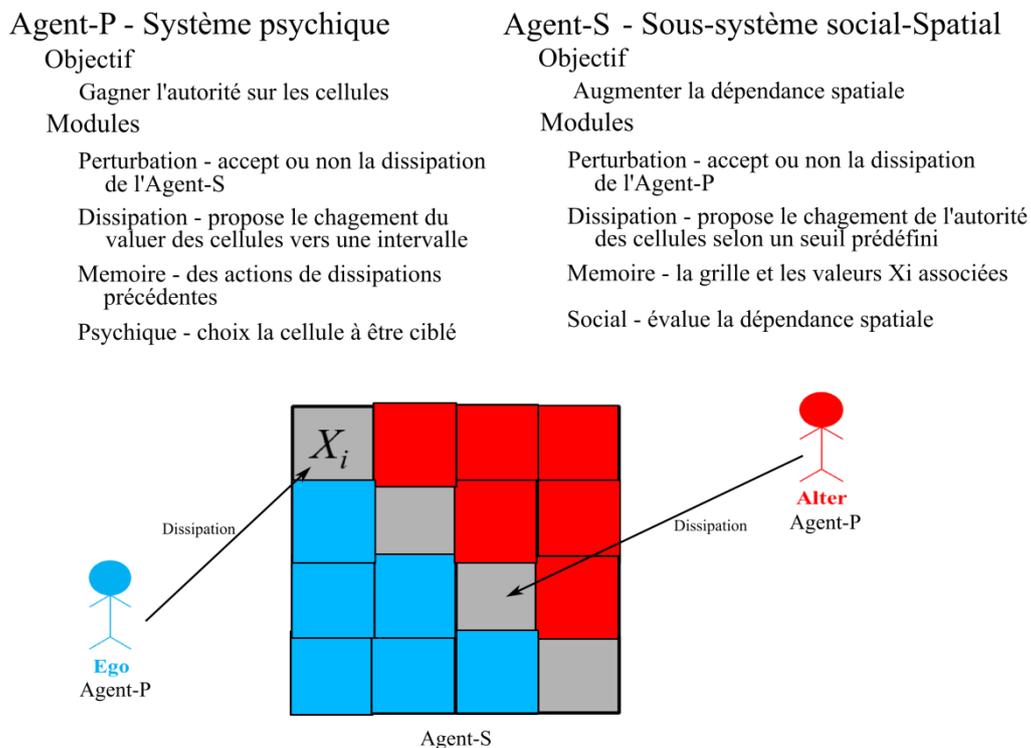


Figure 4.5. Représentation de deux agents Agent-P (Ego et Alter) qui agissent pour changer les valeurs de cellules vers leurs intervalles de dominance (autorité) de l'Agent-S. Dans la situation montrée, l'Agent-S a trouvé une situation de forte dépendance spatiale (quand les cellules dominées par chaque Agent-P sont groupées). Source : élaboré par l'auteur.

Le processus de communication luhmannienne sociale proposé est repris dans le tableau 6.2. Il consiste en une sélection d'informations basée sur le renforcement de

l'autocorrélation positive, la sélection d'énonciations qui permettra des changements incrémentaux positifs ou négatifs dans les cellules à chaque pas, initiées par les Agents-P et approuvées par l'Agent-S, et une sélection de sens dans laquelle l'Agent-S modifie le statut des cellules voisines selon leurs valeurs, affectant le partage de pouvoir entre les Agents-P. En fait, l'Agent-S agit comme un observateur des Agents-P et vice-versa.

Table 4.2. *La communication sociale luhmannienne dans le sous-système spatial stylisé de Luhmann (S4Luhmann).*

Mécanisme de sélection	Description
<i>Information</i>	Renforcement de l'autocorrélation positive locale.
<i>Utterance</i>	Changements incrémentaux (positifs ou négatifs) dans les cellules à chaque pas de temps.
<i>Meaning</i>	L'Agent-S modifie l'état des cellules voisines en fonction de leurs valeurs, ce qui affecte le partage de pouvoir entre les Agents-P, et l'autocorrélation globale spatiale.

Comme tous les autres modèles basés sur la théorie de Luhmann (cf. section 4.4), l'utilité de S4Luhmann relève davantage de la compréhension des concepts luhmanniens que de leur application à des situations réelles. Donc, malgré l'établissement d'une correspondance entre le système socioterritorial complexe et S4Luhmann, la distance entre le sous-système et le système social concret empêche l'usage de ce modèle pour l'évaluation des effets de politiques publiques dans les Territoires Ruraux. Le métamodèle S4Luhmann a été développé en utilisant la plateforme Netlogo et il est disponible dans le site Internet CoMSES/OpenABM (Silva 2019b).

4.6 La théorie de la dépendance, le raisonnement social et le pouvoir

Sichman (1995) a proposé un mécanisme de raisonnement social des agents autonomes dans le cadre de l'Intelligence Artificielle Distribuée (DAI, *Distributed Artificial Intelligence*), à partir de la théorie de la dépendance issue de la psychologie sociale conçue par Castelfranchi, Miceli, et Cesta (1992). L'objectif du mécanisme était de doter les agents d'une capacité d'atteindre ses objectifs à partir de coalitions, coopérations ou d'échanges, avec d'autres agents en utilisant la notion de réseau de dépendance (Castelfranchi et al. 1992).

Ce mécanisme est le plus cité en matière de raisonnement social basé sur des relations de dépendances et a permis des applications diverses comme l'analyse de l'émergence des organisations (Boella, Sauro, et Van Der Torre 2004), la modélisation de l'autonomie des agents (Carabelea 2007), pour découvrir les origines du capital social (confiance d'un agent sur l'autre) (Falcone et Castelfranchi 2011), pour l'évaluation du pouvoir relatif d'un agent dans un jeu booléen (Ben-Naim, Jonathan et Lorini 2014) et l'analyse de mécanismes de formation de groupes ou coalitions (Lau, Singh, et Tan 2015; Sichman 1998).

4.6.1 La formalisation de la théorie de la dépendance

La théorie de la dépendance affirme que le comportement des acteurs ou les différentes interactions sociales peuvent être prédits à partir des relations de dépendances entre les agents. Néanmoins, pour comprendre ce mécanisme il faut définir l'agent comme une unité autonome qui a des objectifs, des ressources mobilisables, des actions possibles et des plans pour aboutir à ses objectifs. Les plans décrivent l'ordre d'exécution d'actions et les ressources requises pour chaque action.

Dans un contexte où chaque agent a ses propres objectifs, il y a une grande probabilité que, malgré son autonomie en matière de choix, chaque agent soit contraint de mobiliser d'autres agents pour l'exécution d'une action ou d'un plan, à cause de son incapacité à exécuter telle ou telle action ou plan. Autrement dit, pour réaliser ses objectifs, un agent peut mobiliser un autre agent pour coopérer (si l'autre agent aide le premier à faire aboutir ses plans) ou pour un échange social (si les agents partagent des actions, mais pas les mêmes objectifs).

La formalisation de la théorie de la dépendance sociale peut être divisée en trois parties : la *description externe* qui correspond aux informations nécessaires sur la structure sociale qui permettra à chaque agent de savoir comment agir selon son réseau de dépendance, les *relations de dépendance* qui sont construites à partir des descriptions externes pour chaque agent, et les *situations de dépendances* qui établissent les formes possibles d'arrangement en matière de dépendances entre deux agents (Conte et Sichman 1995; Sichman 1995; Sichman et Demazeau 2001).

Dans la *description externe*, nous trouverons l'ensemble des objectifs de chaque agent, l'ensemble des actions que l'agent peut exécuter, l'ensemble des ressources qu'il

contrôle et l'ensemble des plans qui relient les objectifs, les actions et les ressources de tous les agents.

L'agent peut être autonome en matière d'action (s'il maîtrise toutes les actions nécessaires pour aboutir à ses objectifs), de ressource (s'il a toutes les ressources nécessaires pour exécuter ses actions), et sociale (s'il n'a pas besoin d'autres agents pour exécuter ses plans et aboutir à ses objectifs). Néanmoins, si l'agent dépend d'un autre pour aboutir à ses objectifs, les *relations de dépendance* émergent. Donc, un agent dépendra d'un autre s'il a besoin au moins d'une action, d'une ressource ou d'un plan maîtrisé par ce dernier (cf. Figure 4.6).

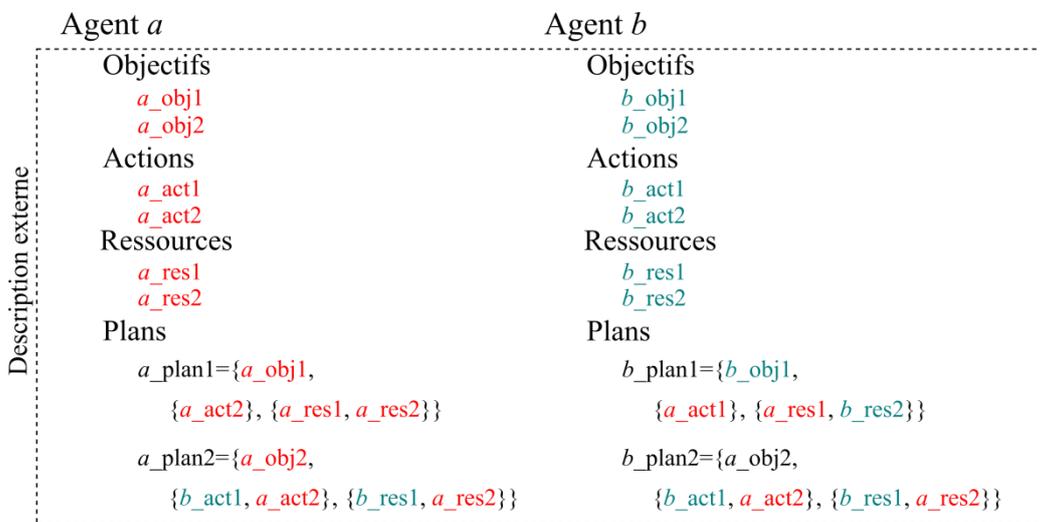


Figure 4.6. Représentation de deux agents pour montrer le mécanisme de raisonnement social basé sur la dépendance entre les agents. La description externe est la liste des objectifs, actions, ressources et plans des agents. Chaque agent connaît parfaitement ses objectifs, actions, ressources et plans et, au moins partiellement, la description externe des autres agents. L'agent « a » a de l'autonomie d'action et de ressource pour aboutir son objectif *a_obj1*. Donc l'agent « a » a de l'autonomie sociale pour l'objectif *a_obj1*. L'agent « b » n'a pas de l'autonomie de ressources pour aboutir son objectif *b_obj1*. Donc, l'agent « b » a de la dépendance sociale pour l'objectif *b_obj1*. Source : élaboré par l'auteur.

Les différentes relations de dépendances donneront liées à de différentes *situations de dépendance*. Nous allons présenter les situations de dépendances en considérant les relations possibles entre deux agents A et B. Donc, les situations de dépendances possibles sont l'*indépendante*, l'*unilatéralement dépendante*, *localement crue et mutuellement dépendante*, *localement crue et réciproquement dépendante*, *mutuellement crue et dépendante*, *mutuellement crue et réciproquement dépendante*.

Dans la situation de dépendance *indépendante*, l'agent A n'a pas besoin de B pour aboutir à ses objectifs. Dans la situation de dépendance *unilatéralement dépendante* l'agent A dépend de B pour aboutir à son objectif. Dans la situation de dépendance *localement crue et mutuellement dépendante* les agents A et B ont le même objectif et peuvent partager des actions, des ressources et de plans et tout cela est décrit dans les plans de A. Dans la situation de dépendance *localement crue et réciproquement dépendante*, les acteurs se complètent en matière d'actions, ressources et plans, mais ont de objectifs différents, et tout cela est décrit dans les plans de A.

Dans la situation de dépendance *mutuellement crue et dépendante*, les agents A et B ont le même objectif et peuvent partager des actions, des ressources et de plans et tout cela n'est pas totalement décrit dans les plans de A. Dans la situation de dépendance *mutuellement crue et réciproquement dépendante*, les acteurs se complètent en matière d'actions, ressources et plans, mais ont des objectifs différents, et tout cela n'est pas totalement décrit dans les plans de A. Le tableau 4.3 résume les situations de dépendance et ses caractéristiques.

Table 4.3. *Les situations de dépendance entre les agents A et B et ses caractéristiques.*
Source : élaboré par l'auteur.

Situation de dépendance de l'agent A	A dépendre de B	B dépendre de A	A et B ont les mêmes objectifs	A et B ont différentes objectifs	Lieu de la description externe
Indépendante	Non	-	-	-	A
Unilatéralement dépendante	Oui	Non	-	-	A
Localement crue et mutuellement dépendante	Oui	Oui	Oui	Non	A
Localement crue et réciproquement dépendante	Oui	Oui	Non	Oui	A
Mutuellement crue et dépendante	Oui	Oui	Oui	Non	A, B
Mutuellement crue et réciproquement dépendante	Oui	Oui	Non	Oui	A, B

4.6.2 Le raisonnement social

Cette structuration des dépendances et des différentes situations de dépendances entre les agents nous permettent de prédire le comportement social des agents. Au moins, nous pouvons dégager trois comportements sociaux (l'influence, la coopération et l'échange) qui peuvent être à l'origine des situations de dépendances présentés ci-dessus.

D'abord, si nous sommes devant une situation de dépendance unilatérale, l'agent A va essayer d'*influencer* B pour qu'il lui mette à disposition l'action-ressource-plan dont A a besoin pour atteindre ses objectifs. Puis, si les agents sont dans une situation de dépendance mutuelle, ils peuvent *coopérer* parce qu'ils ont les mêmes objectifs. Enfin, si les agents sont dans une situation réciproquement dépendante, ils vont se mettre d'accord pour l'*échange* d'action-ressource-plan pour que chacun puisse atteindre ses objectifs.

4.6.3 DEPNET et le système multi-agent DEPINT

Conte et Sichman (1995) ont développé l'environnement DEPNET (*DEP*endence *NET*work) pour permettre l'édition des agents, la définition des objectifs, actions, ressources et plans, pour permettre la construction des réseaux de dépendances pour chaque objectif, et pour la construction des situations de dépendances qui conditionnent les comportements des agents.

Pour évaluer cette proposition de raisonnement social dans les systèmes à plusieurs agents hétérogènes, le système multi-agent DEPINT a été développé (Sichman 1998). Ce système a été conçu pour démontrer des modèles possibles d'*adaptation* des agents dans le contexte d'informations incomplètes ou incorrectes sur les autres agents (les objectifs et les plans sont-ils réalisables ?), des modèles de *coalition* entre les agents à partir des différentes situations de dépendances, et des modèles de *révision de croyances* à partir des informations des autres agents.

4.6.4 Le raisonnement social et le concept de pouvoir

Ce mécanisme de raisonnement social met en jeu des questions liées au concept de pouvoir. Castelfranchi (2003) a fait usage de cette formalisation de la théorie de la dépendance pour analyser comment le concept traditionnel de pouvoir dans les sciences sociales pourrait être réinterprété dans ce contexte. D'abord, il faut définir le *pouvoir*

individuel de faire quelque chose ou d'en avoir la capacité. En fait, plusieurs éléments peuvent donner lieu au pouvoir individuel, comme des questions motivationnelles (capacité de décision, liberté de décider, capacité d'anticiper), internes (capacité d'action, savoir-faire, connaissance) et externes (ressources maîtrisées). Dans la formalisation proposée par Sichman (1995), le pouvoir individuel d'un agent est associé à ses actions, ressources et plans disponibles.

En complément au pouvoir individuel nous avons le *pouvoir social*. Selon Castelfranchi (2003), le pouvoir social peut être originaire d'au moins quatre situations : une réputation positive (reconnaissance par des autres acteurs acquise au fil du temps), dépendance, l'autorité sur les autres, ou une capacité de négociation et d'influencer les autres. Dans ce contexte, nous sommes intéressés aux pouvoirs sociaux liés aux relations et situations de dépendances (le *pouvoir social sur* et le *pouvoir social d'influencer*).

Le *pouvoir social sur* d'un agent sur un autre apparaît dans les situations de dépendance unilatérale où l'agent qui dispose de moyens (action, ressources, plans) pour aider l'autre a du pouvoir sur lui. Bien évidemment, ce pouvoir social sur peut donner lieu à différents comportements sociaux, tels que la volonté de l'acteur dépendant d'influencer celui qui a du pouvoir social sur lui.

Le *pouvoir social d'influencer* est associé aux situations mutuellement et réciproquement dépendante. Donc, si un agent est dans une situation mutuellement dépendante, il aura une forme de pouvoir social sur l'autre et vice-versa et son *pouvoir social d'influencer* ira déterminer le degré de coopération entre eux. Par contre, si un agent est dans une situation réciproquement dépendante, les rapports de pouvoir social sur entre eux détermineront le degré d'échange entre eux. Autrement dit, le pouvoir social d'influencer d'un acteur est directement lié à sa capacité stratégique de gérer son « *pouvoir de* » et son « *pouvoir sur* » pour obtenir des bénéfices dans le contexte social à partir de la formation de coalitions ou de la promotion de son propre « *pouvoir de* ».

Selon Castelfranchi (2003), la *connexion micro-macro* est opérée par la médiation du réseau des dépendances. Le « *pouvoir individuel de* » et la nécessité pour les agents d'établir des alliances afin d'atteindre leurs objectifs donnent lieu au « *pouvoir social sur* » qui peut évoluer vers un « *pouvoir social d'influencer* » à un niveau plus global de la société (cf. Figure 4.7). Comme le souligné Castelfranchi (2003, p. 235) « *power*

emerges from personal capacity, resources, goals, and preferences, and from the presence of network of agents endowed with different capacities, resources, goals, and preferences. ».

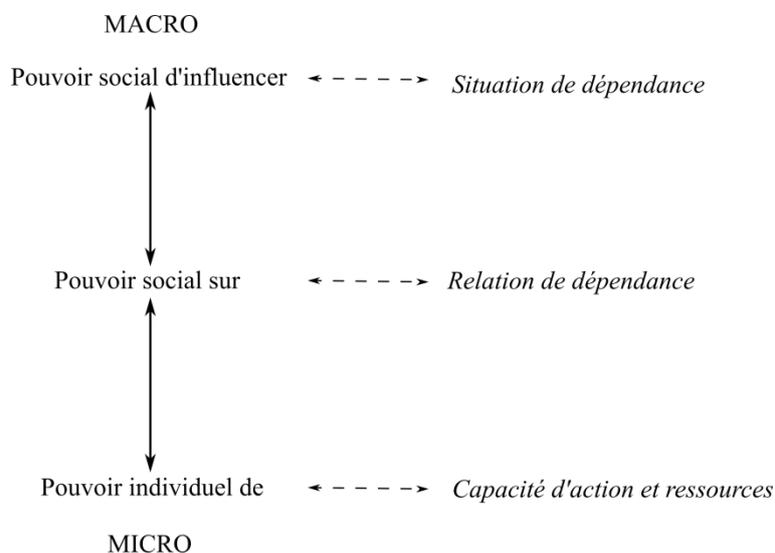


Figure 4.7. *La connexion micro-macro dans la Théorie de la dépendance. Le pouvoir individuel apparaît des capacités d'action et de ressources contrôlées par l'agent. La dépendance de ces actions et ressources par d'autres acteurs donne à l'acteur qui contrôle le pouvoir sur eux. Le pouvoir social d'influencer d'un agent sur les autres surgit des situations de dépendance (p.ex. objectifs communs et formation de coalition). Source : adapté de Castelfranchi (2003).*

Malgré sa formalisation de la théorie de la dépendance sociale, cette approche n'a pas défini une **quantification du pouvoir**.

L'avantage principal de la définition du pouvoir à partir de la théorie de la dépendance sociale est l'établissement d'une connexion formelle entre le « pouvoir individuel de » et le « pouvoir social sur » et d'influencer. Comme le souligne Castelfranchi, 2003, p. 259) « *no theory of social influence can be made without an explicit theory of acting on the decision and intentions of the subject and of his possible understanding and adopting the goal of the influencer* ».

Pour situer les concepts du pouvoir qu'il propose, Castelfranchi (2003) compare son approche aux définitions traditionnelles du pouvoir selon Weber, Dahl, Crozier et Friedberg et Emerson. Selon l'auteur, Weber propose le pouvoir seulement dans le domaine social et comme une simple possibilité d'imposer aux autres sa propre volonté,

donc pas de relation avec le niveau micro (l'individu) et pas de négociation ou collaboration entre les agents.

La notion de pouvoir comme définie par Dahl (cf. section 3.2.1) est très proche de la définition d'une relation *unilatéralement dépendante*. Néanmoins, dans le propos de Castelfranchi, c'est l'agent qui détient les actions-ressources-plans nécessaires à l'autre agent qui a le pouvoir. Donc, la notion de pouvoir de Dahl se confond avec la capacité d'influer de Castelfranchi.

La définition du pouvoir selon Crozier et Friedberg (cf. section 3.5.2) est fortement associée à la capacité d'action acquise de la part des autres dans un contexte d'interdépendance entre les acteurs. Néanmoins, Castelfranchi affirme que l'origine du pouvoir social est la dépendance et non pas l'interdépendance.

Selon Emerson (1962, p. 32), « *The **power** of an actor A over an actor B is the amount of resistance on the part of B which can be potentially overcome by A. [...] A **depends** upon B if he aspires to goals or gratifications whose achievement is facilitated by appropriate action on B* ». Donc, Castelfranchi souligne que les propos d'Emerson sont proches de sa vision du pouvoir, mais encore selon lui, Emerson ne s'est pas occupé de l'origine atomique du pouvoir social, le pouvoir individuel.

Pour conclure, le propos de Castelfranchi (2003, p. 256) croire qu'il n'y a pas un mécanisme de maintien de l'équilibre comme dans le propos de Crozier et Friedberg (cf. section 3.5.4). Donc, le pouvoir social sur et le pouvoir social d'influencer peuvent être accumulés. Autrement dites, les relations peuvent être maîtrisées pour devenir un capital susceptible d'être utilisé à un autre moment, et cela nous amènerait à l'instabilité permanente.

4.7 Conclusion

Comment les théories sociales ont-elles été intégrées dans les Sociétés Artificielles ?

Les Sociétés Artificielles ont recours notamment à des théories du comportement (p.ex. la psychologie sociale, notamment la théorie de la dépendance de Castelfranchi) pour modéliser les principes de niveau micro qui génèrent les phénomènes d'émergence de l'ordre ou la structure sociale elle-même. Pour sa part, la sociologie inspire des modèles

de simulations sociales depuis longtemps, notamment le fonctionnalisme structurel, les théories sociales systémiques et les réseaux sociaux.

En fait, nous voyons que, sous une forme ou une autre, les Sociétés Artificielles traitent la dialectique entre les niveaux micro et macro des phénomènes sociaux. En fait, il est difficile de modéliser un système social sans inclure des informations sur sa structure (p.ex., le réseau social) ou les contraintes sociales qui pèsent sur l'action (p.ex., normes sociales). Dans ce contexte, les théories sociales (p.ex. la théorie culturelle Statut-Pouvoir de Kemper, la théorie des bases du pouvoir de French et Raven et la communication sociale de Luhmann) fournissent des éléments pour la définition des contraintes sociales sur l'action individuelle (micro) et pour les relations de causalité entre les échelles macro et micro.

Comment le concept de pouvoir a-t-il été interprété et formalisé dans les Sociétés Artificielles ?

La majorité des articles sur la formalisation computationnelle ou mathématique du pouvoir s'inspirent de la définition classique de Dahl, où le pouvoir d'un acteur est mesuré en fonction de ses capacités à influencer les autres de façon à ce qu'ils prennent des décisions qui lui sont favorables.

Ce qui distinguent ces approches les unes des autres, c'est le processus de prise de décisions des agents en réaction à l'exercice du pouvoir. Nous avons des actions basées tout simplement sur la quantité de pouvoir (Hexmoor 2002), sur la capacité de contraindre les actions des autres (Mascarenhas et al. 2016), sur le pouvoir normatif (López 2003), sur les bases du pouvoir selon French et Raven (Hashemian et al. 2018) et sur les réseaux de dépendance selon la théorie de Castelfranchi (Conte et Sichman 1995; Sichman 1998).

La formalisation de la théorie de la dépendance a permis la conceptualisation du pouvoir à partir de son niveau le plus bas (micro), l'individu et son pouvoir individuel de, jusqu'au niveau plus haut (macro), le pouvoir social d'influencer. Ces deux concepts de pouvoir sont liés par le réseau de dépendance et les pouvoirs sociaux sur, des uns vers les autres. De plus, dans un système multi-agent nous avons les comportements sociaux d'influence, de coopération et d'échange, selon les situations de dépendances rencontrées. La définition du pouvoir de Castelfranchi est proche du propos de Crozier

et Friedberg. Ce qui limite l'usage des réseaux de dépendance dans notre recherche, c'est l'obligation de traduire les échanges symboliques en termes d'actions, ressources et plans selon la proposition de Sichman (1995).

Silva et Sibertin-Blanc (2018) ont proposé une formalisation du pouvoir conçue à partir de la définition de Luhmann interprétée par Borch (2005). Dans cette proposition nous avons au moins deux types de pouvoir : le pouvoir individuel qui peut être attaché à une autorité sur quelque chose et le pouvoir originaire de la capacité du système ou sous-système sociale à générer du sens à partir de communications sociale.

Comment les Sociétés Artificielles peuvent-elles nous apporter des éléments utiles pour l'étude du système socioterritorial complexe ?

Modéliser le système socioterritorial complexe pour l'évaluation de l'impact des politiques publiques sur le changement des rapports de pouvoir dans des systèmes sociaux réels nous pose le défi suivant : le choix d'une théorie sociale de référence qui repose sur des éléments modélisables des rapports de pouvoir dans des situations concrètes.

Notre état de l'art à ce sujet a montré : que la modélisation inspirée par la théorie de Luhmann reste circonscrite à l'étude de la théorie elle-même et donne lieu à des modèles très limités en matière d'applicabilité concrète ; que prédomine les recherches sur l'émergence de type génératif micro → macro, basées sur les théories du comportement ; que la majorité des Sociétés Artificielles ont comme objet de recherche des systèmes socioécologiques, sociotechniques ou des réseaux sociaux ; et que l'étude du concept de pouvoir dans le sens sociologique reste limitée.

Le chapitre prochain présente l'approche SocLab qui formalise computationnellement les rapports d'interdépendances entre des acteurs sur la base de la Sociologie de l'Action Organisée, avec l'aide de la théorie de la rationalité limitée et de l'apprentissage par renforcement. L'approche SocLab intègre des éléments micro → macro pour l'observation de l'émergence de configurations régulées et des éléments macro → micro pour l'établissement de la structure d'interdépendances entre les acteurs. Elle peut être utilisée tant pour l'analyse des systèmes socio-écologiques que pour des systèmes socioterritoriaux complexes, et traite explicitement le concept de pouvoir selon le propos de Crozier et Friedberg (1977).

Chapitre 5 – L’approche SocLab

5.1 Introduction

Le chapitre précédent a montré que les modèles qui considèrent le concept de pouvoir selon une perspective ancrée sur des théories sociales sont majoritairement dessinés dans le but de développer des agents autonomes dans des systèmes multi-agents ouverts. Cela implique que les objectifs, les actions et les ressources doivent être très bien définis préalablement. De plus, la plupart des modèles ont été construits à partir de théories comportementales donc les modèles sont plus inclinés vers la perspective « micro » de la dialectique micro-macro de la sociologie.

Dans le chapitre 3, nous avons vu qu'un système socioterritorial complexe peut être analysé comme une réalisation d'un Système d'Action Concret (SAC) de la Sociologie de l'Action Organisée, où le sous-système d'acteurs serait représenté par les acteurs sociaux et leurs relations d'interdépendances ; le sous-système de l'espace géographique serait représenté par les ressources spatialisées susceptibles d'être utilisées comme zones d'incertitude ; et le sous-système de perceptions et représentations pourrait être interprété comme la manière dont les acteurs regardent le monde : leurs enjeux et fonctions d'effet.

Afin d'être en mesure de mettre en œuvre cette représentation, nous allons présenter l'approche SocLab, une formalisation de la Sociologie de l'Action Organisée que nous appliquerons à nos cas d'étude dans le chapitre suivant (Chapron 2012 ; El-Gemayel 2013 ; Mailliard 2008 ; Sibertin-Blanc et al. 2013).

Friedberg ne distingue pas le système lui-même de l'état dans lequel il se trouve, c'est cette conjonction qu'il dénomme SAC. Par contre, l'approche SocLab, fidèle à la théorie des systèmes, distingue d'une part la structure d'un système et d'autre part l'état dans lequel il se trouve à instant donné ou *configuration*, et n'utilise donc pas le concept de SAC. Dans ce chapitre, nous parlerons donc de Systèmes d'Action Organisée (SAO), la classe des systèmes que SocLab se propose de modéliser, de simuler et d'analyser.

L'approche SocLab formalise le pouvoir selon la Sociologie de l'Action Organisée qui est compatible avec la définition de Dahl. Ainsi comme pour Castelfranchi (2003), les interdépendances entre les acteurs sont la source de rapports de pouvoir entre eux. Par

contre, au contraire des approches présentées dans le chapitre précédent, dans l'approche SocLab considère la structure sociale (le réseau d'interdépendances) statique, s'avère comme support pour des études notamment sociologiques et permet la modélisation de systèmes sociaux non normatifs.

Pour permettre d'implanter le modèle d'un SAO nous avons l'outil SocLab²⁴. Cette plateforme a été développée en utilisant le langage de programmation Java et ouvre donc la possibilité de simuler le comportement des acteurs et la façon dont ils ajustent leur comportement les uns par rapport aux autres.

Le chapitre est organisé comme suit : la section 5.2 introduit le socle du métamodèle SocLab des Systèmes d'Action Organisée; la section 5.3 dévoile la représentation mathématique du métamodèle ; les sections 5.4 et 5.5 montrent les éléments clés du métamodèle comme les ressources, les relations, les acteurs, les enjeux, la capacité d'action et le pouvoir ; la section 5.6 est consacrée aux indicateurs qui peuvent être définis sur la structure ou les configurations d'un modèle ; la section 5.7 propose l'indicateur *taux de réciprocité* basé sur la théorie de réciprocité ; la section 5.8 est dédiée aux algorithmes de simulation sociale et au mécanisme de raisonnement des acteurs ; la section 5.9 approfondit l'analyse exploratoire des sorties des simulations sociales ; la section 5.10 présente les étapes de la modélisation et de la simulation d'un système socioterritorial complexe ; finalement, les conclusions sont présentées dans la section 5.11.

5.2 Le socle du métamodèle de la Sociologie de l'Action Organisée

La Sociologie de l'Action Organisée a été formalisée par Sibertin-Blanc et al. (2006, 2013), sous la forme de l'approche SocLab, pour permettre l'étude formelle et la modélisation informatique des Systèmes d'Action Organisée, et pour servir de support aux recherches empiriques sur la gestion de territoires (Casula 2011; Roggero et Baldet 2011; Silva et al. 2014, 2011; Teixeira et al. 2010; Terán et al. 2018). Le métamodèle SocLab des SAO se compose de deux types d'entités, les acteurs et les relations, et deux associations qui les relient et dénotent les relations de dépendance et de contrôle d'un ou plusieurs acteurs par rapport à une ressource donnée (Sibertin-Blanc et al. 2006) (cf. Figure 5.1). Les entités actives sont les acteurs, les relations sont les objets qu'ils

²⁴ <https://SocLabproject.wordpress.com/>.

manipulent, et les opérations qu'ils peuvent réaliser consistent à déplacer l'état des relations qu'ils contrôlent. Une relation résulte d'une « zone d'incertitude » dans un Système d'Action Organisée, elle est fondée sur une *ressource* contrôlée par un acteur et dont d'autres acteurs ont besoin pour réaliser leurs *objectifs*. Elle a comme attribut son état, qui indique comment elle est gérée par l'acteur qui la contrôle et donc dans quelle mesure elle est accessible par les acteurs sociaux qui en ont besoin.

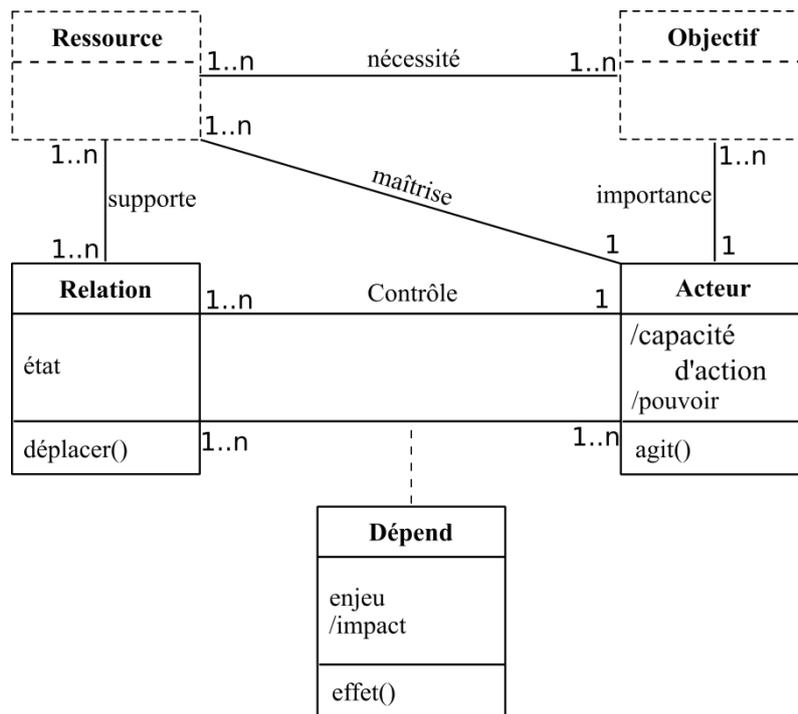


Figure 5.1. Diagramme UML du métamodèle SocLab des Systèmes d'Action Organisée. Source : adapté de Sibertin-Blanc (2018).

5.3 Représentation mathématique de la structure d'un SAO

Formellement, le modèle SocLab d'un SAO est défini comme suit (El-Gemayel 2013 ; Chapron 2012 ; Sibertin-Blanc et al. 2013). A représente l'ensemble des acteurs, et R l'ensemble des relations. Par la suite, la lettre a fera référence à un acteur indéterminé, et la lettre r à une relation indéterminée.

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (5.1)$$

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\} \quad (5.2)$$

A chaque relation est associée une variable d'état qui prend ses valeurs dans son espace des comportements $EC_r = [-10,10]$ que peut adopter l'acteur qui contrôle cette ressource. Les valeurs négatives correspondent à un comportement qui rend la ressource sous-jacente à la relation inaccessible et est globalement défavorable aux acteurs qui en dépendent, les valeurs positives à une *gestion coopérative* de la ressource, la valeur nulle à un comportement neutre, pas spécialement coopératif ou non-coopératif. L'état d'un Système d'Action Organisée, que nous appellerons une configuration, est alors défini comme la donnée de l'état de chacune des relations, c'est-à-dire un vecteur $\mathbf{e} = [e_{r_1}, e_{r_2}, \dots, e_{r_m}]$, $r \in R$. Pour faire référence à un état indéterminé d'une relation r , nous utilisons la notation e_r .

Chaque acteur est lié aux relations par deux mécanismes, de contrôle et de dépendance :

- contrôler : $A \leftarrow R$, une fonction qui indique quel est l'acteur qui contrôle chaque relation.
- dépendre : une fonction qui indique quelles sont les relations dont chaque acteur dépend.

Pour chaque relation r , une fonction effet_r : $A \times EC_r \rightarrow [-10, 10]$ indique la capacité d'action obtenue par chacun des acteurs en fonction de l'état de r . De plus, chaque relation reçoit de la part de chaque acteur qui en dépend un poids, son enjeu : $A \times R \rightarrow [0, 10]$, une fonction qui indique l'importance que chaque acteur accorde à chacune des relations, telle que la somme totale des enjeux pour chaque acteur est toujours égal à dix.

Les états des relations vont changer de valeurs selon le comportement des acteurs qui les contrôlent. À chaque étape de la dynamique sociale (simulation sociale), les acteurs peuvent modifier les états de relations qu'ils contrôlent en les déplaçant d'une valeur d_r : à l'instant t , un vecteur \mathbf{d} sera ajouté au vecteur \mathbf{e}_t , pour générer le prochain état \mathbf{e}_{t+1} à l'instant $t+1$.

Le fait de considérer que les acteurs agissent de façon synchrone conduit à définir la fonction de transition suivante, pour l'ensemble du Système d'Action Organisée :

$$\text{Transition : } \text{Etat}_t \times \text{Action}_t \rightarrow \text{Etat}_{t+1} \quad (5.3)$$

5.4 Les acteurs

L'acteur est un agent qui contrôle au moins une ressource qui constitue une « zone d'incertitude » et instaure une relation entre l'acteur qui la contrôle et ceux qui en dépendent. Il peut s'agir d'un individu ou d'un collectif, il a des objectifs qui déterminent ses enjeux et par suite la façon dont il gère les relations qu'il contrôle.

5.4.1 Les relations et leurs ressources sous-jacentes

Les relations sont les supports des interactions entre les acteurs. Chaque relation repose sur une ressource, ou un ensemble de ressources susceptibles d'être utilisées en synergie. Néanmoins, une ressource ne donne lieu à une relation que si elle constitue une « zone d'incertitude » plus ou moins maîtrisée par un acteur social qui alors la contrôle et que d'autres acteurs cherchent à mobiliser.

Les ressources peuvent être des éléments concrets tels qu'une information particulière, de ressources matérielles ou humaines, des services tels que le conseil, le soutien technique, le soutien politique ou le contrôle sur l'information. Dans le contexte des systèmes socioterritoriaux complexes nous avons tout cela, mais aussi la capacité d'influence d'un acteur sur l'autre à partir de sa proximité spatiale, c'est-à-dire qu'il y a des acteurs qui leurs influences sur les autres dépendent de la distance physique entre eux. Donc, si l'acteur 'A' est plus proche de l'acteur B que de 'C', il sera plus probable que 'A' va avoir plus d'influence sur 'B' que sur 'C'. Par conséquent, cette proximité spatiale peut être vue comme une ressource mobilisable, une « zone d'incertitude » (cf. section 3.8.1).

5.4.2 Enjeux

Les relations dont un acteur dépend sont celles sous-tendues par les ressources dont il a besoin d'une façon ou d'une autre pour atteindre ses objectifs, ou du moins qu'il estime telles. Chacune des relations dont dépend un acteur aura donc plus ou moins d'importance à ses yeux, c'est ce que traduit la notion d'enjeu. Chaque acteur répartit ses enjeux sur certaines relations, y compris celles qu'il contrôle puisqu'il ne saurait être indifférent à son propre comportement, en fonction de ses objectifs. Plus l'usage de la

ressource accessible via la relation est nécessaire pour atteindre un objectif important, plus l'acteur place un enjeu élevé sur cette relation.

Cette répartition des enjeux d'un acteur correspond à l'impact opérationnel de ses objectifs sur son comportement. Pour l'analyse du fonctionnement d'un Système d'Action Organisée, ce n'est pas tant la nature des objectifs des acteurs qui importe que les ressources dont ils ont besoin pour les accomplir. Les enjeux sont le maillon qui, conformément à l'hypothèse de rationalité des acteurs, permet de relier le comportement d'un acteur à ses objectifs. Les enjeux sont gradués sur une échelle de 0 à 10, arbitraire :

Nul = 0, négligeable = 1, . . . , important = 5, . . . vital = 10.

Nous attribuons à chaque acteur la même quantité de points d'enjeux à répartir, fixée arbitrairement à 10, selon l'idée que tous les acteurs d'un Système d'Action Organisée ont le même investissement subjectif dans le jeu social, quelle que soit leur position.

5.4.3 Fonction d'effet

Une *fonction d'effet* définit l'impact de l'état d'une relation sur un acteur qui en dépend, c'est-à-dire la capacité d'action que l'état de cette relation lui prodigue pour la réalisation de ses objectifs. Donc, chaque liaison entre un acteur a et une relation r dont l'enjeu est différent de zéro, donne lieu à une fonction d'effet $effet_r(a, e_r)$.

$$effet_r(a, e_r) : EC_r \rightarrow [-10,10] \quad (5.4)$$

Une fonction d'effet traduit donc l'état de la relation – le comportement de l'acteur qui contrôle cette relation – en un impact pour l'acteur qui en dépend. La courbe d'une fonction d'effet peut prendre n'importe quelle forme, cependant, pour simplifier le processus d'interprétation des résultats, il peut être restreint à linéaire, sigmoïdal ou quadratique (cf. Figure 5.2).

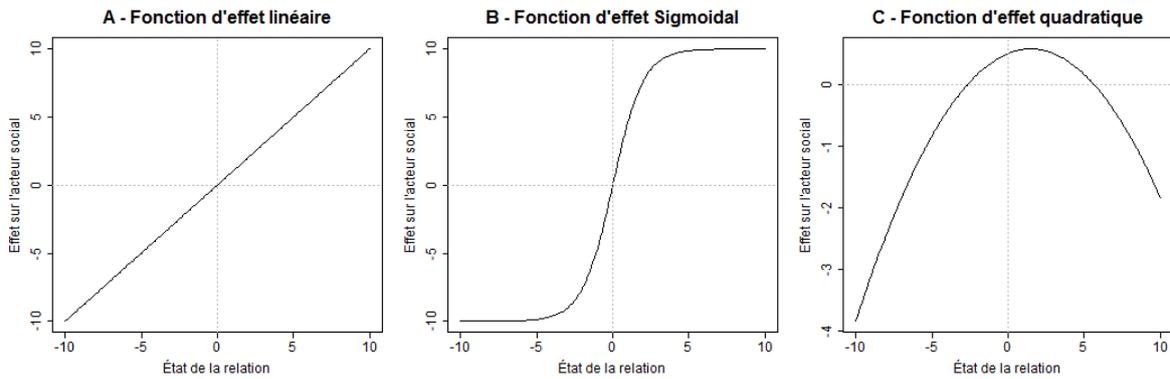


Figure 5.2. Exemples de fonctions d'effet, linéaire (A), sigmoïdal (B) et quadratique (C). Source : Silva (2015b).

La fonction d'effet doit être interprétée comme suit. Dans le cas d'une courbe linéaire, passant par l'origine (cf. Figure 5.2-A) : plus la gestion de la relation sera coopératif, plus l'effet sera positif sur l'acteur social et vice versa. De plus, à l'origine de la courbe nous considérons l'effet comme indifférent. Dans le cas d'une courbe sigmoïdale (cf. Figure 5.2-B), passant par l'origine : le comportement est analogue à celui de la courbe linéaire, mais avec des limites supérieures et inférieures, c'est-à-dire que l'acteur social est sensible aux variations d'accès à la ressource près de l'origine de la courbe. Pour une fonction quadratique avec la courbe vers le bas et le maximum sur l'axe y (cf. Figure 5.2-C) : dans ce cas, l'effet sur l'acteur social est maximal pour à une gestion neutre de la relation et tend à diminuer lorsque le niveau de l'accès à celui-ci augmente ou diminue.

5.5 Capacité d'action et pouvoir d'un acteur

La définition de la structure d'un SAO sous la forme d'ensembles et de fonctions (Acteurs, Relations, Contrôle, Dépendance [Enjeux, Fonctions d'effet]) nous permet de définir un ensemble d'indicateurs caractéristiques de ce système.

Commençons par les grandeurs essentielles d'un SAO : ce que les acteurs s'échangent.

5.5.1 Impact

Soit un acteur a dépendant d'une relation r . Lorsque r est dans l'état e_r , elle produit sur a un certain effet, déterminé par la fonction $effet_r(a, e_r)$ et l'enjeu, $enjeu(a, r)$ (éq. 5.5).

Nous nommerons *impact* de la relation r sur l'acteur a , l'effet de la relation r pondéré par l'enjeu que l'acteur pose sur r :

$$impact(a, r, e_r) = enjeu(a, r) * effet_r(a, e_r) \quad (5.5)$$

5.5.2 Capacité d'action

La *capacité d'action* d'un acteur évalue la disponibilité des moyens qui lui sont nécessaires pour la réalisation de ses objectifs. Nous noterons $CA(a, \mathbf{e})$ la capacité d'action d'un acteur a lorsque le Système d'Action Organisée est dans l'état \mathbf{e} (éq. 5.6). Pour autant qu'il n'y a pas d'interférences entre la mobilisation des ressources, cette capacité peut être définie comme la somme des impacts des relations dont l'acteur dépend.

$$\begin{aligned} CA(a, \mathbf{e}) &= \sum_r enjeu(a, r) * effet_r(a, e_r) \\ &= \sum_{r \in R, a \text{ dépend de } r} impact(a, r, e_r) \end{aligned} \quad (5.6)$$

où e_r est l'état de la relation r lorsque le Système d'Action Organisée est dans l'état \mathbf{e} .

La *capacité d'action maximale* d'une relation r sur un acteur a est la valeur maximale possible de l'impact de cette relation. Elle est donnée par l'éq. 5.7, et la minimale par l'éq. 5.8.

$$CA_{maximale}(r, a) = \max_{e_r \in EC_r} \{impact(a, r, e_r)\} \quad (5.7)$$

$$CA_{minimale}(r, a) = \min_{e_r \in EC_r} \{impact(a, r, e_r)\} \quad (5.8)$$

La *capacité d'action globale maximale* est la somme des capacités d'action maximales q'un acteur a reçoit (éq. 5.9).

$$CA_{globale\ maximale}(a) = \sum_{r \in R} \max_{e_r \in EC_r} \{impact(a, r, e_r)\} \quad (5.9)$$

5.5.3 Pouvoir

Une autre grandeur significative est la mesure de la contribution d'un acteur à la capacité d'action des autres acteurs, c'est-à-dire la quantité de capacité d'action qu'il leur prodigue. C'est ce qui nous semble le mieux exprimer la notion de pouvoir qui est au cœur de la Sociologie de l'Action Organisée.

Le pouvoir qu'exerce un acteur a lorsque le Système d'Action Organisée est dans un état e mesure sa contribution à la capacité d'action des acteurs qui en dépendent. Il s'agit bien du pouvoir exercé par l'acteur.

Avant de définir le pouvoir d'un acteur proprement dit, nous allons introduire le pouvoir qu'exerce un acteur a sur un autre acteur b : le *pouvoir relatif* de a sur b . Il s'agit de l'agrégation des impacts sur b des relations que contrôle a (éq. 5.10).

$$pouvoir_{relatif}(a, b, e) = \sum_{r \in R, a \text{ contrôle } r} impact(b, r, e_r) \quad (5.10)$$

A l'échelle de l'ensemble des acteurs du Système d'Action Organisée, le pouvoir qu'exerce un acteur a sera l'agrégation des pouvoirs qu'il exerce sur chacun. Nous pouvons alors quantifier le *pouvoir* qu'un acteur a exerce sur l'ensemble du système d'action dans un état du système e de la façon suivante (éq. 5.11) :

$$\begin{aligned} pouvoir(a, e) &= \sum_{r; a \text{ contrôle } r} \sum_{b \in \mathbb{A}} enjeu(b, r) * effet_r(b, e_r) \\ &= \sum_{r; a \text{ contrôle } r} \sum_{b \in \mathbb{A}} impact(b, r, e_r) \end{aligned} \quad (5.11)$$

Nous pouvons aussi considérer le *pouvoir coopératif* d'un acteur (éq. 5.12), qui ne prend en compte que les impacts positifs, ainsi que le *pouvoir absolu* qui prend en compte la somme du module des impacts (éq. 5.13). Le pouvoir absolu nous apporte un autre point de vue sur la répartition du pouvoir parmi les acteurs du modèle. Si nous regardons les valeurs absolues des impacts, nous mettons en lumière l'impact total (positif et négatif) d'un acteur sur les autres (poids d'un acteur dans le jeu social).

$$\begin{aligned}
 & \textit{pouvoir}_{\textit{coopératif}}(a, \mathbf{e}) \\
 &= \sum_{r, a \text{ contrôle } r} \sum_{b \in \mathbb{A}} \textit{impact}(b, r, e_r), \\
 & \textit{if } \textit{impact}(b, r, e_r) > 0
 \end{aligned} \tag{5.12}$$

$$\textit{pouvoir}_{\textit{absolu}}(a, \mathbf{e}) = \sum_{r, a \text{ contrôle } r} \sum_{b \in \mathbb{A}} |\textit{impact}(b, r, e_r)| \tag{5.13}$$

Le *partage du pouvoir absolu* d'un acteur a est la pourcentage de son pouvoir absolu par rapport la somme totale des pouvoirs absolus de tous les acteurs (éq. 5.14).

$$\textit{partage}_{\textit{pouvoir absolu}}(a, \mathbf{e}) = \frac{\textit{pouvoir}_{\textit{absolu}}(a, \mathbf{e})}{\sum_{b \in \mathbb{A}} \textit{pouvoir}_{\textit{absolu}}(b, \mathbf{e})} \times 100 \tag{5.14}$$

L'acteur qui contrôle une relation détermine dans quelle mesure la ressource est accessible par les autres et ainsi contrôle la possibilité pour les acteurs dépendants de réaliser leurs objectifs. Il dispose donc d'un certain pouvoir sur ces acteurs dépendants, le pouvoir de contraindre ou faciliter la réalisation de leurs objectifs, comme l'indique Friedberg, qui définit le pouvoir comme la « capacité de structurer l'échange négocié de comportements en sa faveur » (Friedberg 1993, p. 133).

Selon une perspective dyadique, nous pouvons dire que dans SocLab ' a ' exerce un pouvoir sur ' b ' dans la mesure de son rôle sur la capacité d'action de ' b ', exerçant ainsi

une forme de chantage sur le comportement de b à son égard. Selon la perspective systémique, la sentence reste la même, mais en remplaçant ‘ b ’ par l’ensemble des autres acteurs (le système d’acteurs).

La *capacité d’action* et le *pouvoir* expriment ce qu’il en est des moyens dont les acteurs disposent effectivement (et qu’ils procurent aux autres) pour réaliser leurs objectifs. Nous pouvons emprunter les termes utilisés par Castelfranchi (cf. section 4.4.1.2) et affirmer que la capacité d’action peut être associée au « pouvoir de » faire quelque chose, et le pouvoir comme défini dans l’approche SocLab être associé au « pouvoir sur » les autres.

5.6 Indicateurs

Dans les sections qui viennent, seront présentés des indicateurs construits à partir des éléments introduits ci-dessus. Les *indicateurs contextuels* dépendent de l’état e du SAO, alors que les *indicateurs structurels* en sont indépendants. La définition de ces indicateurs est fondée sur les travaux de (Chapron 2012 ; El-Gemayel 2013 ; Sibertin-Blanc et al. 2013 ; Mailliard 2008).

5.6.1 L’indicateur contextuel écart de capacité d’action

L’*écart de capacité d’action* de deux acteurs a et b est défini comme la différence, dans un état e donné, entre leurs capacités d’action respectives (éq. 5.15).

$$ecart_{CA}(a, b, e) = CA(a, e) - CA(b, e) \quad (5.15)$$

L’écart offre un moyen de comparer les différences relatives entre les capacités d’actions des acteurs. Plus il y a de différence plus grande sera la capacité d’action d’un acteur vis-à-vis de l’autre, et cela veut dire que le premier aura plus d’accès aux ressources dont il a besoin et donc plus de moyens pour atteindre ses objectifs.

5.6.2 Capacité d’action globale

La *capacité d’action globale* est un indicateur contextuel qui représente la somme des capacités de chaque acteur (éq. 5.16). L’état pour lequel cette grandeur est maximale correspond à une configuration dans laquelle chacun se comporte de façon à donner le maximum de ce qu’il peut donner.

$$CA_{globale}(\mathbf{e}) = \sum_{a \in \mathbb{A}} CA(a, \mathbf{e}) \quad (5.16)$$

La capacité d'action d'un acteur lui est donnée par les acteurs qui contrôlent les relations dont il dépend. Comme il n'y a pas de pertes dans le processus de transfert de capacité d'action, la capacité globale sera égale au pouvoir global (éq. 5.17) du Système d'Action Organisée.

$$CA_{globale}(\mathbf{e}) = pouvoir_{global}(\mathbf{e}) \quad (5.17)$$

5.6.3 Les indicateurs structurels

5.6.3.1 Pertinence d'une relation

La *pertinence* d'une relation est définie comme la somme des enjeux que les acteurs du Système d'Action Organisée posent sur celle-ci (éq. 5.18).

$$pertinence(r) = \sum_{a \in \mathbb{A}} enjeu(r, a) \quad (5.18)$$

La pertinence mesure l'importance de la relation dans le jeu social et elle est directement liée au nombre d'acteurs qu'en dépende. Plus la pertinence est importante plus grand sera le poids de la relation dans le système social et plus elle sera au centre des négociations parmi les acteurs.

Si une relation a une pertinence élevée nous pouvons émettre l'hypothèse que l'acteur social qui la contrôle peut avoir une forte influence sur le comportement des autres et, par conséquent, disposer de pouvoir et manœuvrer le jeu social à son avantage.

5.6.3.2 Force d'une relation

La *force potentielle* d'une relation r sur un acteur a est l'amplitude de la fonction d'effet de r sur a (éq. 5.19). Si nous prenons en considération les enjeux attachés à la relation nous pouvons définir la *force* d'une relation sur un acteur a comme le produit de la force potentielle et de l'enjeu (éq. 5.20). Cela veut dire que plus la force et la pertinence d'une relation sont élevées plus le pouvoir de l'acteur qui la contrôle est susceptible d'être important.

$$\begin{aligned}
force_{potentielle}(r, a) &= \max_{e_r \in [b_{min}, b_{max}]} \{effet(r, a, e_r)\} \\
&\quad - \min_{e_r \in [b_{min}, b_{max}]} \{effet(r, a, e_r)\}
\end{aligned} \tag{5.19}$$

La *force* de une relation r sur un acteur a est défini comme :

$$force(r, a) = force_{potentielle}(r, a) * enjeu(r, a) \tag{5.20}$$

5.6.3.3 Pouvoir structurel

Le *pouvoir structurel* d'un acteur a sur un acteur b est défini comme la somme des forces des relations que a contrôle et dont b dépend (éq. 5.21).

$$pouvoir_{structurel}(a, b) = \sum_{r \in R, a \text{ contrôle } r} force(r, b) \tag{5.21}$$

Au niveau de système social, nous pouvons définir le *pouvoir structurel global* comme le cumul des pouvoirs structurel d'un acteur sur l'ensemble des acteurs (éq. 5.22). Plus un acteur a du pouvoir structurel global plus il détiendra la possibilité d'influer sur les autres et, par conséquent, de parvenir à ses objectifs. D'un autre côté, une grande valeur de cet indicateur ne signifie pas que l'acteur avec beaucoup de pouvoir structurel global sera dominant, parce que l'ensemble des autres peuvent avoir le même pouvoir structurel global cumulé et, ainsi, équilibrer le jeu social. C'est donc la comparaison des pouvoirs structurels des acteurs qui est significative.

$$pouvoir_{structurel \ global}(a) = \sum_{b \in A, b \neq a} pouvoir_{structurel}(a, b) \tag{5.22}$$

5.6.3.4 Capacité d'action structurelle

En agrégeant les forces des relations r dont dépend un acteur a , nous obtenons sa *capacité d'action structurelle* (éq. 5.23).

$$CA_{structurelle}(a) = \sum_{r \in R} force(r, a) \quad (5.23)$$

5.7 Une mesure pour la réciprocité

Dans le chapitre 3 nous avons vu que dans un système d'action concret les acteurs exercent leur pouvoir les uns sur les autres dans l'expectative de recevoir en retour des bénéfices. Quand nous avons un système stable, régulé, les exercices réciproques du pouvoir de l'un sur l'autre génèrent des relations de réciprocité basées sur des échanges notamment symboliques. En fait, les échanges d'accès à des « zones d'incertitude » dans le jeu social selon Crozier et Friedberg ne peuvent pas être classifiés comme des échanges économiques entre les acteurs (cf. section 3.4.5). Dans la dynamique du jeu social au sein d'un SAO prédomine la logique non marchande.

5.7.1 Les équivalences entre SocLab et la théorie de la réciprocité

La question qui se pose est de savoir si nous pouvons établir une liaison entre l'approche SocLab et la théorie de la réciprocité qui permettrait de proposer un indicateur de réciprocité symbolique applicable aux modèles SocLab. Donc, est-il possible de mesurer la réciprocité ? Toutefois, il faut avant tout établir les équivalences entre SocLab et la théorie de réciprocité en utilisant les éléments du système de réciprocité (cf. section 3.3.1).

5.7.1.1 L'intersubjectivité

Dans la théorie de la réciprocité, les échanges sont symboliques et dépendent de relations d'intersubjectivité entre les acteurs. L'approche SocLab est fortement basée sur les échanges des capacités d'action qui sont produites par des zones d'incertitudes dominées par l'un et nécessaires pour d'autres et qui donnent lieu à des relations d'interdépendances intersubjectives entre les acteurs. Donc, la capacité d'action de l'approche SocLab peut être vue comme une unité d'échange qui a du sens symboliquement.

5.7.1.2 L'unité d'échange

Dans l'approche SocLab, lorsqu'un acteur exerce son pouvoir sur les autres, il donne des capacités d'actions aux autres dans l'expectative qu'ils lui permettent, en retour,

d'atteindre ses objectifs. Dans le jeu social de SocLab cela signifie de recevoir davantage de capacité d'action. Donc, les relations, notamment d'échanges symboliques, sont nées à partir de l'exercice du pouvoir des uns envers les autres.

5.7.1.3 Forme et structure

La théorie de la réciprocité analyse les relations de réciprocité selon différentes formes (p.ex. positive, négative, symétrique) et structures (p.ex. binaire, ternaire, étoile, etc.) qui peuvent être modélisées dans l'approche SocLab à partir de différents paramétrages du réseau des dépendances entre les acteurs. En fait, nous pouvons avoir toutes les formes et structures proposées par la théorie de la réciprocité dans un modèle SocLab.

L'approche SocLab modélise le système d'acteurs comme un réseau social où chaque acteur est lié à l'autre par les relations qu'il contrôle et celles dont il dépend. Donc, nous avons très clairement la structure des relations d'interdépendances, mais aussi la structure potentielle de relations de réciprocité entre les acteurs. La structure de réciprocité est potentielle parce que le cycle de la réciprocité peut ne pas être activé.

Temple et Chabal (1995) proposent d'évaluer la réciprocité à partir de l'analyse qualitative de la structure des relations entre les acteurs. Dans SocLab, le modèle du système social met en lumière les relations d'interdépendances entre les acteurs, comme illustré dans la Figure 3.6 du chapitre 3. Donc, il est parfaitement possible d'élaborer des hypothèses sur la structure de réciprocité potentielle en regardant le réseau d'interdépendance du modèle SocLab d'un SAO.

De plus, l'approche SocLab prend en considération la réciprocité entre les acteurs dans la simulation du processus d'apprentissage du comportement des acteurs, dans lequel l'acteur change son comportement en fonction de la quantité de capacité d'action qu'il reçoit des autres. Ces échanges portent sur des capacités d'action, capacités qui sont attachés à des relations qui reposent sur des ressources pouvant être mobilisées stratégiquement. Comme le souligne Friedberg (1997, p. 127), « *le pouvoir peut et doit être défini comme la capacité d'un acteur à structurer des processus d'échange en sa faveur.... C'est un échange négocié de comportements qui est structuré de telle sorte que tous les participants en retirent quelque chose* ».

5.7.1.4 Le cycle du don

La proximité entre l'approche SocLab et la théorie de la réciprocité conduit à préciser l'interprétation du cycle du don dans SocLab. En fait, Mailliard et Sibertin-Blanc (2010) proposent un ensemble d'indicateurs qui permettent d'appréhender la façon dont les acteurs d'un modèle SocLab déroulent le cycle du don de Mauss. Les étapes « donner », « recevoir » et « rendre » du cycle du don peuvent être transcrites dans SocLab comme les indicateurs pouvoir (donner de la capacité d'action), capacité d'action (recevoir de la capacité d'action) et rendre (capacité d'action rendue aux autres acteurs sociaux sur la forme de pouvoir). Le tableau 5.1 résume les correspondances entre SocLab et la théorie de la réciprocité.

Table 5.1 *Correspondances entre SocLab et la théorie de la réciprocité. Source : élaboré par l'auteur.*

Éléments du système de réciprocité	Théorie de la réciprocité	SocLab
Intersubjectivité	Les échanges sont symboliques et dépendent de relations intersubjectives entre les acteurs.	Les échanges dépendent des zones d'incertitudes dominées par uns et nécessitées par d'autres et qui donnent lieu à des relations intersubjectives entre les acteurs.
Unité d'échange	Tout qui peut être donné à l'autre et qui a du sens symbolique (p.ex., service, objets, aide).	Capacité d'action (éq. 5.6).
Formes	Positive (p.ex., la cérémonie Potlatch où plus je donne plus je suis). Négative (p.ex., la vengeance des Tupinamba au Brésil). Symétrique quand il y a un équilibre des échanges symboliques entre les agents.	Dans l'approche SocLab nous pouvons avoir toutes les formes.
Structures	Réseau social où chaque liaison binaire ou ternaire peut symboliser un type de relation.	Réseau des dépendances entre les acteurs médiatisées par les relations (zones d'incertitude).
Cycle du don	donner, recevoir et rendre des éléments symboliques	Donner de la capacité d'action (pouvoir, éq. 5.10) et recevoir de la capacité d'action.

Inspiré par les éléments de la théorie de la réciprocité et la proposition de Mailliard et Sibertin-Blanc (2010), nous proposons un calcul du taux de réciprocité de chaque acteur

dans un état donné d'un Système d'Action Organisée. Le taux de réciprocité vise à évaluer à quel point l'engagement d'un acteur dans le Système est efficace, autrement dit, si ce qu'il donne l'aide à atteindre ses objectifs. Pour calculer le taux de réciprocité il nous faut définir la perte et la bienveillance qui mesurent respectivement, les quantités de capacités d'action que l'acteur a perdues, et le pouvoir que l'acteur a donné de plus en matière de pouvoir.

5.7.2 Perte

Le jeu social dans l'approche SocLab est basé sur des échanges circulant le long des interdépendances entre les acteurs. Donc, cela veut dire que dans ce jeu social tous les acteurs sont d'accord sur le cycle du don (donner, recevoir et rendre), et cela implique un coût pour chaque acteur. Autrement dit, au-delà d'être obligé de donner et rendre de capacités d'action, chaque acteur va recevoir moins des autres acteurs, *perd*, de la capacité d'action pour pouvoir être dans le système social.

La *perte* d'un acteur a dans un état e des relations est la différence entre sa capacité d'action globale maximale (cf. éq. 5.9) et sa capacité d'action dans cet état (éq. 5.24). Cet indicateur mesure l'importance de la capacité d'action que l'acteur perd, que les autres acteurs et lui même ne lui donnent pas. Autrement dite, le principe de l'indicateur de *perte* proposé est de mesurer ce que l'acteur perd par rapport à ce qu'il était en mesure de recevoir en considérant sa capacité d'action globale maximale. D'autre part, plus la *perte* est faible, plus le comportement des acteurs (y compris lui-même) est favorable à l'acteur. Le calcul de la perte inclut la concession de l'acteur, c'est-à-dire la capacité d'action que l'acteur renonce à s'octroyer.

$$perte(a, e) = CA_{globale\ maximale}(a) - CA(a, e) \quad (5.24)$$

5.7.3 Bienveillance

Si la *perte* nous parle de la capacité d'action qu'un acteur perd au profit d'un jeu social plus convenable, la *bienveillance* représente la capacité d'action que l'acteur a donne aux autres au-delà du strict minimum, là aussi pour s'engager dans le jeu de façon coopérative. Donc, avant de définir la bienveillance, il faut définir le pouvoir global minimal d'un acteur a .

Le *pouvoir global minimal* de l'acteur a est le minimum de la somme des impacts des relations qu'il contrôle sur ceux qui en dépendent (éq. 5.25). Cet indicateur mesure la quantité de capacité d'action que l'acteur a est obligé de donner aux autres et sa valeur doit être comparée avec le pouvoir effectivement donné aux autres acteurs ; pour cela nous définissons l'indicateur de *bienveillance*.

$$\begin{aligned} \text{pouvoir}_{\text{global minimal}}(a) \\ = \min_{e_r \in EC_r} \sum_{r \in R, a \text{ contrôle } r} \sum_{b \in A} \{\text{impact}(b, r, e_r)\} \end{aligned} \quad (5.25)$$

La *bienveillance* d'un acteur a dans l'état e des relations est définie comme la différence entre le pouvoir exercé par l'acteur a et son pouvoir global minimal (éq. 5.26). Cette quantité correspond à la part que l'acteur donne aux autres au-delà du minimum. Dans la bienveillance il y a aussi ce que l'acteur se donne à lui-même ; il se peut que ce qu'il donne aux autres et à lui-même varient dans le même sens.

$$\text{bienveillance}(a, e) = \text{pouvoir}(a, e) - \text{pouvoir}_{\text{global minimal}}(a) \quad (5.26)$$

L'interprétation des indicateurs *perte* et *bienveillance* doit être accompagnée de la capacité d'action effectivement reçue par l'acteur dans l'état e des relations. Pour faire cela, nous avons défini l'indicateur *taux de réciprocité* entre l'acteur et le système.

5.7.4 Le Taux de Réciprocité

Le *taux de réciprocité* d'un acteur social a dans une configuration e d'un Système d'Action Organisée désigne une proportion entre la capacité que l'acteur reçoit (capacité d'action) et ce qu'il a perdu et donné par bienveillance (cf. Figure 5.3).

Le taux de réciprocité de l'acteur a dans un état e des relations du Système d'Action Organisée est un taux où le dénominateur est la somme de la perte et de la bienveillance de l'acteur a dans l'état e des relations, et le numérateur sa capacité d'action dans ce même état e (éq. 5.27). La somme de la perte et de la bienveillance correspond au montant de capacité d'action, au-delà du minimum en matière de pouvoir donné par l'acteur au système (cf. éq. 5.26) et au-dessous du maximum en matière de la capacité d'action du système vers l'acteur (cf. éq. 5.24), qui a été dirigé vers le système dans le but de trouver un état régulé entre l'acteur et le système.

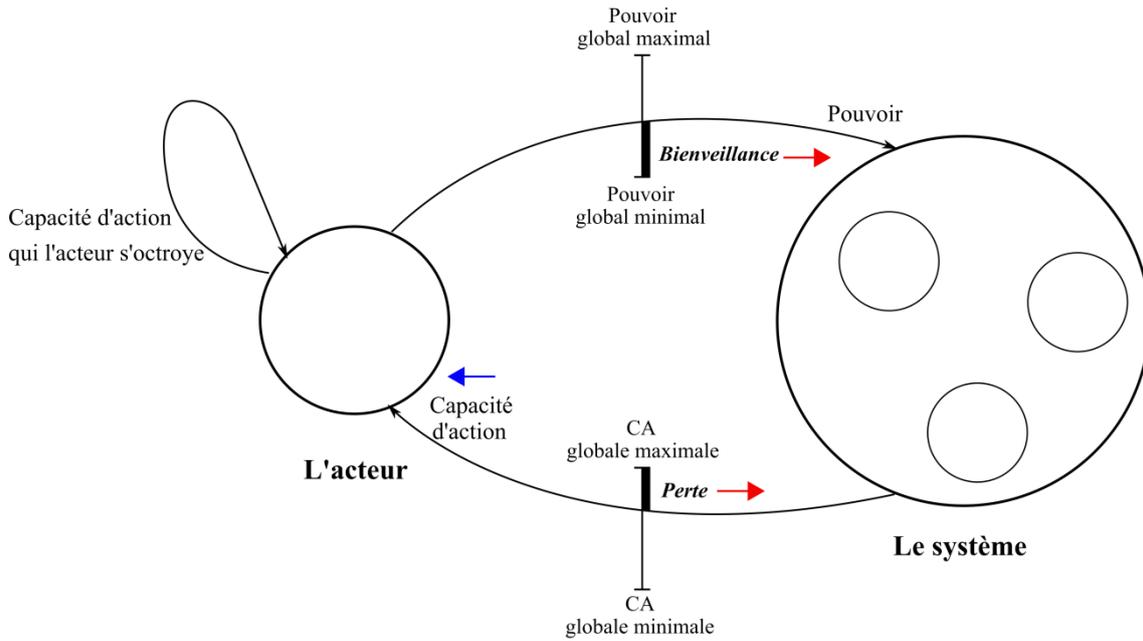


Figure 5.3. L'échange symbolique entre l'acteur a et le SAO et la représentation des composants du taux de réciprocité : la capacité d'action reçue, la perte et la bienveillance vis-à-vis l'acteur et le système. Source : élaboré par l'auteur.

$$\text{taux de réciprocité}(a, e) = \frac{CA(a, e)}{\text{perte}(a, e) + \text{bienveillance}(a, e)} \quad (5.27)$$

Cet indicateur mesure l'avantage transactionnel des actions stratégiques d'un acteur dans une configuration donnée vis-à-vis du système et nous donne des évidences pour établir la forme de la réciprocité (positive, négative ou symétrique) des relations d'échange entre l'acteur et le système. La structure de la réciprocité (binaire, ternaire, étoile, etc.) peut être dégagée du réseau des dépendances entre les acteurs par l'intermédiaire des relations.

Le signe du taux de réciprocité est déterminé par le signe de la capacité d'action de l'acteur. Si le taux de réciprocité est égal à zéro, cela signifie que l'acteur n'a rien reçu, ou qu'il a donné le pouvoir minimal et qu'il a reçu le maximum. Si le module du taux de réciprocité est inférieur à 1 et supérieur à zéro, cela signifie que l'acteur a reçu moins de capacités qu'il n'en a perdu et donné par bienveillance. Sinon, si le module de taux de

réciprocité est supérieur à 1, signifie que l'acteur gagne plus qui est vertu sur la forme de perte et bienveillance vers le système.

Le rapport entre les valeurs absolues du taux de réciprocité pour chaque acteur et les formes de réciprocité (positive, négative et symétrique) n'est pas direct ; mais si nous comparons les valeurs des acteurs, nous pouvons dégager les acteurs qui profitent le mieux du système et à partir de cela, juger quelles formes de réciprocité se trouvent dans le système social.

La politique publique territoriale du PRONAT vise à équilibrer le jeu social en donnant davantage de capacités d'action aux acteurs sociaux qui représentent la société civile. Dans le cadre de cette recherche, nous pouvons élaborer l'hypothèse suivante : d'une période (début de la politique publique) à l'autre (après des années de déploiement de la politique publique), le taux de réciprocité doit augmenter pour les acteurs du modèle qui représentent la société civile, à savoir les associations, le MST, les Syndicats, etc.

Dans la théorie de la réciprocité de Temple et Chabal, utilisée par Sabourin dans ses recherches sur les relations de réciprocités entre divers acteurs du monde rurale au Brésil et ailleurs, la question centrale et déterminante est la structure et la forme des relations de réciprocité. Donc, il faut savoir s'il y a des relations centralisées, ternaire, binaire, symétrique ou asymétrique, etc., selon la nature des interdépendances entre les acteurs.

Néanmoins, dans notre recherche, ce qu'il faut évaluer c'est le changement des valeurs du taux de réciprocité entre les deux périodes de référence. Donc, plutôt que de classifier les systèmes modélisés selon l'approche SocLab, nous voulons observer les différences de structures-formes entre 2012 et 2017.

En conclusion, dans l'approche SocLab nous avons un modèle qui explicite les relations d'interdépendances entre les acteurs, relations qui peuvent donner lieu, par l'exercice du pouvoir des uns envers les autres, à des relations de réciprocités. Le taux de réciprocité mesure ces échanges symboliques entre les acteurs, aide à la caractérisation des relations entre l'acteur et le système dans son ensemble et fournit des pistes sur les symétries et asymétries d'échange de capacité d'action.

5.8 La simulation sociale

La simulation sociale dans l'approche SocLab nous permet de calculer des configurations régulées du système d'action, dans lesquelles tous les acteurs se satisfont de la capacité d'action qu'ils obtiennent et n'ont plus de raison de modifier leur comportement. Pour tenir compte du caractère stochastique du processus de simulation, les résultats sont obtenus à partir d'un certain nombre de répétitions des simulations. À partir de ces résultats, nous pouvons analyser la stabilité du système social, les rapports de pouvoir et de réciprocité entre les acteurs, et envisager différents scénarios de comportements des acteurs en fonction du changement du paramétrage du modèle. Comme le souligne (El-Gemayel 2013, p. 90),

SocLab comporte un algorithme de simulation dont les résultats indiquent comment il est plausible que les acteurs d'une organisation sociale se comportent les uns vis-à-vis des autres. Cet algorithme, qui met en œuvre les principes de l'auto-apprentissage par essais-erreurs et le renforcement des règles apprises, implémente les trois principes susmentionnés en dotant les acteurs d'une vision locale de la structure de l'organisation, d'une ambition évolutive ..., et d'un processus de décision ... qui vise une situation satisfaisante et non pas une situation optimale.

SocLab définit le jeu des acteurs comme un processus itératif d'échange où chacun des acteurs ajuste l'état des relations qu'il contrôle de façon à obtenir la meilleure capacité d'action possible, ou du moins une capacité d'action dont il finit par se satisfaire. Ce processus se stabilise dans une configuration du jeu qui est régulée, c'est-à-dire un état de chacune des relations où chaque acteur ne voit plus d'intérêt à changer son comportement eu égard à sa satisfaction actuelle.

Conformément à la sociologie de l'action organisée de Crozier et Friedberg, SocLab dote les acteurs d'une forme de *rationalité limitée* où le but n'est pas prédéfini, les critères de décisions sont limités par le manque d'information sur l'environnement, la capacité d'interprétations des informations disponibles et le temps limité pour l'analyse de la situation (Simon 1955). Cette rationalité est implantée par *l'apprentissage par renforcement* où l'agent adapte son comportement sur la base de récompenses qui renforcent ou pas ses actions précédentes (Sutton et Barto 1998).

5.8.1 Rationalité limitée

La théorie de la rationalité limitée est une alternative à la théorie du choix rationnel où l'acteur utilitariste connaît bien l'environnement, a toute l'information nécessaire pour prendre des décisions et a une capacité illimitée pour calculer les solutions optimales. En fait, les études empiriques ont montré les limites de cette théorie et qu'il faut prendre en considération d'autres formes de rationalités.

La rationalité limitée de Simon (1955) considère que l'acteur adopte des décisions qui sont suffisantes eu égard à son but, autrement dit, des solutions dont il peut se satisfaire. En fait, la capacité cognitive restreinte, le manque d'information sur le contexte et l'environnement et, finalement, la limite de temps pour prendre des décisions limitent les comportements envisageables des acteurs.

L'algorithme de simulation de SocLab définit le but de chaque acteur par une variable *ambition*. L'objectif de chaque acteur est donc d'obtenir une capacité d'action plus élevée ou égale à son ambition courante. Initialement, l'ambition prend la valeur maximale de la capacité d'action de l'acteur. Durant le processus d'apprentissage, l'ambition varie de façon à réduire son écart avec la capacité d'action effective.

5.8.2 L'apprentissage par renforcement

L'apprentissage par renforcement a ses racines dans plusieurs disciplines depuis l'apprentissage des animaux à la théorie du contrôle. Néanmoins, le principe affirme que nous apprenons à partir d'expériences répétées qui consiste à tester la réaction de l'environnement aux actions réalisées.

Selon El-Gemayel (2013), un système d'apprentissage par renforcement doit présenter les éléments suivantes : *la politique* qui définit les règles de choix d'un comportement selon l'état actuel ; *la fonction de récompense* qui quantifie pour chaque réaction du système à une action de l'agent l'importance de la récompense positive ou négative ; une *fonction de valeurs* qui définit ce qui est bon sur le long terme ; et un modèle de l'environnement qui permette à l'agent de connaître les effets de son comportement sur son environnement.

Dans un système d'apprentissage par renforcement il y a au moins trois défis, à savoir : quelles seront les dispositions des agents pour *explorer* et acquérir de nouvelles connaissances ? Comment les agents vont-ils *exploiter* les connaissances

appries ? Quel est le *but* des agents ? Il y a bien évidemment plusieurs façons d'implanter un système d'apprentissage par renforcement.

5.8.3 Le but des acteurs – leurs ambition

Les prémisses de la rationalité limitée et de l'apprentissage par renforcement et essai-erreur sont en accord avec ceux de la Sociologie de l'Action Organisée. Comme nous l'avons montré dans le chapitre 3 (cf. section 3.5.4), les relations que les acteurs entretiennent les uns avec les autres dans un SAO sont relativement stabilisées, parce que les acteurs agissent de manière stratégique en fonction de leurs buts. La stabilité du système social provient de ce que chaque acteur ajuste son comportement à celui des autres de façon à se trouver dans une situation qui le satisfasse.

5.8.4 La boucle principale de l'algorithme de simulation

L'algorithme de simulation peut se résumer en trois étapes pour chaque acteur : i) perception ; ii) prise de décision ; iii) exécution de l'action (cf. Algorithme 5.1). Le but ultime de l'algorithme est de trouver un état stationnaire dans lequel aucun acteur n'a intérêt à changer les états des relations qu'il contrôle.

Au stade de la perception, l'acteur observe sa capacité d'action courante et il la compare à sa capacité d'action précédente et à son ambition. La distance entre l'un et l'autre déterminera comment l'acteur se comportera dans la phase suivante.

Au stade de la décision, chaque acteur social agira en fonction d'un ensemble de règles créées en cours de simulation. Chaque règle se compose de trois composantes (situation, action, qualité). La situation est le vecteur de la valeur des fonctions d'effet des relations dont l'acteur dépend ; l'action est un vecteur de la variation, positive ou négative, qui doit être appliquée à l'état des relations que l'acteur contrôle ; et qualité indique la force de la règle. Donc, l'acteur évalue quelle règle s'applique dans une liste créée au cours du processus d'apprentissage par renforcement.

Au cours de la phase d'exécution de l'action, l'acteur applique la règle choisie c'est à dire modifie les valeurs des états des relations qu'il contrôle.

défini A : l'ensemble des acteurs.

défini R : l'ensemble des relations.

initie $t \leftarrow 0$ temps discret (étape)

initie nbPasMax - une valeur définie par le modélisateur au début de la simulation

répète

répète (pour chaque acteur $a \in A$)

$situation_a \leftarrow perception()$;

$action_a \leftarrow selection.action(situation_a)$;

répète (pour chaque relation $r \in R$)

 appliquer($r, action_{a, a\text{ contrôle } r}$)

$t \leftarrow t + 1$

tant que (Il existe un acteur a tel que $CA(a, e) < ambition(a)$) **et** ($t < nbPasMax$)

Algorithme 5.1. *Pseudo-code de la boucle principale de l'algorithme de simulation.*

Source : El-Gemayel (2013).

À l'issus du processus d'apprentissage, lorsque tous les acteurs trouvent leurs capacités d'action conforme à leur ambition, on dira que le Système d'Action Organisée se trouve dans une configuration **régulée** : il peut durablement fonctionner ainsi.

5.8.5 Détail de l'algorithme de simulation sociale

5.8.5.1 Paramètres psycho-cognitifs

L'algorithme de simulation de SocLab comprend quatre paramètres psycho-cognitifs qui sont propres à chaque acteur social a : ténacité, T_a ; réactivité, R_a ; discernement, D_a ; et distribution du renforcement, $\{RR_{a1}, RR_{a2}\}$.

La ténacité détermine dans quelle mesure l'acteur cherche réellement à obtenir une satisfaction la plus élevée possible ou au contraire se satisfait facilement de sa situation courante. Ce paramètre prend des valeurs entières entre 1 et 10 et détermine combien l'acteur social explorera de nouvelles règles, au détriment de leur exploitation, pour atteindre son ambition, $K_a(t)$. Plus T_a sera élevé, plus grand sera le nombre de pas nécessaires pour trouver un état stationnaire.

La *réactivité* (R_a) est une constante entière qui détermine l'importance relative que l'acteur social attache au présent et au passé dans le processus d'apprentissage. Plus la valeur de R_a est élevée, plus petite sera sa mémoire et l'acteur prendra davantage en compte les informations les plus récentes. Tandis que si la réactivité est proche de la

valeur 1, l'acteur attache plus d'importance au passé. Le taux d'exploitation, TX_a et l'ambition, $K_a(t)$ sont calculés en fonction de la réactivité.

Le *discernement* (D_a) est une constante entière, qui prend ses valeurs entre 1 et 5 et est utilisée pour calculer le seuil γ (éq. 5.28), qui servira à définir si une règle est applicable ou non. Donc, si la distance euclidienne pondérée par les enjeux entre la situation actuelle²⁵ et la situation de la règle est inférieure à γ , cette règle peut être choisie.

La *répartition du renforcement* (RR_a) indique le pourcentage de récompense qui sera accordé aux règles précédemment appliquées. Lorsque l'acteur applique une règle à l'instant t , il perçoit l'effet sur lui-même de ce changement de comportement à l'instant $t + 1$, et à l'instant $t + 2$ il apprend comment les autres acteurs ont réagi à son action. La variation de satisfaction observée à l'instant t sera donc imputée pour une part à la règle appliquée en $t - 1$ et pour le reste à celle appliquée en $t - 2$. La répartition du renforcement de chaque acteur (RR_{a1} et RR_{a2}) sera déterminée par la proportion d'enjeux qu'il place sur les relations qu'il contrôle.

$$\gamma = \frac{\|CA_{maximale}(a, \mathbf{e}) - CA_{minimale}(a, \mathbf{e})\|}{D_a} \quad (5.28)$$

En fait, la répartition du renforcement suit la distribution des enjeux de l'acteur pour chaque relation dont il dépend, donc s'il dédie deux points d'enjeux aux relations qu'il contrôle, la répartition des enjeux sur le processus de simulation sera de $RR_{a1}=20\%$ pour lui et $RR_{a2}=80\%$ pour les autres.

5.8.5.2 Taux d'exploration

Le taux d'exploration, $TX_a(t)$, d'un acteur (éq. 5.29), détermine s'il va plutôt utiliser les informations acquises par les expériences précédentes ou au contraire explorer de nouvelles possibilités, et donc la manière dont la valeur de l'ambition, la force de chaque règle et l'intensité de l'action d'une nouvelle règle seront calculées. Le taux d'exploration $TXI_a(t)$ (éq. 5.30) est calculé à chaque étape de la simulation en fonction

²⁵Le vecteur contenant les valeurs des effets de toutes les relations dont l'acteur dépend.

de la distance entre la situation actuelle et l'ambition de l'acteur social, ainsi que sa ténacité.

$$TX_a(t) = \left(1 - \frac{R_a}{10}\right) TX_a(t-1) + \frac{R_a}{10} TXI_a(t) \quad (5.29)$$

$$TXI_a(t) = 0.1 + \left[\frac{0.8}{1 + e^{-(T_a * (10 - T_a) + 10) * (dif_a(t) - \frac{10 - T_a}{10})}} \right] \quad (5.30)$$

5.8.5.3 Ambition

L'ambition d'un acteur social, $K_a(t)$, est le niveau de la capacité d'action souhaitée par lui, et elle varie avec le temps. L'ambition d'un acteur est initialisée à la valeur maximale de sa capacité d'action (éq. 5.31). Ensuite, si l'acteur social n'a pas atteint son ambition, alors, l'ambition diminuera en fonction de la distance entre la capacité d'action actuelle et l'ambition (Écart), ainsi que le taux d'exploitation selon l'équation 5.32. Si capacité d'action a atteint ou dépassé son ambition, celle-ci augmentera selon l'équation 5.33.

$$K_a(0) = CA(a, \mathbf{e})_{max} \quad (5.31)$$

$$K_a(t) = K_a(t-1) - \left[(1 - TX_a(t)) * \left(\frac{R_a}{100} \right) * dif_a(t) \right] \quad (5.32)$$

$$K_a(t) = K_a(t-1) + \left[(CA(a, \mathbf{e}, t) - K_a(t)) * \left(\frac{R_a}{100} \right) \right] \quad (5.33)$$

où TX_a est le Taux d'exploration et R_a la réactivité.

L'écart en proportion entre l'ambition et la capacité d'action, $dif_a(t)$, est calculée comme un rapport entre la capacité d'action et l'ambition qui indique la partie de la capacité d'action que l'acteur dispose en relation avec son ambition (éq. 5.34).

$$dif_a(t) = \frac{K_a(t-1) - CA(a, \mathbf{e}, t)}{K_a(t-1) - CA(a, \mathbf{e}, t)_{min}} \quad (5.34)$$

5.8.5.4 L'intensité des actions

Lorsqu'un acteur n'a aucune règle à appliquer, il créera une nouvelle règle où les actions $actions_a$ (éq. 5.36) seront choisies au hasard dans un intervalle centré sur 0 et dont l'étendue est définie par la variable *intensité* (éq. 5.35).

$$intensité(t) = 2 * TX(t) \quad (5.35)$$

$$actions_a(t) = intensité(t) * \omega, \omega \in [-1,1] \quad (5.36)$$

5.8.5.5 La force des règles

Les valeurs de la force des règles sont mises à jour à chaque étape de l'algorithme par les équations 5.37-38, respectivement.

$$f_1(t) = (1 - TX_a(t))f(t - 1) + TX_a(t)RR_1\Delta satisfaction(a, \mathbf{e}, t) \quad (5.37)$$

$$f_2(t) = f(t - 1) + TX_a(t)(1 - RR_2)\Delta satisfaction(a, \mathbf{e}, t) \quad (5.38)$$

où $\Delta satisfaction$ est la variation de la capacité d'action de l'acteur entre les instant $t - 1$ et t , suite à l'application de la règle à l'instant $t - 1$ et RR_{a1} et RR_{a2} les répartitions du renforcement. La fonction $f_1(t)$ est appliquée pour calculer la force des règles appliquées à l'instant $t - 1$, tandis que la fonction $f_2(t)$ l'est pour les règles appliquées à l'instant $t - 2$.

5.8.5.6 Relations entre les paramètres psycho-cognitifs et les variables de l'algorithme

La Figure 5.4 présente les relations entre les paramètres psychocognitifs et les variables de l'algorithme de simulation. L'ambition et le taux d'exploration sont directement proportionnels à la réactivité. Le taux d'exploration est aussi influencé dans le même sens par la ténacité, et alors que l'ambition est inversement proportionnelle au taux d'exploration. Quant à l'intensité de l'action, elle est directement proportionnelle au taux d'exploration.

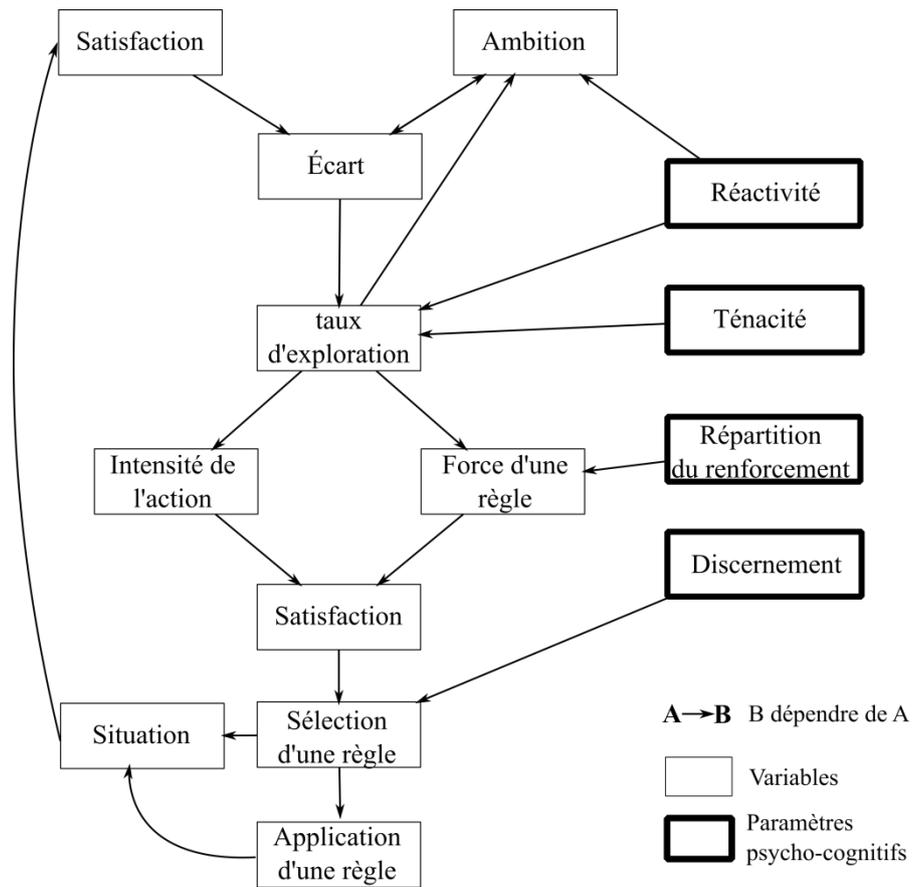


Figure 5.4 Relations de dépendance entre les variables et les paramètres de l'algorithme. Source : El-Gemayel (2013).

5.8.5.7 L'algorithme de simulation

L'algorithme de simulation peut se résumer comme suit (El-Gemayel 2013, p. 99) :

initie $t \leftarrow 0$ temps discrète (étape)
définie T_a, R_a, D_a et $\{RR1, RR2\}_a$ pour chaque acteur social a
initie e au hasard
initie nbPasMax - une valeur définie par le modélisateur au début de la simulation
initie $TX_a(0) = TXI_a(0)$ (éq. 5.33-34)
calcule la *capacité d'action* $(a, e, 0)$ pour chaque acteur social (éq. 5.6)
calcule l'*ambition* $K_a(0)$ (éq. 5.29)
calcule $dif_a(0)$ (éq. 5.32)
répète chaque étape t
 répète pour chaque acteur social a
 1) **calcule** *capacité d'action* (a, e, t) (éq. 5.6); $dif_a(t)$ (éq. 5.32)
 2) **met à jour** son ambition $K_a(t)$ (éq. 5.30-5.31)
 3) **met à jour** le Taux d'exploration $TX_a(t)$ (éq. 33)
 5) **met à jour** l'intensité des actions (éq. 5.35)
 4) **met à jour** la Force des règles appliquées (éq. 5.37-38).
 Les règles de force négative sont oubliées.
 4) **sélectionne** les règles applicables en fonction de seuil γ (éq. 5.28)
 5) **Si** il n'y a pas de règle applicable **alors**
 crée nouvelle règle
 règle.Situation \leftarrow *situation-actuelle*
 règle.Action \leftarrow (éq. 5.36)
 règle.Force $\leftarrow 0$
 6) **choisis** une règle parmi celles avec la plus haut Force ou la nouvelle
fin- répète
répète pour chaque relation r
 met à jour la valeur de l'état de la relations selon l'action de la règle concernée
fin- répète
tant que (Il existe un acteur a tel que $CA(a, e) < ambition(a)$) **et** $(t < nbPasMax)$

Algorithme 5.2. *L'algorithme de simulation détaillé. Source : adapté d'El-Gemayel (2013).*

5.8.5.8 Analyse de sensibilité et validation

L'*analyse de sensibilité* permet d'évaluer le comportement du modèle pour des valeurs différentes des paramètres d'entrée et des paramètres psychocognitifs. Plus le nombre des paramètres variant en même temps est important, plus difficile sera l'interprétation des sorties de l'algorithme de simulation. Comme le souligne (El-Gemayel 2013, p. 115), l'analyse de sensibilité sert à répondre aux questions suivantes : « Quels sont les paramètres d'entrée les plus influents sur la valeur et éventuellement la variation des

variables de sortie ? Dans quel(s) cas certains paramètres sont-ils moins influents que dans d'autres cas ? Et quelles sont les valeurs optimales des paramètres d'entrée, c'est-à-dire qui permettent le mieux d'obtenir les résultats attendus ? ».

La *validation* des modèles de systèmes sociaux complexes pose un problème – la difficulté de comparer les sorties de simulation avec les phénomènes réels. Comment savoir si la capacité d'action mesurée dans le modèle SocLab correspond à la capacité d'action (ou le pouvoir, ou le taux de réciprocité) réelle d'un acteur ? En général, les modèles SocLab sont construits à partir des évidences, des observations de terrains, des questionnaires etc. Donc, le modèle doit être consistant avec ces informations et nous ne pouvons utiliser les mêmes données pour évaluer des résultats de simulations. Par conséquent, nous proposons d'organiser d'ateliers pour ajouter des professionnels qui connaissent bien les Territoires Ruraux pour qu'ils vérifient la plausibilité de résultats vis-à-vis de leurs connaissances préalables du terrain. Ainsi, nous pouvons avoir un degré de confiance sur les modèles.

5.9 L'analyse exploratoire des sorties des simulations pour l'état remarquable régulé

Chaque simulation j génère un vecteur de données \mathbf{s}_j contenant le nombre d'étapes p_j pour parvenir à l'équilibre du système social (SAO régulé), les valeurs finales des états des relations \mathbf{e}_{final} et les valeurs de la capacité d'action $CA_{j,a}$ de chaque acteur a . Ainsi, chaque simulation j va générer un vecteur de sortie $\mathbf{s}_j = [p_j, e_{j,r1}, e_{j,r2}, \dots, e_{j,rm}, CA_{j,a1}, CA_{j,a2}, \dots, CA_{j,an}]$, où m est le nombre de relations et n le nombre d'acteurs.

Compte tenu du caractère stochastique de l'algorithme il faut répéter les simulations un grand nombre de fois et, par conséquent, analyser les résultats à l'aide de méthodes statistiques et computationnels d'analyse de données issues de sorties de simulations sociales.

5.9.1 Statistiques

Pour identifier les corrélations entre ces variables et les expliquer par un plus petit ensemble de variables statistiques, l'analyse des facteurs peut être utilisée par la méthode des composantes principales. En outre, la recherche de *clusters* peut être appliquée par des méthodes d'agrégation hiérarchiques, *k-means* ou d'autres. Grâce à ces méthodes, nous pouvons chercher à identifier les modèles de comportement de

groupes (*clusters*) construits à partir de l'ensemble des données. Le profil de chaque groupe peut être représenté par des graphiques de type *boxplot*.

Selon Chapron (2012), la dispersion totale et par groupe de l'état des relations doit être observée statistiquement. Selon l'auteur, la structure sociale peut-être *déterministe –ou du moins fortement contraignante–* lorsque la dispersion des états des relations (et donc des capacités d'action) sont faibles, flexible dans le cas où cette dispersion est élevée, voire multimodale. Dans le premier et troisième cas, toutes les simulations convergent vers la /les même/s configuration/s, ce qui signifie que les acteurs n'ont pas de marge de manœuvre dans le choix de leur comportement. Lorsque l'état d'une relation présente une forte dispersion, cela peut s'interpréter soit comme une indécision soit comme une grande marge de manœuvre de la part de l'acteur qui contrôle cette relation.

Une autre variable significative est le nombre d'étapes de convergence : plus cette valeur est grande, plus la recherche par les acteurs d'une configuration régulée est difficile, difficulté que l'on peut imputer à la *complexité* du jeu social. Si la convergence est réalisée en quelques étapes de simulation, le système social peut être classé comme *simple*.

Villa-Vialaneix, Sibertin-Blanc et Roggero (2014) ont appliqué des méthodes statistiques comme la classification hiérarchique par la méthode Ward pour l'analyse des sorties de simulation d'un cas particulier, et Sibertin-Blanc et Villa-Vialaneix (2014) traite plus généralement du traitement statistique des résultats de simulation. Silva *et al.* (2016) font usage de *Principal Component Analysis* (PCA), des méthodes de classification *k-means* et hiérarchique (Ward) ainsi que de *boxplots* pour l'analyse ou la représentation des sorties de simulation d'une étude de cas. En fait, même dans les cas où il n'y a pas une grande variation des variables du vecteur de sortie s_j , les méthodes statistiques aident à l'identification de relations entre les variables.

5.9.2 Carte de Kohonen

Les Cartes Auto-Organisatrices de Kohonen (Kohonen's *Self-Organizing Maps – SOM*) sont des réseaux neuronaux artificiels non supervisés dont la principale fonction est d'ordonner les données d'entrée dans une grille à deux dimensions de neurones par l'intermédiaire d'un processus de *quantification vectorielle*, où les poids de chaque neurone sont ajustés pour approcher les valeurs des données d'entrée. A la fin, chaque

neurone de la grille est associé à un ensemble de vecteurs d'entrée, et les neurones voisins de la grille représentent des vecteurs d'entrées similaires quand à leur distance euclidienne (dans l'espace des variables de sortie) (Kohonen 2001).

À partir des cartes de Kohonen, la dispersion des variables sera évaluée en fonction de leur position dans le réseau neuronal par des Plans de Composants (Kohonen 2001; Silva et al. 2010). Le Plan de Composant est une représentation graphique de la distribution des valeurs de chaque variable dans le réseau neuronal de Kohonen, où les valeurs des poids relatifs de la variable sont interprétées en fonction d'une palette de couleurs. La répartition de la couleur et des motifs similaires sur le Plan de Composants neuronaux entre deux variables signifie qu'il peut y avoir des corrélations entre elles.

En général, nous utilisons un réseau à deux dimensions (p.ex. 12 x 8), une grille hexagonale, une fonction de voisinage gaussienne avec un rayon initial petit, 10 000 étapes et un taux d'apprentissage initial inférieur à 0,05. Pour l'analyse des Plans de Composants de petites quantités de données d'entrée n' , il faut simplement définir un réseau de neurones avec m' neurones, $m' \sim n'$.

Villa-Vialaneix et al. (2014) ont fait usage d'une carte de Kohonen bidimensionnelle 4 x 4 pour la classification des sorties de simulations en considérant chaque neurone comme le vecteur représentatif d'un groupe. Pour identifier les différences entre les données d'entrée associées aux neurones, les auteurs ont utilisé des *boxplots*. Silva et al. (2016) ont adopté la carte de Kohonen bidimensionnelle 12 x 8 pour la visualisation et les Plans de Composants comme outil d'identification des corrélations entre les variables. Pour Villa-Vialaneix et al. (2014), la carte de Kohonen a servi à confirmer les résultats statistiques. De même, Silva et al. (2016) ont confirmé les résultats statistiques mais ont aussi classifié le Système d'Action Organisée selon la typologie proposée par Chapron (2012) et ont fait usage de la carte de Kohonen pour distinguer les petites différences entre les états régulés du Système d'Action Organisée.

5.10 La modélisation du Système Socioterritorial Complexe

Bien que SocLab ait été élaboré pour traiter les Systèmes d'Action Organisée dans toute leur généralité, ce cadre d'analyse a été principalement appliqué à des systèmes socioécologiques. En France, Casula (2011) a utilisé cette approche pour étudier la structure sociale autour de la gestion de l'eau en Corse, et a montré qu'elle augmentait

notre capacité à comprendre les microfondations du comportement global de ce type de système social.

Dans le sud-ouest de la France, Adreit et al. (2009) ont appliqué SocLab à l'analyse de préférences des acteurs liés à l'agriculture dans une partie du bassin Adour-Garonne. C'est une zone vulnérable en termes de pollution des rivières et de leurs affluents, principalement due à l'activité agricole. Selon les auteurs, bien que SocLab soit plus approprié pour une analyse exploratoire de la structure sociale et des relations de pouvoir, il est envisageable d'utiliser les résultats de simulation pour l'aide à la prise de décisions concrètes. Ainsi, à partir de l'analyse de résultats de simulation, les auteurs ont évalué l'acceptabilité sociale de différentes mesures agricoles envisagées pour réduire la pollution des rivières.

Toujours dans le sud-ouest de la France, Baldet (2011) et Sibertin-Blanc et al. (2013) ont analysé les relations conflictuelles entre les acteurs impliqués dans la prévention et la gestion du risque d'inondation dans le bassin de la rivière Touch. Cette problématique oppose le groupe des communes des zones agricoles en amont et celui des communes urbanisées de la région métropolitaine de Toulouse en aval. Le premier groupe est obligé de réserver une partie de sa superficie arable pour prévenir les inondations dans les zones urbaines, représentées par le deuxième groupe. L'enjeu principal du risque d'inondation est le changement de perspective concernant la conceptualisation de la rivière : comme un élément intégré dans un écosystème (vision hydromorphologique) et non simplement comme un flux continu d'eau (vision hydraulique). Le gestionnaire du SIAH, association intercommunale pour la gestion de la rivière Touch, cherche à mettre en œuvre ce changement de perspective.

Dans cette étude, SocLab a été utilisé pour évaluer quatre hypothèses correspondant à des grilles d'analyse sociologique différentes: i) le gestionnaire du SIAH, selon l'analyse acteur-réseau, est un point de passage obligé ; ii) le gestionnaire du SIAH détient les moyens d'introduire des changements importants dans la gestion du risque d'inondation ; iii) le gestionnaire du SIAH a des alliés avec suffisamment de pouvoir pour imposer sa stratégie ; iv) l'accord sur l'intérêt public territorial domine les principaux conflits dans le système territorial. Les auteurs ont validé les trois premières hypothèses et ont conclu que le gestionnaire du SIAH a assez de pouvoir pour conduire le changement de

paradigme et que ce pouvoir est purement coopératif. Malgré cela, le changement de paradigme n'a pas mis fin au conflit entre les deux groupes opposés.

Terán et al. (2018) font usage de l'approche SocLab pour comprendre les problèmes du système social de production de pommes de terre au Venezuela. Le modèle et ses différentes variations ont fourni des éléments qui supportent les hypothèses préalablement établies : les agences d'état ne font pas de leur mieux en faveur du système social et le système présente des faiblesses structurelles qui l'empêche d'améliorer son efficacité même si les acteurs s'engagent avec un comportement plus altruiste.

SocLab a été utilisé comme outil de décryptage des conditions de la mort de l'un des opposants au projet de barrage de Sivens, dans le Tarn (Sibertin-Blanc 2018). Le modèle SocLab de ce système a mis en évidence le caractère surdéterminé de l'apparition d'un conflit social intense et l'exploitation de scénarios possibles ont permis dégager les causes profondes de ce conflit et de proposer d'autres possibilités d'organisation de ce système . Dans ce cas l'approche peut être vue comme un aide au diagnostic à partir de l'acquisition et la représentation qualitative et quantitative de connaissances du système social.

À partir de cette revue de la littérature, nous voyons que l'approche SocLab formalise clairement le concept de pouvoir, qu'elle peut être utilisée pour tester des hypothèses sociologiques et qu'il y a plusieurs formes d'usage et d'interprétation des modèles SocLab (notamment par l'analyse structurelle et l'analyse de données des sorties de simulations). Globalement nous pouvons dire qu'elle est convenable pour l'observation de notre système socioterritorial complexe, le CODETER du Territoire Rural.

5.10.1 Les études de terrains

Pour modéliser un Système d'Action Organisée et plus précisément un système socioterritorial complexe, il faut connaître son histoire et les processus sociaux qui ont conduit à la situation présente et conditionnent son futur. Donc, il est très important de mettre en œuvre une recherche documentaire sur la socioéconomie, le paysage, les contraintes géophysiques pour bien identifier les éléments du modèle.

La modélisation computationnelle nécessite une connaissance de la réalité suffisamment précise de ce qui se passe sur le terrain pour permettre une formalisation fiable. Dans le

cas d'une modélisation SocLab, il nous faut, au-delà de l'analyse sociologique permettant d'identifier les acteurs et leurs relations, des informations permettant de quantifier les enjeux, de définir la forme des fonctions d'effet et, le cas échéant, les solidarités. Sibertin-Blanc et al. (2013) suggère d'utiliser la grille du tableau 5.2 lors du recueil de données auprès des acteurs de terrain. Les réponses à la question 3 sont ensuite normalisées de sorte que la somme de tous les enjeux soit égale à dix pour chaque acteur. Les questions 4 à 11 sont utilisées pour la construction des fonctions d'effet dont le principe est préalablement expliqué à la personne interrogée. Les valeurs de la question 12 seront utilisées pour construire la matrice de solidarité (nous ne considérons pas la solidarité dans notre recherche).

Table 5.2. *Modèle de questionnaire à être appliqué pour informer une modélisation SocLab. Source : Sibertin-Blanc et al. (2013).*

Personne interrogée :		Ressources		
		R1	R2	R3
	Acteur du modèle :			
1	Quelles sont les ressources dont vous avez besoin pour parvenir à vos fins ? Qu'est-ce qui importe pour vous ?			
2	De qui dépendez-vous pour accéder à cette ressource, pour pouvoir l'utiliser utilement ? Qui contrôle cette ressource ?			
3	Quelle est l'importance de cette ressource pour vous ? (sur l'échelle 0 ... 10) ?			
Quel est le comportement de la personne qui contrôle cette ressource qui serait pour vous : <i>(a, b, c servent à déterminer les courbes des fonctions d'effet, d permet de valider les résultats de simulation)</i>				
4	a- le pire cas (caractériser ce comportement)			
5	quel est l'effet de ce comportement sur votre capacité à atteindre vos objectifs (sur l'échelle -10 ... 0 ... +10)			
6	b- le meilleur cas (caractériser ce comportement)			
7	effet de ce comportement (sur l'échelle -10 ... 0 ... +10)			
8	c- le cas neutre, ni favorable (facilitant) ni défavorable (pénalisant) (caractériser ce comportement)			
9	effet de ce comportement (sur l'échelle -10 ... 0 ... +10)			
10	d- le cas que vous rencontrez habituellement ? (caractériser ce comportement)			
11	effet de ce comportement (sur l'échelle -10 ... 0 ... +10)			
12	Qui compte pour vous , de qui êtes-vous solidaire / opposé? comme partenaire (sur l'échelle 0 ... 10) comme adversaire (sur l'échelle -10 ... 0)			

5.10.2 La recherche-action

La recherche-action a un double objectif : transformer la réalité en agissant concrètement sur le terrain par la participation de chercheurs en concertation avec des acteurs de terrain, et produire des connaissances procédurales concernant ces transformations. Donc, dans le cas de l'évaluation d'une politique publique qui vise le changement des rapports de pouvoir dans un système socioterritorial, il est intéressant de modéliser le Système d'Action Organisée à partir d'une participation effective aux prises de décisions collectives pour relever les objectifs et relations cachés, les contradictions internes de chaque acteur, et d'autres éléments indispensables pour la modélisation.

La recherche-action utilise les éléments du métamodèle SocLab pour observer les comportements des acteurs sur le terrain. Par exemple, le tableau 5.2 peut être utilisé comme un guide pour enregistrer les observations des chercheurs, donc les solidarités, les enjeux, etc. D'autre part, les observations sur le terrain peuvent fournir des éléments pour la révision de l'approche SocLab.

Dans un processus de modélisation SocLab, la recherche-action peut être vue comme une forme d'observation et de collecte de données. La recherche-action permet une observation au plus proche des prises de décisions des acteurs, indispensable quand les conflits et contradictions entre les acteurs ne sont pas explicites. L'approche basée sur la recherche-action est convenable aussi quand le nombre d'acteurs pose des difficultés pour l'application de questionnaires selon le modèle du tableau 5.2.

Réciproquement, la production de modèles peut être perçue comme un outil de documentation ou de systématisation de la connaissance générée par la recherche-action.

5.10.3 Le schéma général de la méthode proposée

Le processus de modélisation computationnel des phénomènes sociaux demande un système de référence, un objet de recherche conceptuel bien défini, un support théorique, une formalisation des concepts issus de théories sociales et la modélisation et simulation ancrées sur ces concepts (Zoya et Roggero 2014).

La méthode proposée dans notre recherche utilise comme **référence** la théorie générale de systèmes et le paradigme de la complexité (cf. Figure 5.5). Notre **objet de recherche** a été défini tout au long des chapitres 2 (cf. section 2.4) et 3 (cf. section 3.8.1), ce **système socioterritorial complexe** qui met en évidence les sous-systèmes à modéliser pour comprendre le CODETER du Territoire Rural, à savoir les sous-systèmes d'acteurs (y compris la rationalité des acteurs) et le sous-système de l'espace géographique où se trouvent des ressources mobilisables stratégiquement.

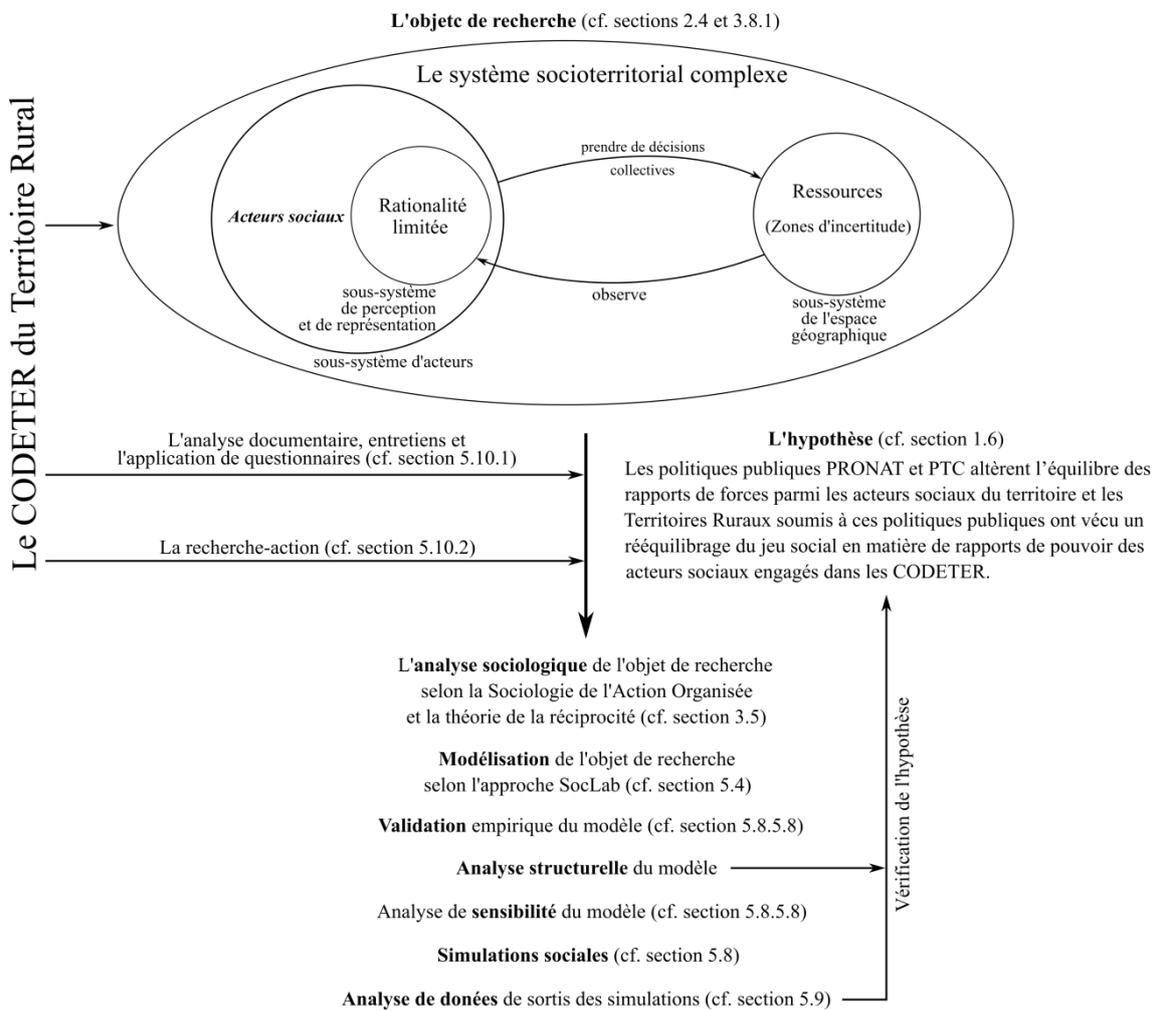


Figure 5.5. Le schéma général de la méthode proposée avec l'objet de recherche - le système socioterritorial complexe - l'hypothèse de recherche, la collecte des données par l'analyse documentaire, des entretiens et la recherche-action, et les étapes de modélisation, à savoir l'analyse sociologique, la modélisation, la validation, l'analyse structurelle, l'analyse de sensibilité, les simulations sociales, l'analyse de données des sorties de simulation et la vérification de l'hypothèse. Source : élaboré par l'auteur.

Notre objet de recherche a été dessiné à partir de la Sociologie de l'Action Organisée qui établit les rapports de pouvoir comme originaires de relations d'interdépendances parmi les acteurs qui établissent en jeu d'échange des capacités d'action dans le but, chacun, de trouver un état individuel satisfaisant. Nous observons ces échanges à partir du point de vue de la théorie de la réciprocité.

L'objet de recherche doit être observé à partir des analyses documentaires, des entretiens demi-structurés (cf. section 5.10.1) et dans notre cas à partir de l'immersion du chercheur dans la dynamique sociale à partir de la recherche-action (cf. section 5.10.2).

Nous observons notre objet de recherche dans le but de vérifier l'**hypothèse** suivante (cf. section 1.6) : *les politiques publiques PRONAT et PTC altèrent l'équilibre des rapports de forces parmi les acteurs sociaux du territoire et les Territoires Ruraux soumis à ces politiques publiques ont vécu un rééquilibrage du jeu social en matière de rapports de pouvoir des acteurs sociaux engagés dans les CODETER.*

Avant de la modélisation computationnelle, nous avons mené une **analyse sociologique** pour l'identification des acteurs du terrain plus actifs, pour dégager les ressources mobilisables comme zones d'incertitude, les alliances et les oppositions entre eux à partir de la Sociologie de l'Action Organisée et la théorie de la réciprocité (cf. section 3.5).

Le processus de **modélisation** fait la transcription de notre connaissance de l'objet de recherche vers les éléments du métamodèle SocLab, notamment les acteurs du modèle, les relations, les enjeux et les fonctions d'effets (cf. section 5.4). Après nous **validons empiriquement** le modèle à partir des ateliers avec de techniciens qui connaissent bien l'objet de recherche dans une démarche interactive où chaque élément est présenté et validé par les participants de l'atelier (cf. 5.8.5.8). Puis, nous performons l'**analyse structurelle** pour vérifier si les propriétés sont d'accord avec la réalité et si il y a de nouveautés observables comme des oppositions, alliances ou de fortes différences parmi les acteurs en matière d'indicateurs structurels.

Si tout est conforme, nous performons l'**analyse de sensibilité** (cf. section 5.8.5.8) pour savoir à quel point le modèle est robuste par rapport les paramètres, notamment la ténacité des acteurs. Après, nous exécutons les **simulations sociales** (cf. section 5.8) et

analysons les données issues de sorties de ces simulations à partir d'algorithmes statistiques (cf. section 5.9).

La **vérification de l'hypothèse** sera conduite par l'analyse des indicateurs sociologiques comme le pouvoir (global, individuel, structurel), la capacité d'action (globale, individuelle, structurelle) et le taux de réciprocité (cf. sections 5.6 et 5.7).

Dans le chapitre 6, nous analysons deux Territoires Ruraux dans deux périodes de référence chacun, donc les Territoires seront analysés séparément et l'efficace des politiques publiques sera évaluée à partir des écarts entre les deux périodes des indicateurs sociologiques. Donc, nous cherchons à partir de ces indicateurs des évidences que le PRONAT/PTC a changé les rapports de forces dans le chaque Territoire Rural.

5.11 Conclusions

Dans ce chapitre nous avons présenté l'essentiel du métamodèle SocLab, de ses équations et algorithmes. Nous avons retenu seulement les aspects importants pour l'analyse des systèmes socioterritoriaux complexes et ajouté d'autres éléments comme la théorie de la réciprocité, l'indicateur sociologique « taux de réciprocité » et la recherche action comme moyen d'observation et de collecte de données pour informer la modélisation.

Le métamodèle SocLab, avec ses extensions, ajoute à la Sociologie de l'Action Organisée des éléments nouveaux pour l'analyse stratégique des systèmes sociaux. En utilisant le métamodèle SocLab comme référence, nous ajoutons à l'étude du SAC proposée par Crozier et Friedberg l'exploration de l'espace des états des SAO par la simulation basée sur l'apprentissage par essais-erreur et renforcement. Dans le cadre de cette thèse, la théorie de la réciprocité est appliquée au métamodèle pour analyser l'efficience de l'engagement de chaque acteur dans le jeu social.

Comme le souligne Sibertin-Blanc et al. (2013), l'approche SocLab peut être utilisée comme outil d'analyse des rapports de pouvoir entre les acteurs sociaux et sa simplicité conceptuelle nous permet de définir des indicateurs sociologiques et ouvre des possibilités d'analyse des systèmes d'action organisée.

Dans le contexte d'analyse des rapports de pouvoir dans les systèmes socioterritoriaux complexes où nous avons de nombreux acteurs, des processus de prises de décisions collectives pas complètement documentées, avec des rapports conflictuels et des antagonismes latents, la recherche-action s'avère un outil très précieux d'observation et de modélisation sociale.

La méthode d'évaluation des rapports de pouvoir au sein des CODETER des territoires Ruraux par l'approche SocLab a été bien construite à partir d'un ancrage théorique solide et tout à fait adapté aux systèmes socioterritoriaux complexes. L'approche SocLab apporte aux SAC de la Sociologie de l'Action Organisée un mécanisme de simulation qui active la dynamique sociale respectant la rationalité limitée des acteurs. En fait, nous avons dans les simulations sociales de SocLab un jeu d'échanges entre les acteurs, et notamment des échanges symboliques. Donc, à partir de la structure du jeu et des échanges de capacité d'action parmi les acteurs nous avons défini l'indicateur taux de réciprocité qui aide à la classification du système selon sa forme et sa structure sociales. Dans le prochain chapitre nous allons appliquer cette méthode à deux études de cas, les CODETER du territoire Rural Sud de Sergipe et du Territoire Rural du bas São Francisco.

Chapitre 6 - L'application de l'approche SocLab : les études de terrains

Dans ce chapitre nous décrivons les étapes de nos modélisations, simulation et analyse des modèles des Territoires Ruraux. Chaque CODETER des Territoires a été analysé comme un système socioterritorial complexe (cf. section 2.4.2) où le système d'acteurs joue un rôle majeur. Il sera décrypté selon la Sociologie de l'Action Organisée (cf. 3.5) telle que formalisée par l'approche SocLab qui ajoute à cette théorie d'autres éléments pour l'analyse des rapports de pouvoir comme la théorie de la réciprocité (cf. section 3.3) et la simulation des comportements des acteurs selon la rationalité limitée de Simon (cf. section 5.8.1) et l'apprentissage par renforcement (cf. section 5.8.2).

Ce chapitre procède à une analyse SocLab de nos deux terrains d'étude afin de répondre à la question suivante : observons-nous une relation plus équilibrée entre les agents du système politico-administratif et la société civile ? Autrement dit, le PRONAT/PTC a-t-il atteint ses objectifs sur les Territoires Ruraux Sud de Sergipe et du Bas São Francisco en ce qui concerne le partage du pouvoir entre les acteurs (cf. section 1.6) ? Ce changement de rapport sera évalué en considérant la capacité d'action comme moyen d'échange symbolique entre les acteurs des modèles. Donc, nous utiliserons les indicateurs sociologiques proposés dans l'approche SocLab (cf. section 5.6) comme le pouvoir, le pouvoir absolu, etc., mais aussi le taux de réciprocité proposé dans la section 5.7.

Les terrains d'études, les Territoires Ruraux Sud de Sergipe et du Bas São Francisco, seront présentés dans la section 6.1. La section 6.2 est dédiée à la démarche de recherche : elle décrit les méthodes utilisées pour l'analyse historique des territoires, la recherche-action, la collecte de données et les périodes de références. Dans les sections 6.3 et 6.4, nous présentons, pour chaque territoire et pour chaque période de référence, le modèle du système socioterritorial complexe, notamment la description des acteurs et la quantification des modèles (les enjeux et fonctions d'effets), l'analyse structurelle qui permet l'évaluation du système d'acteurs à partir de sa structure d'interdépendances, la validation empirique des modèles, les analyses des résultats de simulation, et l'analyse de sensibilité des modèles. Les modèles sont disponibles dans le site Internet CoMSES/OpenABM (Silva 2019a).

Pour chaque groupe de simulations qui ont convergé vers la configuration où le système est régulé (cf. section 5.8.4) nous avons analysé les statistiques de l'état de relations et des capacités d'actions, pouvoir, pouvoir absolu et taux de réciprocité. Nous avons aussi procédé à l'analyse de corrélations entre les variables capacité d'action et état de relations (cf. section 5.9.1) et à l'analyse de la réciprocité à partir de la structure du jeu social (cf. section 3.3.1) et du taux de réciprocité (cf. section 5.7.3).

Pour chaque Territoire (TRSS et TRBSF), nous présentons les conclusions (sections 6.3.8 et 6.4.8, respectivement) en essayant de répondre aux questions que ces modèles visent à éclairer et dans la section 6.5 nous énonçons les conclusions générales.

6.1 Les terrains d'études

L'Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole (Embrapa), qui est membre du Conseil National pour le Développement Rural Durable (Condraf), participe activement à des actions de recherche et de diffusion de nouvelles technologies sur plusieurs territoires. Depuis 2008, *l'Embrapa Tabuleiros Costeiros*, Unité Décentralisée de recherche de l'Embrapa, dont le siège se trouve à Aracaju, Sergipe, observe le *Territoire Rural Sud de Sergipe*, et plus précisément sa dimension sociale, à la recherche d'indicateurs de l'efficacité du PRONAT/PTC dans le domaine des rapports de pouvoir entre les principaux acteurs impliqués dans la collégialité (CODETER) et des animateurs du développement local (Silva, Sibertin-Blanc, et Gaudou 2011). Le *Territoire Rural du Bas São Francisco* est observé de la même manière depuis 2015.

Les deux Territoires Ruraux de l'état de Sergipe sont le lieu de relations conflictuelles entre leurs acteurs sociaux. Nous observons, par exemple, des conflits entre les mouvements sociaux qui veulent être leaders dans la collégialité (CODETER) ; entre le gouvernement de l'État et les maires qui se disputent des ressources financières et matérielles ; entre l'agriculture familiale et l'agriculture commerciale qui confrontent l'agro-écologie et l'agriculture conventionnelle, la première représentant la durabilité et la seconde la rentabilité ; et entre ceux qui veulent une gestion professionnelle-techniciste et ceux qui préfèrent une gestion plus politisée de la collégialité.

Les sections qui suivent sont dédiées à la description générale de l'état de Sergipe, des Territoires Ruraux TRSS et TRBSF, et à l'évaluation globale du PRONAT/PTC en Sergipe.

6.1.1 L'état de Sergipe

Le Brésil est composé de 27 unités fédérales, 26 états et le District Fédéral (DF) où nous trouverons notre capitale, Brasília. Sergipe est le plus petit état, son IDH (PNUD 2010) se place en vingtième position (0,663) alors que le DF présente le meilleur indice (0,824) du pays. En matière de population, Sergipe figure dans les vingt premières positions avec 2 millions d'habitants, l'état de São Paulo est le premier avec 45 millions d'hab. environ. São Paulo est aussi le premier en matière de PIB, et Sergipe se place en vingtième position. Malheureusement, Sergipe est l'état plus violent au Brésil, si nous regardons le taux d'homicide pour chaque 100.000 habitants.

L'état de Sergipe, dont la capitale est la ville d'Aracaju, occupe 21 918,49 km², donc 94,36 hab./km². Il est localisé dans la région Nordeste du Brésil. Le climat est majoritairement tropical humide dans la zone côtière atlantique et semi-aride dans la région Nord-ouest. Le relief est marqué par les dépressions et plaines côtières. Les rivières les plus importantes sont la São Francisco au Nord, la Real au Sud, la Vaza-Barris au sud de la ville d'Aracaju, la Japarutuba et la Piauí qui traversent le Territoire Sud de Sergipe.

L'économie de Sergipe est marquée par l'exploitation du calcaire, du pétrole, du gaz naturel et du potassium. L'industrie est très importante dans la composition du produit intérieur brut de Sergipe, environ 30,6%, mais les services contribuent à 64,8%. En dépit d'une participation mineure dans le PIB à 4,6%, l'agriculture est le fournisseur de la matière première du principal produit d'exportation, le jus d'orange surgelé.

En 2017, le commerce extérieur a été déficitaire de 25,5 millions de dollars. Les principaux produits d'exportation sont : jus d'orange et d'ananas congelés vers les Pays-Bas, la Belgique et la Russie; matériaux d'Aluminium vers la Colombie; les huiles essentielles d'orange vers les États-Unis et les Pays-Bas. Pour les importations les principaux produits sont : le dihydrogénophosphate d'ammonium pour l'industrie d'engrais, le blé, le sulfate d'ammonium et le coke de pétrole (43,4% des importations). 62,3% des importations proviennent des États-Unis, de l'Argentine, du Maroc, de la Chine et de la Russie.

L'économie de l'État de Sergipe bénéficie aussi d'un support fédéral par les transferts financiers à partir de trois fonds : a) Fonds de Participation des États (FPE) (environ R\$

2,4 milliards en 2017, soit € 700 millions environ); b) Fonds de Participation des Municipalités (FPM), environ R\$ 1 milliard en 2017 (soit € 291 millions environ); c) Fonds pour la Maintenance et le Développement de l'Éducation de Base et la valorisation des professionnels de l'éducation (FUNDEB), environ R\$ 0,5 milliard en 2017 (soit € 146 millions environ). Il y a aussi d'autres transferts fédéraux comme le versement des retraites, très importantes pour l'économie des municipalités dans la région Nord-est du Brésil.

Sergipe a vécu une croissance significative en matière de développement humain entre les années 1991 et 2012 selon le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). L'Indice de Développement Humain Municipal (IDHM) moyen a progressé de 63% dans cette période, de 0,408 en 1991 à 0,665 en 2012, surtout grâce à l'inclusion éducationnelle et l'augmentation de la longévité. Malgré la réduction de l'extrême pauvreté, de 31,04% à 11,70%, et du pourcentage de pauvres, de 59,34% à 27,89% entre 1991 et 2012, le coefficient de Gini n'a pas changé vraiment, de 0,63 en 1991 contre 0,62 en 2012. Néanmoins, malgré de bons indicateurs globaux pour l'habitation, l'espace rural manque de qualité de vie en matière de fourniture d'eau, traitement des ordures, etc. (Santos et Silva 2017).

La zone rurale est marquée par la concentration foncière. 75,30% des établissements ruraux ont moins de 10ha et occupent 12,23% de l'espace rural, tandis que 2,53% des établissements ruraux ont plus de 100ha et en occupent 49,71% (IBGE 2006). De plus, la part de la population rurale a été réduite de 32,78% à 26,48% entre 1991 et 2012.

La pression sur l'environnement dans l'État de Sergipe vient notamment de la pollution de l'eau, de l'usage intensif de pesticides pour l'agriculture (p. ex., canne à sucre et orange), de la mauvaise gestion des déchets urbains, et de la diminution de la biodiversité (p. ex., mangroves, diminution de fragments de la forêt Atlantique). Néanmoins, plusieurs initiatives de la société civile s'opposent à ce courant et ont proposé des alternatives, surtout envers l'activité agroécologique.

Pour faire face à des indicateurs mauvais et aux défis de promouvoir un développement durable dans les zones rurales du Brésil, et par conséquent de Sergipe, l'État fédéral y a créé entre 2003 et 2008 quatre Territoires Ruraux du PRONAT, et à partir de 2008 ces Territoires ont fait partie du PTC. Les quatre territoires sont le Territoire Rural Sud de

Sergipe (TRSS), le Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF), le Territoire Rural « Sertão Occidental », et le Territoire Rural « Alto Sertão » (Figure 6.1).

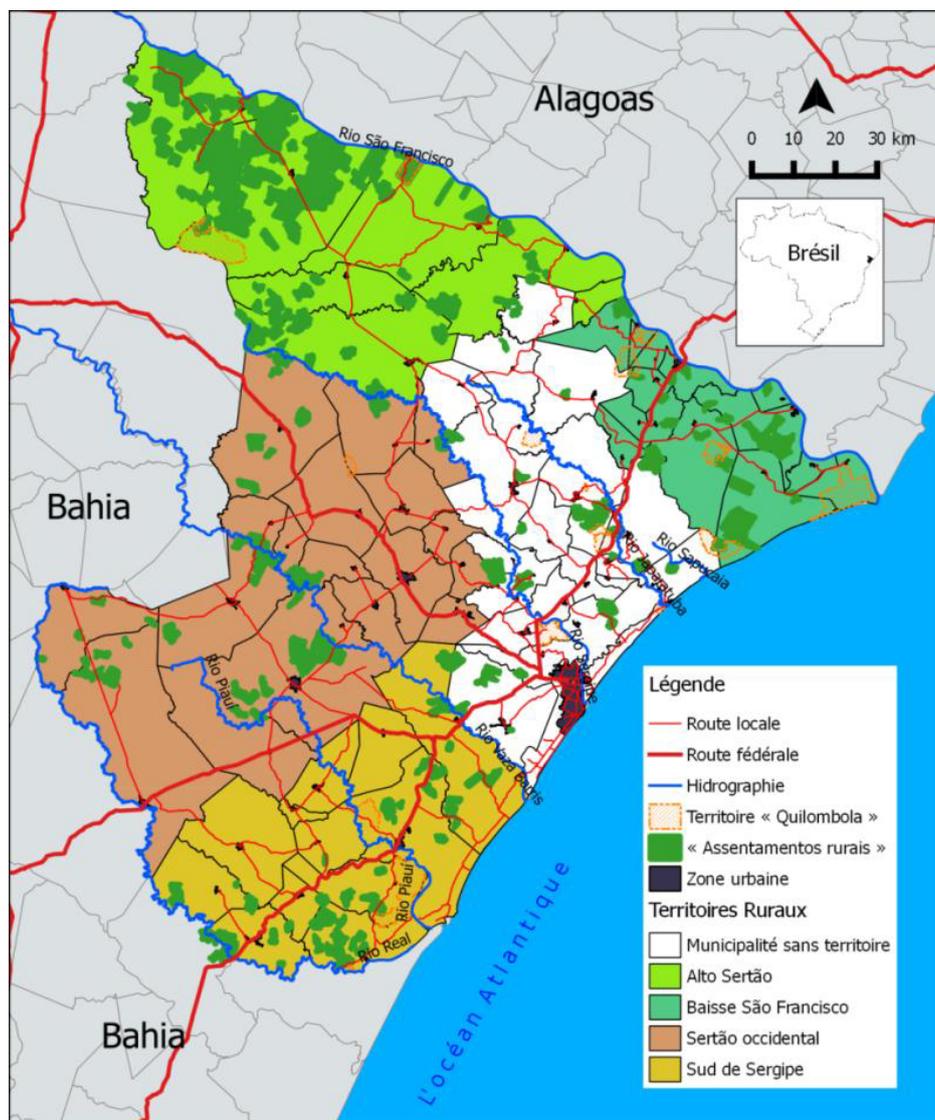


Figure 6.1. Carte de l'état de Sergipe avec les routes principales, l'hydrographie, les Territoires « Quilombolas », les « Assentamentos rurais », les zones urbaines et les quatre Territoires Ruraux. Source : élaboré par le laboratoire de géotechnologies de l'Embrapa Tabuleiros Costeiros à partir de données de l'INCRA, SEMARH et SIT.

Chaque territoire a sa propre dynamique, ses filières économiques et ses identités culturelles. De plus, si nous considérons les rapports de forces entre la société civile et les pouvoirs publics, ou simplement l'organisation sociale autour des décisions collectives, chaque Territoire Rural présente une réalité particulière. Par exemple, en matière d'organisation sociale, le Territoire Rural « Alto Sertão » est marqué par la forte

présence du Mouvement des Sans Terre (MST), dans le Territoire Rural « Sertão Ocidental » prédomine l'organisation sociale autour des agriculteurs familiaux de production de maïs, dans le Territoire Rural du Bas São Francisco c'est l'Église et des mouvements sociaux qui jouent un rôle majeur pour la concertation dans l'espace rural, et dans le Territoire Rural Sud de Sergipe les syndicats sont de bons médiateurs de la société civile. En fait, dans chaque Territoire Rural nous avons des dynamiques sociales distinctes.

6.1.2 Le Territoire Rural Sud de Sergipe (TRSS)

Le TRSS a été créé par le Ministère du Développement Agraire (MDA) en 2003 et il est composé de douze municipalités dans la région sud de Sergipe (Figure 6.2). Les principales activités sont la production d'orange pour l'agro-industrie locale, l'élevage extensif et l'extractivisme du « mangaba » (fruit exotique et pas domestiqué) sur la région côtière²⁶. Nous noterons également la production de noix de coco, de manioc, de tabac, de fruits de la passion, de haricots et de maïs (Silva et al. 2015a). Dans la région prédomine la petite propriété rurale avec des sols à faible aptitude agricole (Siqueira, Silva, et Aragão 2010).

²⁶ Le fruit « mangaba » n'est pas une culture complètement domestiqué, donc la production vient de la végétation native.

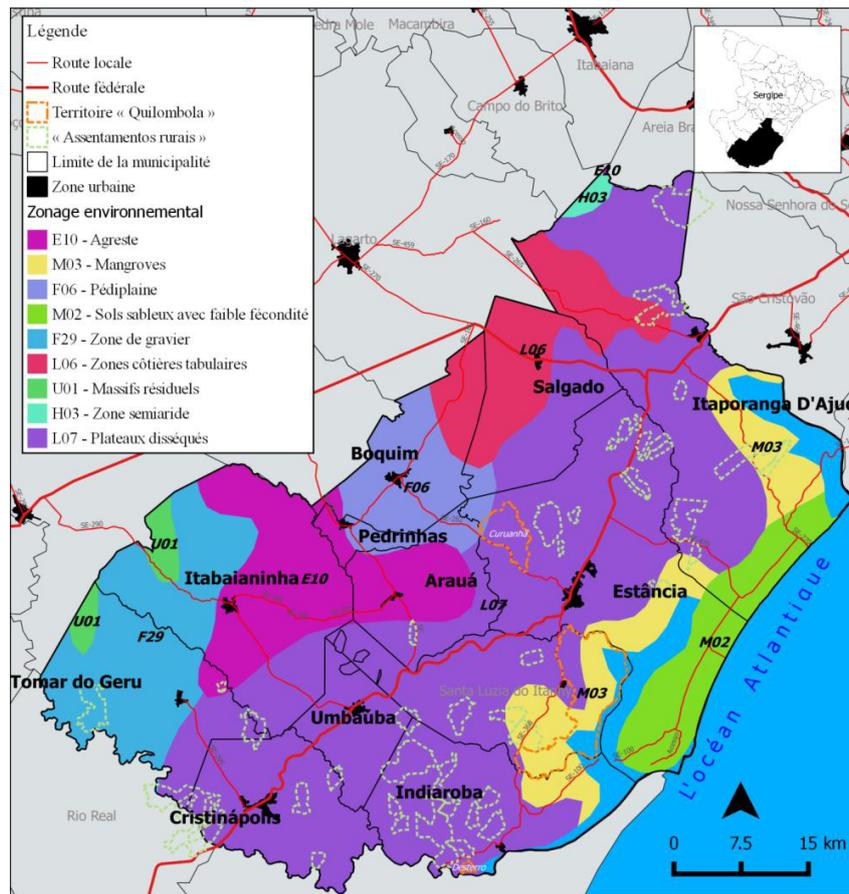


Figure 6.2. Carte du Territoire Rural Sud de Sergipe avec l'identification des routes, des Territoires « Quilombolas », des « Assentamentos », des limites municipales, des zones urbaines et des zones d'intérêt environnemental. Source : élaboré par le laboratoire de géotechnologies de l'Embrapa Tabuleiros Costeiros à partir de données de l'INCRA, SEMARH et SIT.

L'identité du Territoire Rural Sud de Sergipe (TRSS) est, encore aujourd'hui, marquée par l'activité économique qui a fait le bonheur des agriculteurs dans les années 70 et 80, la production d'orange. Pendant les années de haute productivité, nous avons eu une croissance significative de l'économie (p.ex., agro-industries) et une bonne organisation sociale (p. ex., associations et coopératives). Néanmoins, après des années de succès, cette activité agricole a commencé à faire face à de problèmes de ravageurs et de maladies associées au vieillissement des vergers et au manque d'investissement technologique. Par conséquent, la production d'orange a été réduite et nous avons eu une grande détérioration du niveau d'organisation sociale autour de la production : les agro-industries ont été réduites à deux, qui monopolisent le marché et, peu à peu, la

production. Nous observons dans le TRSS une forte concentration foncière avec un indice de Gini plus haut que 0,800 pour l'année 2006²⁷.

La carte de la Figure 6.2 montre un zonage en neuf unités géo-environnementales qui facilite la compréhension de l'influence des acteurs sociaux dans le TRSS, notamment les mouvements sociaux (SILVA et al. 2000). Par exemple, les « Assentamentos rurais », colonies de petits agriculteurs issus du Mouvement des Sans Terre (MST), sont bien distribués (il y a plus de 40 colonies) dans la zone L07, des plateaux, surtout dans des fermes avec des sols de faible fertilité. Les sols plus adaptés à l'agriculture et qui concentrent l'agriculture commerciale sont localisés dans les zones F29, E10, F06 et L06. Dans la zone côtière M02, nous trouverons une pression immobilière contre les activités extractives du fruit exotique « mangaba » qui a motivé la constitution d'associations pour la protection de ses activités (Santos et Souza 2015).

Le CODETER du TRSS est composé de 72 membres avec droit de vote. Chaque municipalité nomme des représentants pour chacun de ses six sièges, trois pour la société civile et trois pour des organismes publics. La direction centrale comprend six membres, dans les mêmes proportions. Pour fournir au CODETER de TRSS un soutien logistique et organisationnel, le MDA a embauché, pour les années de 2008 à 2014, un conseiller territorial, désigné par le noyau de direction du CODETER, responsable de la coordination et de la gestion du CODETER. De 2015 à 2017, ce rôle a été joué par le Noyaux d'Extension en Développement Territorial (Nedet).

6.1.3 Le Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF)

Le Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF) comprend quatorze villes et se trouve dans le nord-est de l'État de Sergipe (Figure 6.3). Il a une population de 125.170 habitants dont environ 42% vivent dans les zones rurales. Dans ce Territoire nous avons plusieurs activités rurales : l'agriculture familiale dédiée à la riziculture et à l'élevage pour la production de lait ; l'agriculture commerciale qui se consacre aussi à la riziculture, à la fruiticulture et à la production de canne à sucre ; l'activité extractive du fruit « mangaba » ; l'exploitation de crabes dans des mangroves ; la pisciculture, et l'aquaculture de crevettes. Nous observons dans le TRBSF une concentration foncière

²⁷ <http://www.atlasbrasilagrario.com.br/>

moins forte que pour le TRSS avec un indice de Gini entre 0,650 et 0,800 pour l'année 2006.

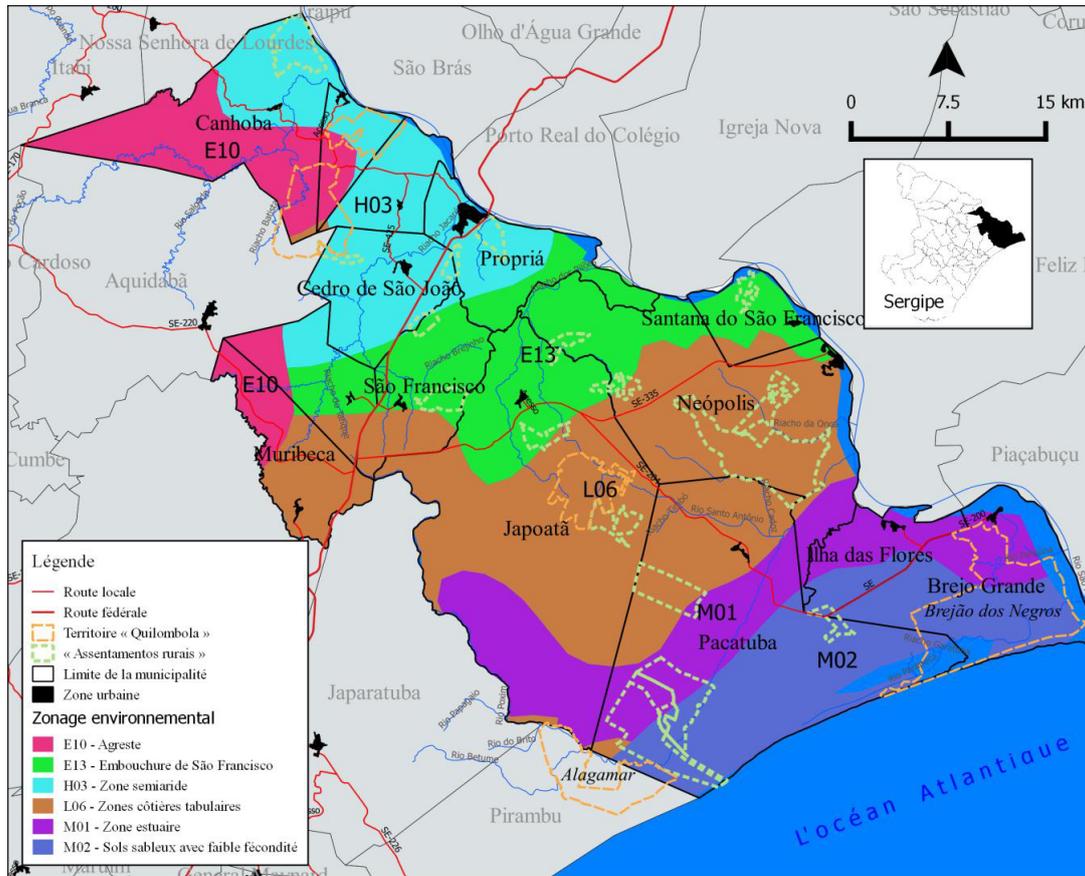


Figure 6.3. Carte du Territoire du Bas São Francisco avec l'identification des routes, des Territoires « Quilombolas », des « Assentamentos », des limites municipales, zones urbaines et des zones d'intérêt environnementale. Source : élaboré par le laboratoire de géotechnologies de l'Embrapa Tabuleiros Costeiros à partir de données de l'INCRA, SEMARH et SIT.

Globalement, le Territoire montre des indicateurs très peu favorables avec un taux de pauvreté de 52,42%, 30% d'analphabétisme et 24,69% de mortalité infantile. Mais il n'est pas homogène. Nous pouvons le diviser en au moins deux groupes de municipalités. Le premier, avec des indicateurs très mauvais, comprend les municipalités de Ilha das Flores, Brejo Grande, Pacatuba et Japoatã, alors que les autres municipalités qui composent le deuxième groupe présentent des indicateurs plus favorables (Silva et al. 2015b).

L'histoire de ce Territoire est marquée par des conflits directs pour l'accès à la terre avec une forte présence de l'église qui, dès les années soixantes, aide l'organisation

sociale, lutte en faveur de l'alphabétisation rurale, et soutient l'organisation syndicale et la réforme foncière. La concentration de la propriété foncière est, encore aujourd'hui, un problème majeur et source de confrontations entre les grands propriétaires et les petits agriculteurs. Le système de production est passé d'un équilibre entre la production combinée de riz et de poisson, à un système unique de production de riz avec une utilisation incontrôlée de pesticides.

La filière du riz est composée de l'État qui fournit les semences et l'infrastructure dans le périmètre irrigué, de petits agriculteurs qui sont propriétaire d'un ou plusieurs lots, des marchands de pesticides et des agro-industries qui sont les gros financeurs de la production. La perte de marges de manœuvre des petits agriculteurs de riz vis-à-vis du financement, de l'assistance technique et de la commercialisation de leur production pose un problème majeur. Endetté, l'agriculteur dépend financièrement des agro-industries qui dominent le marché depuis les semences jusqu'à la commercialisation finale de la production.

La région est soumise à des pressions environnementales énormes. La sécheresse saisonnière assèche les lacs (où les petits agriculteurs produisent du poisson de réservoir pour leur subsistance), les usines de canne à sucre éliminent leurs déchets dans les ruisseaux, l'usage incontrôlé de pesticides déséquilibre le milieu biologique et l'usine hydroélectrique Xingó impacte le niveau de la rivière, affectant la production de riz et de poissons en réservoir.

Comme dans le TRSS, le TRBSF présente une distribution spatiale bien équilibrée des acteurs du terrain. À partir de la carte de la Figure 6.3, nous pouvons voir une vingtaine de colonies issues de la réforme foncière demandée par le MST et coordonnée par l'Institut de Colonisation et Réforme Foncière (INCRA), les « Assentamentos rurais », et quatre Territoires « Quilombolas » qui délimitent les zones auparavant occupées par des marrons (anciens esclaves). Donc, ces deux mouvements sociaux, le MST et les « Quilombolas » jouent un rôle majeur dans le TRBSF.

La carte montre aussi les unités géo-environnementales homogènes qui aident à l'identification des activités agricoles et, par conséquent, la localisation des groupes d'acteurs du terrain qui y agissent. L'unité M02 présente des sols sableux à faible fertilité, donc nous aurons dans cette zone les producteurs de noix de coco, les activités extractives et la production de crevette. Dans l'unité L06, zone côtière tabulaire, nous

aurons les gros producteurs de canne à sucre et la fructiculture. Les unités E10 et H03 sont dédiées aux éleveurs de bétail pour la production de lait. L'agriculture familiale de riz est localisée dans la rivière de la São Francisco, à partir de la ville de Propriá jusqu'à l'embouchure.

Pour faire face à ces défis, le Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF) a été créé en 2005. Le CODETER du TRBSF est composé de 84 membres avec droit de vote. Chaque municipalité nomme des représentants pour chacun de ses six sièges, trois pour la société civile et trois pour des organisations publiques. La direction centrale comprend six membres, dans les mêmes proportions. La coordination et gestion du CODETER du TRBSF a été conduite par un conseiller territorial, désigné par la direction centrale du CODETER. Néanmoins, depuis 2015 jusqu'à 2017, ce rôle a été joué par le Nedet.

6.1.4 L'évaluation globale du PRONAT/PTC en Sergipe

La Figure 6.4 montre que les municipalités du Brésil qui ont participé au PRONAT/PTC ont un PIB par habitant plus élevé que celles qui n'y ont pas participé, et le décalage entre elles (la moyenne du PIB par habitant des municipalités hors PRONAT/PTC moins la moyenne du PIB par habitant des municipalités dans le PRONAT/PTC) a augmenté de 189,43% entre 2004 et 2012. D'un autre côté, si nous faisons le même calcul pour l'état de Sergipe, le PIB par habitant des municipalités hors PRONAT est plus élevé et le décalage a augmenté de 355,47% entre 2004 et 2012. La courbe pour le TRSS présente le même comportement que courbe pour les municipalités du PRONAT/PTC à Sergipe. Néanmoins, la courbe pour le TRBSF montre que le PIB par habitant est très bas et très loin de la moyenne nationale des municipalités hors PRONAT/PTC.

Dans le TRBSF nous trouvons les municipalités plus pauvres avec un IDH et d'autres indices socioéconomiques (PIB, éducation etc.) plus bas du nord-est du Brésil (Silva et al. 2015b). C'est pour cela que nous avons un Territoire Rural assez loin des autres (TRSS inclus) en Sergipe. Malgré la croissance de productivité de la production de riz et de l'aquaculture de crevettes dans le TRBSF, le Territoire reste avec une activité économique bien affaiblie. La production de riz, liée aux petits paysans de la région, a été fortement touchée par la salinisation de la rivière de la São Francisco (à cause de la

diminution du débit de la rivière à l'embouchure), donc le PRONAT/PTC n'a pas pu résoudre les problèmes des paysans.

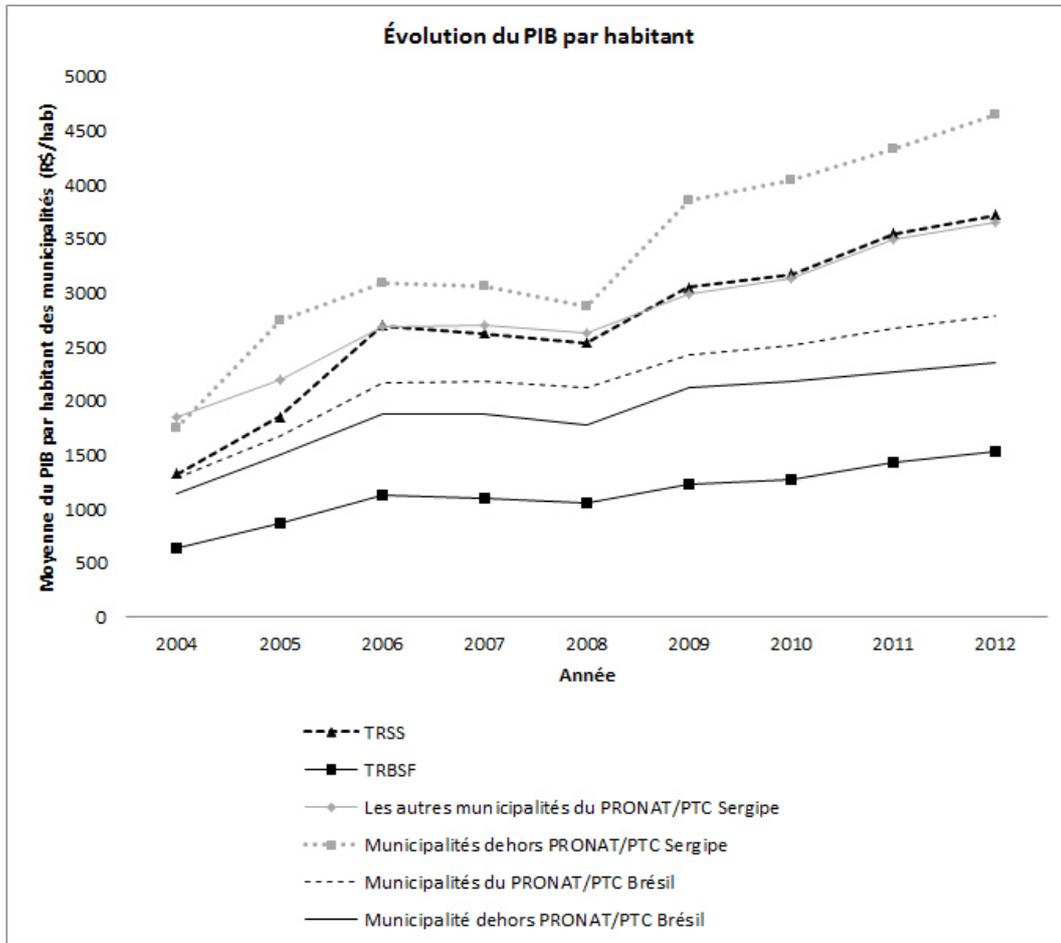


Figure 6.4. L'évolution du PIB par habitant des municipalités selon qu'elles participent ou non au PRONAT/PTC, dans l'ensemble du Brésil et dans l'État de Sergipe. Source : élaboré par l'auteur.

En conclusion, l'approche économique peut ne pas être la meilleure pour évaluer l'impact du PRONAT/PTC dans l'état de Sergipe. Autrement dit, le PRONAT/PTC n'a pas touché les filières économiques de l'agro-industrie et nous n'apercevons pas un impact même indirect de ces politiques publiques dans les indicateurs économiques. En fait, les Territoires Ruraux en Sergipe ont une forte tradition d'organisation sociale par les syndicats dans le TRSS, l'église dans le TRBSF et le Mouvement des Sans Terre dans la région semi-aride. Ainsi, nous pouvons envisager l'hypothèse que des indicateurs sociologiques seraient plus appropriés pour l'étude de l'impact du PRONAT/PTC dans l'état de Sergipe.

La section 6.2 est dédiée à la démarche de notre recherche et ses étapes de recherche documentaire, la recherche-action et la définition des périodes de références.

6.2 Démarche de recherche

6.2.1 La recherche documentaire

Pour comprendre la dynamique sociale actuelle, il faut faire une étude historique des territoires, mais sans la prétention d'être exhaustif. L'objectif est de dégager les éléments clés de la formation culturelle et des choix qui ont été faits par les acteurs au fil du temps comme, par exemple, les systèmes de production, l'organisation sociale autour des mouvements sociaux, les valeurs sous-tendant la lutte contre la concentration foncière, et le niveau d'interdépendance entre les acteurs.

Dès les années 80, plusieurs études ont été consacrées au décryptage des zones rurales brésiliennes, en particulier pour l'État de Sergipe. Donc, notre recherche a pris en compte l'étude du réseau social des paysans dans le TRSS (Silva, Siqueira, et al. 2016), l'ouvrage sur le TRSS (Siqueira et al. 2010), ainsi que d'autres études sur le TRSS (Caetano et al. 2016; Fontes et al. 2013; Santos et Souza 2015; Silva, Martins, et al. 2016; Siqueira 2014; Teixeira, Melo, et França 2011) et le TRBSF (Ribeiro-Neto et al. 2016).

Nous avons pris aussi en compte les diagnostics rapides et participatifs réalisés par les CODETER du TRSS (Villaça 2016c, 2016b, 2016a) et du TRBSF, les rapports de recherche et les comptes-rendus d'expériences de paysans du TRSS disponibles sur le site Internet (Siqueira 2012) et les Plans Territoriaux pour le Développement Rural Durable du TRSS (Villaça 2017) et du TRBSF (Santos 2017) qui nous ont aidé pour le décryptage des systèmes socioterritoriaux complexes.

Les descriptions du TRSS et du TRBSF issus du Système d'Information Territoriale (MDA 2016b) et de la Gestion Stratégique (MDA 2016a) nous ont apporté des informations sur les projets approuvés pour chaque Territoire.

Nous avons aussi des documents spécifiques sur le conflit à l'usine d'engrais organique du TRSS (CaC 2016), l'analyse des comptes-rendus des réunions du CODETER du TRSS organisées entre 2013 et 2016 (Silva 2016), ainsi que les documents officiels et les informations mises à jour dans les sites Internet des agences publiques comme

l’Emdagro (Emdagro 2017), l’Embrapa (Embrapa 2017), la Codevasf (Codevasf 2017), et la SEAGRI (SEAGRI 2017).

6.2.2 La recherche-action

Pour l’acquisition d’informations nécessaires au développement des modèles, nous avons fait usage de l’application de questionnaire, d’entretiens et de la recherche-action (cf. section 5.10.2). La recherche-action vise surtout la compréhension du problème social à partir d’une participation des chercheurs aux dynamiques sociales. Donc, il faut être dans l’espace vécu pour apprendre les réelles motivations des acteurs, pour découvrir les vrais enjeux, et pour dévoiler les contradictions de chaque groupe. En fait, l’équipe de recherche a visité les territoires à plusieurs reprises selon le tableau 6.1.

Table 6.1. *Les activités de l’équipe de recherche-action dans les Territoires. Source : élaboré par l’auteur.*

Période	Activité
Octobre 2009	Entretiens avec le coordinateur du TRSS pour la reconstruction historique du TRSS
Octobre-Novembre 2009	Visites aux bureaux de l’Emdagro pour identifier les associations actives du TRSS
Octobre-Novembre 2009	Application de questionnaires semi-structurés pour évaluer la perception du PRONAT/PTC auprès des agences gouvernementales et de la société civile.
Février-Juillet 2010	Application de questionnaires structurés dans 65 associations pour les caractériser, identifier les acteurs actifs et les partenaires des associations, évaluer la perception du PRONAT/PTC chez les agriculteurs et dans les petits villages.
Juillet-Décembre 2010	Application de questionnaires auprès des principaux acteurs identifiés par les associations et les chercheurs, pour connaître les ressources mobilisables et les principales relations entre eux.
Février 2016 à Avril 2017	Participation aux plénières ordinaires des territoires TRSS et TRBSF. Entretiens avec des représentants des institutions clés des territoires TRSS et TRBSF. Participation à l’élaboration du Plan Territorial de Développement Rural Durable du TRSS et du TRBSF. Élaboration d’études de diagnostic socio-économique pour les deux territoires.



A



B



C



D

Figure 6.5. Photos de l'équipe de recherche dans les activités de terrains. (A) l'équipe de recherche applique un questionnaire général auprès du président d'une association dans la municipalité d'Estância, en 2009. (B) le prêtre Isaías pendant ses mots introductifs d'une plénière du CODETER du TRBSF dans la ville de Propriá, en 2016. (C) l'équipe de recherche lors d'une visite à l'École Agricole de la municipalité d'Estância, en 2016. (D) l'équipe s'entretient avec des professeurs de l'École Agricole de Ladeiras, Japoatã, municipalité du TRBSF, en 2016. Source : archive personnelle.

La Figure 6.5 illustre différents moments de la présence de l'équipe dans les territoires TRSS et TRBSF. Dans la photo A, l'équipe de recherche applique un questionnaire général auprès du président d'une association dans la municipalité d'Estância, en 2009. La photo B montre le prêtre Isaías pendant ses mots introductifs d'une plénière du CODETER du TRBSF dans la ville de Propriá, en 2016. La photo C montre l'équipe de recherche lors d'une visite à l'École Agricole de la municipalité d'Estância, en 2016, où est installée une usine d'engrais organique. Et, dans la photo D, l'équipe s'entretient

avec des professeurs de l'École Agricole de Ladeirinhas, Japoatã, municipalité du TRBSF, en 2016.

6.2.3 Les périodes de références

Pour comparer l'évolution des deux Territoires en matière de relations de pouvoir et de réciprocité dans les CODETER, nous avons choisi deux périodes de référence, 2012 et 2017. L'année de référence 2012 marque l'aboutissement de processus commencés en 2008, l'année de création des Territoires de la Citoyenneté, jusqu'à l'année de conclusion de la première analyse d'impact du PRONAT/PTC dans le TRSS, en 2012 (SILVA et al. 2014). L'année 2017 marque l'aboutissement de processus commencés en 2013 jusqu'à avril 2017, une période marquée principalement par une diminution des ressources fédérales vers les Territoires, une participation plus effective de l'Embrapa, la création du Noyau d'extension pour le développement territorial (Nedet) et l'élaboration du Plan Territorial pour le Développement Rural Durable (PTDRS) des Territoires Ruraux.

L'Embrapa a fait partie de plusieurs actions dans le TRSS comme la coordination de projets de développement agroécologiques (Caetano et al. 2016), de la production de publications sur le TRSS (Siqueira et al. 2010), pendant les diagnostics rapides et participatifs entre 2008 et 2017, dans l'élaboration du Plan Territorial pour le Développement Rural Durable (PTDRS) et comme part prenante dans la mise en œuvre de l'usine d'engrais.

En fait, l'année 2012 marque le début de la fin des investissements massifs dans les Territoires en fonction de l'affaiblissement de l'économie nationale, et l'année 2017 marque la fin de l'association du Conseil national pour le développement scientifique et technologique (CNPq) avec le Ministère du Développement Agricole pour la gestion des CODETER, et par conséquent la fin du Nedet.

6.3 Les modèles SocLab du Territoire Rural Sud de Sergipe

6.3.1 Les acteurs du modèle

Le TRSS comprend plusieurs villes et, bien évidemment, beaucoup d'acteurs sociaux du terrain. Par exemple, nous avons, pour chaque ville, au moins une soixantaine de villages, et chacune a au moins deux associations. Pour les syndicats et les municipalités, nous avons une représentation dans les CODETER par municipalité.

Cependant, comme les comportements sont assez similaires au sein de chaque catégorie, au moins en matière de participation dans les CODETER, nous avons décidé de regrouper certains acteurs du terrain en un seul acteur du modèle, par exemple pour les syndicats, les associations et les municipalités.

Dans les paragraphes qui viennent, nous décrirons les acteurs du modèle à partir des acteurs sociaux du terrain, en dévoilant leurs caractéristiques principales, les zones d'incertitude (relations) mobilisées, leurs influences en considérant la dimension spatiale, ainsi que des exemples de comportement entre les deux périodes de référence.

6.3.1.1 L'Association

L'acteur du modèle *Association* regroupe deux acteurs du terrain. D'abord, les associations communautaires et de producteurs qui représentent formellement des petites communautés rurales et sont le lieu de communication et de négociation entre les petits agriculteurs et les travailleurs ruraux. Puis, dans chaque municipalité, les Conseils pour le Développement Économique Municipal (CONDEM), qui sont responsables de la planification du développement municipal. Les CONDEM sont largement influencés par les associations, ce qui justifie de les regrouper en un seul acteur du modèle.

Malgré le faible niveau d'organisation sociale dans ce territoire rural, les associations prennent de plus en plus d'importance dans de nombreux forums de concertation tels que ceux du CODETER du TRSS.

L'Association du TRSS se satisfait d'avoir accès à des ressources financiers et matériels pour ses communautés.

L'*Association* contrôle la relation « **Accès à l'espace agricole** », dans les dimensions à la fois physique et politique de l'espace rural. Un accès restreint signifie que les territoires sont fermés, politiquement ou physiquement, à des interventions du PRONAT/PTC et qu'ils sont plutôt tournés vers l'agriculture commerciale ; un accès neutre signifie que l'association est ouverte aux projets, mais dans une perspective de transition agroécologique modérée. Un accès très ouvert signifie qu'ils sont parfaitement ouverts aux idées du PRONAT/PTC, c'est-à-dire à une agriculture agroécologique avec une forte participation populaire aux décisions (cf. tableau 6.2).

Table 6.2. *Interprétation des états de la relation « Accès à l'espace agricole ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
Les territoires sont fermés, politiquement ou physiquement, à des interventions du PRONAT/PTC et cela signifie qu'ils sont plutôt tournés vers l'agriculture commerciale.	L'Association est ouverte aux projets, mais dans une perspective de transition agroécologique modérée.	Les territoires sont parfaitement ouverts aux idées du PRONAT/PTC, d'une production alimentaire agroécologique avec une forte participation populaire.

L'Association est très bien répartie dans l'espace du TRSS, chaque village a au moins une association de petits agriculteurs et chaque ville a un CONDEM. Le comportement de l'Association auprès du CODETER du TRSS peut être dégagé de l'analyse du comportement de ses représentants dans le Conseil et n'a pas vraiment changé entre les deux périodes d'études, 2012 et 2017. Ils cherchent, notamment, un développement durable de leurs villages en oscillant entre les options plus pragmatiques liées à l'agriculture commerciale et au marché, et les options plus proches d'une agroécologie participative et politiquement active, ce qui correspond à la valeur +10 de l'état de cette relation.

6.3.1.2 La Municipalité

L'acteur du modèle *Municipalité* comprend les Mairies, les gros agriculteurs commerciaux et le pouvoir traditionnel. En fait, ces acteurs du terrain sont très actifs dans l'histoire du TRSS. La Municipalité s'occupe de l'administration rurale et urbaine des municipalités et cherche, notamment, à contrôler la base sociale. Les gros agriculteurs commerciaux et le pouvoir traditionnel ont beaucoup d'influence sur les mairies de villes. Notamment, certaines Mairies sont gérées par des représentants de ces deux acteurs du terrain.

Le pouvoir traditionnel et les gros agriculteurs sont fortement liés à la concentration foncière héritée de la période coloniale dans l'état de Sergipe. Donc, quelques familles dominant, encore aujourd'hui, la scène politique et par conséquent ils concentrent de la richesse et la gestion de ressources publiques.

La Municipalité est le plus bas niveau d'organisation institutionnelle. La Municipalité du TRSS cherche à maintenir son statu quo en matière de pouvoir et influence sur la population rurale et les actions et projets municipaux. Elle a la responsabilité de la « *Gestion des ressources matérielles* » du territoire rural provenant de programmes gouvernementaux comme le Proinf et le PAC, dont la distribution est coordonnée par le PRONAT/PTC. En fait, cette gestion représente une zone d'incertitude parce que cet acteur gère ces ressources comme il veut. D'une manière générale, les mairies s'opposent politiquement aux mouvements sociaux, aux syndicats et à la politique fédérale ou étatique mais, pour des raisons bureaucratiques ou stratégiques, ils coopèrent dans une certaine mesure.

La Municipalité contrôle la relation « **Gestion des ressources matérielles** » de façon très stratégique, en essayant de rendre ces ressources rares (état de la relation -10) si le projet élaboré et approuvé par le CODETER s'oppose aux projets non commerciaux (agroécologique) et à la participation populaire en rendant les ressources rares. Cette rareté fait diminuer le poids de l'influence populaire dans la gestion municipale. Si le projet n'affecte pas le *statu quo*, la Municipalité va être neutre (état de relation 0). Sinon, l'acteur du modèle va rendre la ressource complètement disponible si il veut être très favorable aux projets commerciaux, rend la ressource complètement disponible (état de la relation +10), sans garantie que cela conduise à un accroissement de la gestion participative (cf. tableau 6.3).

Table 6.3. *Interprétation des états de la relation « Gestion des ressources matérielles ».*
Source : élaboré par l'auteur.

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
La Mairie s'oppose aux projets non commerciaux (agroécologiques) et à la participation populaire en rendant les ressources rares	Si le projet n'affecte pas le <i>statu quo</i> , la Municipalité gèrera de façon neutre.	La Mairie est très favorable aux projets commerciaux, rend la ressource complètement disponible

Le comportement de la Municipalité a bien changé entre 2012 et 2017. Au début du projet PRONAT/PTC, la Municipalité a mobilisé ses ressources pour augmenter son influence dans le CODETER en participant activement des réunions et décisions collectives. La Municipalité avait l'intention d'être protagoniste et l'expectative de

financier des projets commerciaux (cela correspond au comportement +10). Néanmoins, au fil du temps il n'y a pas eu moins de ressources à gérer (moins de ressources matérielles à gérer et les investissements du PRONAT/PTC ont tourné vers les minorités, femmes, jeunesse, et les projets agroécologiques) et cela a diminué sa volonté de collaborer avec les autres acteurs du CODETER.

6.3.1.3 L'Embrapa

L'Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole (*Embrapa*) est fortement impliquée dans le TRSS depuis 2008 grâce à un certain nombre de « **Projets de recherche et développement** » dans le domaine de l'agroécologie. En fait, les projets de recherche et développement constituent une zone d'incertitude (et donc une relation) parce qu'ils peuvent être orientés vers plusieurs directions à la fois techniques et idéologiques.

Cette relation est importante parce que l'Embrapa est presque la seule institution fédérale à fournir aux petits agriculteurs des moyens pour l'adoption de nouvelles technologies. Néanmoins, elle n'est pas sollicitée explicitement par les petits agriculteurs, parce qu'ils ont besoin d'une assistance technique plus urgente pour les activités quotidiennes. De plus, en raison de nombreuses difficultés de transfert de technologie, le rôle de l'Embrapa dans les territoires a été atténué au cours de la première période (2012), mais grâce à un partenariat renforcé avec d'autres acteurs sociaux, le rôle de l'Embrapa a augmenté au cours de la deuxième période (2017).

L'Embrapa a commencé ses interventions dans la région sud de Sergipe bien avant la création du TRSS et a participé dès le début à l'organisation du CODETER du TRSS. Néanmoins, comme entreprise de recherche, ses interventions ont demandé du temps pour avoir des effets concrets sur le TRSS. Cela explique une participation plus active et davantage perçue par les autres acteurs dans la deuxième période d'étude grâce à son engagement aussi dans le Nedet et à ses projets (démarrés en 2008) dans le domaine de l'agriculture agroécologique et dans l'organisation de mouvements sociaux. Donc, en fonction de cette participation plus active dans la deuxième période, l'Embrapa a été inclus dans le modèle 2017.

Une offre restreinte de projets de recherche et développement pour le Territoire signifie que l'Embrapa a privilégié des projets sans référence territoriale (p.ex., plus attachés à l'agriculture commerciale traditionnelle), une gestion neutre de cette ressource signifie

que les projets seront développés sur demande (avec ou sans référence territoriale) et une gestion active signifie que l'Embrapa est pleinement investie dans de nouveaux projets territoriaux et agroécologiques dans la région, quels qu'ils soient (cf. tableau 6.4).

Table 6.4. *Interprétation des états de la relation « Projets de recherche et développement ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
L'Embrapa privilégie des projets sans référence territoriale (p.ex., plus attachés à l'agriculture commerciale traditionnelle).	Les projets seront développés sur demande (avec ou sans référence territoriale).	L'Embrapa est pleinement intéressé par de nouveaux projets territoriaux et agroécologiques dans la région, quels qu'ils soient.

L'Embrapa a deux terrains de recherche/expérimentation dans le TRSS. Donc, il a bien une présence physique dans la région d'étude, mais cela ne signifie pas que tous ses projets scientifiques sont tout à fait en accord avec le PRONAT/PTC. En fait, les projets alignés avec le PRONAT/PTC sont ceux en lien avec les petits agriculteurs, surtout dans les colonies de la réforme agraire.

6.3.1.4 Le MST

L'acteur du modèle *MST* regroupe deux acteurs du terrain : le Mouvement des Sans Terre (MST) et L'Institut de Colonisation et de Réforme Foncière (*INCRA*). Le Mouvement des Sans Terre est un mouvement social d'inspiration marxiste qui est apparu au Brésil dans les années 80. La zone d'influence du MST est très bien définie. Les « assentamentos rurais » ou colonies (établissement rural de la réforme agraire) sont des fermes achetées par l'État, via l'*INCRA*, et transmises aux petits agriculteurs du *MST*. Il y a environ 40 établissements de ce type dans le TRSS. L'*INCRA* est l'agence fédérale responsable de l'administration des questions foncières rurales et du soutien (infrastructure et financement) des petits agriculteurs dans les colonies. Le MST a un pouvoir politique fort en raison de l'organisation des petits agriculteurs, de leur capacité de mobilisation sociale et de l'existence de représentants politiques. L'objectif principal de l'acteur du modèle *MST* est de lutter pour une redistribution équitable des propriétés rurales improductives aux travailleurs ruraux pauvres.

Cet acteur contrôle la relation « **Mobilisation sociopolitique dans les colonies** », son action peut être faible, ce qui signifie que les agriculteurs sont politiquement apathiques et, par conséquent, plus attachés à une agriculture commerciale traditionnelle ; neutre quand l’agriculture est complètement détachée d’un positionnement politique ; ou fortement engagés dans les idées et les initiatives du mouvement pour une agroécologie participative (cf. tableau 6.5).

Table 6.5. *Interprétation des états de la relation « Mobilisation sociopolitique dans les colonies ». Source : élaboré par l’auteur.*

L’état de la relation égale à -10	L’état de la relation égale à 0	L’état de la relation égale à +10
Les agriculteurs sont politiquement plus attachés à une agriculture commerciale traditionnelle.	L’agriculture est complètement détachée d’un positionnement politique.	Les agriculteurs sont Fortement engagés dans les idées et les volontés du mouvement d’une agro écologie participative.

Le MST a été déterminante dans le processus de délimitation du TRSS au début du PRONAT/PTC. Au fil du temps, le MST a gagné de l’espace politique grâce à une forte articulation avec d’autres acteurs et grâce à la mobilisation de la base sociale qui légitime l’occupation par le MST de postes administratifs stratégiques dans le CODETER.

6.3.1.5 Le Syndicat

L’acteur du modèle *Syndicat* représente les acteurs du terrain Syndicats des Travailleurs Ruraux (Syndicat) des municipalités et la Fédération des Syndicats de Sergipe (FETASE). Ces deux acteurs du terrain sont les principaux soutiens des travailleurs ruraux, principalement pour les questions de sécurité sociale et d’organisation politique. Ils fournissent également un appui solide au territoire rural en matière de lieux de rencontre et de matériel pour la plénière et les réunions de groupes spéciaux du CODETER. Ils sont aussi l’un des lieux de communication entre les travailleurs ruraux et les organismes publics. Par exemple, ils collaborent avec l’*Emdagro* et la Banque du Nordeste, en partageant les données sur les travailleurs ruraux pour les questions de financement, et ils ont des liens étroits avec le MST.

La relation que le Syndicat contrôle est la « **Mobilisation des travailleurs ruraux** ». La gestion de cette relation, cet engagement social, peut être très timorée en raison de restrictions locales et de l'opposition politique aux projets, et cela signifie l'apathie ou le manque de force politique des travailleurs ; neutre, avec un maintien du *statu quo* ; ou, d'un autre côté, un fort engagement politique complètement à la disposition de collaborateurs clés, comme le Mouvement des Sans Terre (cf. tableau 6.6).

Table 6.6. *Interprétation des états de la relation «Mobilisation des travailleurs ruraux ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
Pas d'engagements locaux, y compris l'opposition politique aux projets, et cela signifie l'apathie ou manque de force politique des travailleurs.	Maintien du <i>statu quo</i> .	Fort engagement politique et entièrement à la disposition de collaborateurs clés, comme le Mouvement des Sans Terre.

Le Syndicat agit sur tout le territoire du TRSS. Néanmoins, il y a des différences de capacité d'action, d'articulation politique et d'alliances entre les régions. Le Syndicat est organisé en fédérations régionales qui suivent presque la même délimitation territoriale que le PRONAT/PTC. Cela donne du pouvoir au Syndicat qui a des diagnostics, informations et organisations territoriales depuis longtemps.

Très actif en 2012, le Syndicat a souffert au TRSS du manque d'articulation interne et de mobilisation politique en 2017.

6.3.1.6 L'Emdagro

L'acteur du modèle *Emdagro* représente deux acteurs du terrain : la Société de Développement Agricole de Sergipe (Emdagro) et le Secrétariat d'État de Sergipe pour l'Agriculture, le Développement Agricole et la Pêche (Seagri). L'Emdagro est l'agence d'État responsable de l'assistance technique et de l'extension²⁸ rurale pour tous les types d'activités agricoles de Sergipe, mais pas dans les colonies du MST.

²⁸ L'extension rurale est l'une des branches des sciences agraires chargées de fournir des services d'éducation permanente de nature continue pour l'environnement rural et de pêche, d'aider et de promouvoir les processus de gestion, de production, de transformation et de commercialisation des produits agricoles, y compris « agroextractivistes », activités forestières et artisanales.

Le *Seagri* est responsable de la gestion des programmes fédéraux (p. ex., Crédit foncier du Ministère du Développement Agricole - MDA), de l'élaboration des politiques publiques locales et du financement de projets de développement, par exemple, le projet « Dom Távora » cofinancé avec le Fond International pour le Développement Agricole (Fida), et le projet « Mécanisation agricole » cofinancée avec le MDA et exécutée par l'*Emdagro*.

L'*Emdagro* contrôle la relation « **Assistance technique et extension rurale** ». La distribution spatiale des actions de L'*Emdagro* n'est pas bien définie comme celle du PRONAT/PTC, ce qui veut dire que l'État, par l'*Emdagro*, a la liberté de choisir les destinataires de ses politiques, en faisant bénéficier les agriculteurs qui ont le même courant politique ou idéologique. L'*Emdagro* n'a pas assez de ressources humaines et matérielles pour répondre à tous les besoins de la région. Par conséquent, il doit choisir qui ou quel groupe il aidera, en oscillant entre l'agriculture commerciale et l'agriculture agroécologique participative. Donc, si la relation est gérée positivement (l'accès à l'assistance technique est très disponible et il y a convergence entre l'État de Sergipe et la gouvernement fédéral), nous verrons un engagement fort en faveur de l'agriculture agroécologique ; si la gestion de la relation est neutre, cela signifie que l'*Emdagro* a un comportement purement réactif ; et si l'accès est restreint, nous observerons une tendance vers l'agriculture commerciale où les procédures agricoles sont déjà bien connues et où il n'y a pas de demande pour des prises de décisions participatives ou une mobilisation sociale (cf. tableau 6.7).

Table 6.7. *Interprétation des états de la relation « Assistance technique et de l'extension rurale ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
Tendance vers l'agriculture commerciale où les procédures agricoles sont bien connues et où il n'y a pas de demande pour des décisions participatives ou une mobilisation sociale.	L' <i>Emdagro</i> a un comportement purement réactif.	Engagement fort en faveur de l'agriculture agroécologique.

L'*Emdagro* avait presque un bureau dans chaque municipalité en 2008, ces bureaux étaient coordonnés par une unité centrale à Boquim pour le TRSS. Aujourd'hui, en 2017, il y a dix bureaux de l'*Emdagro* au TRSS. L'*Emdagro* était très active et importante dans le passé (2012), mais elle se heurte actuellement à des contraintes budgétaires et si bien que l'assistance technique est très limitée en raison du manque de personnel et de ressources matérielles.

6.3.1.7 La *Pronese*

L'acteur du modèle *Pronese* représente la Société de Développement Durable de l'État de Sergipe (*Pronese*), qui a été très active entre 2008 et 2012, principalement en tant que principale conseillère sur les projets financés par la Banque mondiale. Cependant, en raison de réformes administratives, cet acteur social n'est plus actif depuis 2015.

La *Pronese* a contrôlé une relation très pertinente, le « **Conseil en projets agricoles durables** », qui peut être très accessible en raison des flux financiers de la Banque mondiale et du niveau d'organisation des associations communautaires. Donc, cela signifie que les projets seront diversifiés et bien distribués spatialement. Si la relation est dans un état neutre, cela signifie que les projets sont développés sur demande sans territorialisation explicite. Si la relation est gérée négativement, il n'y a pas de projets suffisants en raison d'un grand nombre de limitations telles que la qualité des projets, la baisse de la capacité d'absorption de nouvelles technologies des petits agriculteurs, de questions politiques, etc. (cf. tableau 6.8).

Table 6.8. *Interprétation des états de la relation « Conseil en projets agricoles durables ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
Il n'y a pas de projets suffisants en raison d'un grand nombre de limitations.	Les projets sont développés sur demande sans une territorialisation explicite.	Les projets seront diversifiés et bien distribués spatialement.

Malgré l'engagement de la *Pronese* avec le PRONAT/PTC son comportement pendant la période 2012 est marqué par la restriction de sa capacité de conseiller les producteurs du TRSS, cela correspond à l'état -10 de la relation.

La *Pronese* était très présente dans les territoires, surtout entre 2008 et 2012 quand il avait un financement soutenu de la Banque Mondiale. De plus, la nécessité d'élaborer des projets compétitifs avec les petits agriculteurs a motivé un fort engagement de cet acteur dans l'espace rural.

La *Pronese* a bien fonctionné jusqu'en 2012, mais, à cause de problèmes budgétaires de l'État de Sergipe, la Société a subi des modifications structurelles conduisant à son quasi-arrêt en 2015. C'est pour cela que cet acteur n'apparaît pas dans le modèle de la deuxième période.

6.3.1.8 Le Nedet

L'acteur du modèle *Nedet* est formellement composé de six acteurs du terrain : le Noyau d'Extension en Développement Territorial (Nedet), l'Embrapa, l'Institut Fédéral de Sergipe (IFS), l'Université Fédérale de Sergipe (UFS) et le Conseil National pour le Développement Scientifique et Technologique (CNPq). L'acteur du modèle Nedet est chargé de la gestion du CODETER et de l'animation de ses réunions et séances plénières. Créé en 2015, il est financé par CNPq conjointement avec le Ministère du Développement Agricole (MDA). La principale mission du Nedet dans le Territoire est de développer le Plan Territorial pour le Développement Rural Durable (PTDRS) qui vise surtout l'identification des actions prioritaires pour l'aménagement du Territoire, la réduction de la pauvreté et la croissance de la production familiale agroécologique.

Le *Nedet* contrôle la relation « **Actions et projets du CODETER** ». Une disponibilité limitée de cette ressource signifie que le Nedet concentre ses efforts sur des petits projets très localisés, plus liés à leurs propres besoins ; et un accès sans restriction signifie que le Nedet est pleinement engagé dans des projets plus territoriaux fédérateurs, bien coordonnés. Une situation neutre dénote que le Nedet agit sur demande territoriale ou localisée, plus ou moins comme la *Pronese* (cf. tableau 6.9).

Dans l'État de Sergipe, le Nedet a été responsable de la gestion du CODETER des quatre Territoires Ruraux. Cela a permis une centralisation et une uniformisation de la gestion territoriale entre 2015 et 2017 et, par conséquent, une augmentation de l'influence du Nedet dans le TRSS. Néanmoins, à cause de limites budgétaires, le Nedet a choisi de travailler plus intensément avec les colons de la réforme agraire, surtout dans le TRSS, qui correspond à l'état -10 de la relation.

Table 6.9. *Interprétation des états de la relation « Actions et projets du CODETER ».*
Source : élaboré par l'auteur.

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
Le Nedet concentre ses efforts sur des petits projets très localisés, plus liés à leurs propres besoins.	Le Nedet agit sur demande, territoriale ou pas, plus ou moins comme la <i>Pronese</i> .	Le Nedet est pleinement engagé dans des projets plus territoriaux, fédérateurs, bien coordonnés.

6.3.1.9 Les autres acteurs du terrain

Il y a, bien évidemment, d'autres acteurs sur le terrain qui agissent dans le TRSS pour le développement durable, mais qui ne participent pas activement au CODETER (Silva et al. 2014). Par exemple, l'Institut Brésilien de l'Environnement et des Ressources Naturelles Renouvelables (IBAMA), des organisations non gouvernementales pour l'environnement (ONG), le Ministère Public (MP), le Secrétariat d'État à l'Environnement et aux Ressources en Eau (SEMARH) ou l'Administration Environnementale de l'État de Sergipe (ADEMA).

L'IBAMA est responsable de la fiscalité environnementale et de l'exécution des politiques nationales élaborées par le Ministère de l'Environnement. Les politiques locales élaborées par le SEMARH sont exécutées par l'ADEMA. Le Ministère Public a plusieurs objectifs, mais nous pouvons mettre lumière la protection du patrimoine public et social et de l'environnement, la défense des droits et des intérêts des peuples autochtones, etc. Dans le monde rural, il surveille, surtout, les conditions de travail dans les zones rurales et l'impact des activités agricoles sur les ressources naturelles, conjointement avec des partenaires comme l'Université Fédérales de Sergipe, l'Embrapa et d'autres.

6.3.2 Résumé des acteurs du modèle

Le tableau 6.10 résume la liste des acteurs du modèle pour les deux périodes de référence 2012 et 2017.

Table 6.10. *Les acteurs du modèle CODETER du TRSS 2012 et 2017 et les relations qu'ils contrôlent. Source : élaboré par l'auteur.*

Acteur du modèle	Acteurs du terrain	Relation contrôlée
Association	Associations de producteurs et communautaires et les Conseils pour le Développement Économique Municipal (CODEM)	Accès à l'espace agricole
Municipalité	L'hôtel de ville, le pouvoir traditionnel et les entrepreneurs (gros agriculteurs)	Gestion des ressources matérielles
MST	Le Mouvement des Sans Terre (MST) et L'Institut de Colonisation et de Réforme Foncière (INCRA)	Mobilisation sociopolitique dans les colonies
Syndicat	Les Syndicats des Travailleurs Ruraux et la Fédération des Syndicats de Sergipe (FETASE)	Mobilisation des travailleurs ruraux
<i>Emdagro (que 2012)</i>	La Société de Développement Agricole de Sergipe (<i>Emdagro</i>) et le Secrétariat de l'État de Sergipe pour l'Agriculture, le Développement Agricole et la Pêche (SEAGRI)	Assistance Technique et Extension Rurale
<i>Pronese</i>	La Société de Développement Durable de l'État de Sergipe (PRONESE)	Conseil en projets agricoles durables
Embrapa	Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole	Projets de recherche et développement
Nedet	Le Noyau d'Extension en Développement Territorial, CNPq, Embrapa, IFS, UFS et MDA	Actions et projets du CODETER

6.3.2.1 Les acteurs du modèle dans la période de référence 2012

La période de référence 2012 marque l'aboutissement de processus commencés en 2008 et finis en 2012, au cours desquels les politiques PRONAT et PTC demandaient à leur début beaucoup d'investissements et d'activités dans les Territoires Ruraux. Dans le TRSS nous pouvons dégager au moins deux alliances. La première, plutôt politique, entre les Syndicats et le MST dans la gestion du CODETER et pour l'élaboration de projets pour l'agriculture familiale. La deuxième alliance, plutôt administrative, était entre la *Pronese* et l'*Emdagro* dans l'élaboration de projets de financement direct des petits agriculteurs par la Banque Mondiale.

Au cours du développement des politiques territoriales, les municipalités ont compris qu'il y avait un processus de changement des rapports de pouvoir dans le TRSS. Donc, elles ont perçu l'augmentation de l'influence des mouvements sociaux, surtout le MST

et les syndicats, qui utilisaient la possibilité donnée par le PRONAT de participer aux processus de planification du TRSS, y compris les décisions sur les infrastructures, sur l'installation d'équipements publics, etc. Ainsi, malgré l'importance des municipalités pour l'exécution des projets de développement et de l'alliance entre MST et Syndicat pour la définition des projets, nous avons eu une vraie opposition entre ces deux groupes.

6.3.2.2 Les acteurs du modèle dans la période de référence 2017

Pour 2017, qui marque l'aboutissement des processus commencés en 2013, les politiques publiques PRONAT et PTC ont connu une diminution significative de leurs ressources financières. Cela a demandé plus d'effort de coordination entre les diverses institutions pour que le TRSS puisse maintenir ses activités, au moins en matière de planification collective et de concertation autour de projets durables. À partir de cette perspective, une alliance a émergée entre l'Embrapa, le MST, le Syndicat et le Nedet. Le point d'accord entre ces acteurs est la volonté de promouvoir l'agroécologie auprès des mouvements sociaux par l'intermédiaire de divers partenariats techniques, par exemple des projets scientifiques entre l'Embrapa et le MST, ou politiques, entre le MST et le Syndicat.

Les oppositions entre la Municipalité et les acteurs associées aux mouvements sociaux et à l'agriculture agroécologique se maintiennent dans cette période.

6.3.3 La quantification du modèle : enjeux et fonctions d'effets

Nous allons maintenant définir les dépendances des acteurs du modèle vis-à-vis de leurs relations.

6.3.3.1 La période de référence 2012

La Figure 6.6, qui représente le modèle (les enjeux et les fonctions d'effet des acteurs vis-à-vis des relations) pour 2012, montre en colonnes les acteurs et en lignes les relations dont ils dépendent. La dépendance de l'acteur vis à vis de la relation qu'il contrôle figure sur la diagonale. Dans chaque cellule, la courbe de la fonction d'effet décrit l'impact de l'état de la relation sur l'acteur social et le nombre représente l'importance de cette relation pour l'acteur social, son enjeu.

	Associations	Municipalité	MST	Syndicat	Emdagro	Pronese	Pertinence
Accès à l'espace agricole	 2.0	 3.5	 0.0	 1.0	 2.0	 3.0	11.5
Gestion des ressources matérielles	 2.0	 2.5	 2.0	 2.0	 0.0	 3.0	11.5
Mobilisation sociopolitique dans les colonies	 0.0	 1.0	 4.0	 2.0	 0.0	 1.0	8.0
Mobilisation des travailleurs ruraux	 0.0	 1.0	 2.0	 5.0	 4.0	 0.0	12.0
Assistance Technique et Extension Rurale	 2.0	 0.0	 0.0	 0.0	 2.0	 1.0	5.0
Conseil en projets agricoles durables	 4.0	 2.0	 2.0	 0.0	 2.0	 2.0	12.0

Figure 6.6. Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Sud de Sergipe, pour la période référence 2012. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation. Source : données SocLab.

En ce qui concerne la relation « **Accès à l'espace agricole** », pour l'**Association**, la courbe est une parabole inversée, cela veut dire que l'impact de cette relation sur l'Association est maximal dans l'état neutre, lorsque l'accès à l'espace agricole n'est pas complètement attaché à l'agriculture commerciale traditionnelle ni à l'agriculture agroécologique avec une forte participation populaire. Autrement dit, l'Association

cherche à éviter des situations conflictuelles avec à la fois le pouvoir local et les acteurs liés au PRONAT/PTC. La **Municipalité** est fortement liée à l'agriculture commerciale donc l'impact de la relation serait optimal dans l'état d'accès minimal. Malgré l'existence d'associations dans les colonies de la réforme foncière, contrôlées par le **MST**, l'impact de cette relation sur le MST est nul, parce que l'accès à l'espace agricole des colonies est régulé par la logique des mouvements sociaux, pas par les associations des colonies. L'impact serait optimal dans un état maximal de l'accès à la relation pour les acteurs du modèle Syndicat, *Emdagro* et *Pronese*. Le **Syndicat** est l'un des supporters de l'agroécologie parce que ce genre de production a moins d'impact négatif sur la santé des travailleurs ruraux. L'**Emdagro** est fortement engagé dans le PRONAT/PTC qui préconise une production agricole plus durable. La **Pronese** a comme mission la soutenabilité tant de l'agriculture commerciale que de l'agriculture écologique, donc la parabole représente mieux l'impact de cette ressource sur cet acteur.

La relation contrôlée par la Municipalité, la « **Gestion des ressources matérielles** », n'affecte pas l'*Emdagro* qui fonctionne avec des ressources de l'État de Sergipe. Les acteurs du modèle **Associations**, **MST** et **Syndicat** sont impactés positivement quand la relation est dans l'état d'accès restreint et négativement quand la ressource est bien disponible, cela veut dire qu'ils cherchent plutôt des projets territorialisés et collectifs. Une courbe parabolique décrit l'impact de cette relation sur la **Pronese** ; malgré sa préférence pour les projets agroécologiques, il y a des projets durables aussi dans le champ de l'agriculture commerciale, donc la *Pronese* cherche des projets qui ne changent pas beaucoup ses rapports de forces avec la Municipalité, et donc présentent moins de résistances. La **Municipalité** bénéficiera d'un impact positif quand la ressource est parfaitement disponible, cela veut dire que les projets sont particulièrement intéressants pour le maintien du statu quo des acteurs liés à la Municipalité.

La relation « **Mobilisation sociopolitique dans les colonies** » contrôlée par le **MST** aura un impact positif sur lui-même proportionnellement à la disponibilité de cette relation. L'acteur du modèle **Association** n'est pas du tout affecté par cette relation parce qu'il n'y a pas de rapport entre les colonies et les associations extérieures aux colonies. L'*Emdagro* n'est pas non plus affecté par cette relation parce qu'il n'intervient pas dans les colonies. Plus cette ressource est disponible, plus nous aurons un engagement fort dans le projet du PRONAT et les idées de participation populaire, donc

l'impact sur l'acteur du modèle **Municipalité** sera inversement proportionnel à la mobilisation. Le **Syndicat** a des intérêts compatibles avec le MST, donc nous avons la même courbe pour décrire l'impact de cette relation sur ces deux acteurs. Une courbe parabolique décrit l'impact de cette relation sur l'acteur du modèle **Pronese** parce que la Pronese bénéficie des deux extrêmes de l'état de la relation. En fait, la Pronese cherche un engagement fort avec l'agriculture et le développement durable, quel qu'il soit.

La relation « **Mobilisation des travailleurs ruraux** », contrôlée par l'acteur Syndicat, impacte positivement le **Syndicat** et le **MST** quand elle est dans l'état d'accès sans restriction. L'**Association** et la **Pronese** ne sont pas du tout affectées par cette relation. Par contre, la **Municipalité** a intérêt à démobiliser la base sociale liée aux syndicats ruraux, parce qu'elle cherche à avoir de l'influence politique sur ses citoyens. De son côté, malgré une liaison entre l'**Emdagro** et les syndicats ruraux en matière d'échange d'informations sur les travailleurs ruraux, une forte politisation du Syndicat n'intéresse pas l'*Emdagro*.

L'*Emdagro* contrôle la relation « **Assistance technique et extension rurale** ». L'accès à cette ressource s'étend de l'agriculture commerciale (accès restreint) à agroécologique (accès plein). **Municipalité**, **MST** et **Syndicat** ne sont pas affectés par cette relation. L'**Emdagro** bénéficiera d'un impact positif quand l'accès est plein, car l'*Emdagro* cherche un engagement plus fort pour une agriculture soutenable. La **Pronese** est peu affectée par cette relation. L'Association est positivement affectée par cette relation dans les deux extrêmes de sa disponibilité car elle n'est pas intéressée par une relation dans l'état de neutralité (*Emdagro* purement réactive). En fait, l'Association bascule entre l'agriculture agroécologique plus liée à l'idéologie des mouvements sociaux modernes dans le monde rural au Brésil et l'agriculture commerciale plus attachée au marché local.

La relation « **Conseil en projets agricoles durables** », contrôlée par la *Pronese*, impacte positivement les acteurs du modèle **MST** et l'**Emdagro** quand elle est parfaitement disponible, car ces acteurs sont parfaitement engagés dans le projet PRONAT/PTC et ont donc besoin de projets territorialisés. Malgré l'engagement de la **Pronese** dans le PRONAT/PTC, la gestion de cette relation oscille entre des projets agroécologiques avec forte participation populaire et des projets sans référence territoriale explicite, et cela impacte positivement la *Pronese* dans les deux cas

extrêmes. Le Syndicat n'est pas impacté par cette relation. Les acteurs du modèle **Associations** et **Municipalité**, plus attachés à l'agriculture commerciale non participative ou politisée, gagnent le plus quand la relation est dans un état restreint ou quand les projets sont très localisés.

6.3.3.2 La période de référence 2017

Dans la Figure 6.7, nous avons les enjeux et les fonctions d'effet des acteurs du modèle envers les relations pour 2017. Donc, pour cette période nous avons la sortie de deux acteurs du modèle précédent, l'*Emdagro* et la *Pronese*, et l'arrivée de deux autres, l'*Embrapa* et le *Nedet*. L'*Embrapa* et le *Nedet* contrôlent chacun une relation nouvelle, « projets de recherche et développement » et « gestion du CODETER », respectivement.

	Associations	Municipalité	Embrapa	MST	Syndicat	Nedet	Pertinence
Accès à l'espace agricole	 2.0	 3.0	 3.0	 0.0	 2.0	 3.0	11.0
Gestion des ressources matérielles	 3.0	 2.0	 0.0	 1.0	 1.0	 1.0	8.0
Projets de recherche et développement	 1.0	 0.0	 2.0	 2.0	 0.0	 1.0	6.0
Mobilisation sociopolitique dans les colonies	 0.0	 2.0	 3.0	 3.0	 2.0	 2.0	12.0
Mobilisation des travailleurs ruraux	 1.0	 1.0	 0.0	 2.0	 3.0	 2.0	9.0
Actions et projets du CODETER	 3.0	 2.0	 2.0	 2.0	 2.0	 1.0	12.0

Figure 6.7. Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Sud de Sergipe, pour la période référence 2017. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation. Source : données SocLab.

L'impact de différents états de la relation « **Accès à l'espace agricole** » n'a pas changé pour les acteurs du modèle **Association, Municipalité, MST** et **Syndicat**. Comme l'**Embrapa** et le **Nedet**, ils sont fortement engagés dans le PRONAT/PTC, une bonne disponibilité de cette relation leur donnera aussi un très bon impact.

Pour la relation « **Gestion des ressources matérielles** », nous avons un changement de l'impact sur le MST. Dans ce modèle, le **MST** profite d'un accès plein à cette relation, car nous avons une nouvelle coalition où le MST collabore avec les maires pour obtenir quelques avantages en considérant des projets bons pour le MST, mais pas forcément territorialisés. Néanmoins, la situation ne change pas pour l'**Association** ni pour la **Municipalité** et le **Syndicat**. L'**Embrapa** n'est pas directement affecté par cette relation et le **Nedet** est négativement impacté quand cette relation est parfaitement disponible.

La relation « **Projets de recherche et développement** » impacte linéairement et positivement les acteurs du modèle **Association, Embrapa, MST** et **Nedet** quand elle est entièrement disponible. Cette relation n'impacte pas la **Municipalité** ni le **Syndicat** qui ne demandent pas de projets de recherche.

L'impact des états de la relation « **Mobilisation sociopolitique dans les colonies** » n'a pas changé entre les périodes 2012 et 2017 pour les acteurs du modèle **Associations, Municipalité, MST** et **Syndicat**. Comme les projets de l'Embrapa sont plutôt liés à l'agroécologie et demandent de la participation populaire, la démarche recherches-actions de cet acteur bénéficie d'un impact linéaire et positif quand cette relation est disponible. Pour le **Nedet** nous aurons le même raisonnement.

Pour 2017, nous aurons une influence plus forte du Syndicat et sa relation « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » sur l'**Association**. L'impact ne change pas pour la **Municipalité**, le **MST** et le **Syndicat**. Néanmoins, malgré quelques collaborations entre l'Embrapa et le Syndicat, cette relation n'impacte pas l'**Embrapa**. Par contre, le **Nedet** est tout à faire positivement impacté quand la relation est parfaitement disponible.

Le Nedet arrive dans le TRSS avec une grande pertinence de la relation qu'il contrôle « **Actions et projets du CODETER** ». En fait, tous les acteurs du modèle sont concernés par cette relation dont l'impact est linéairement positif à la mesure de sa

disponibilité pour l'Association, l'Embrapa, le MST et le Nedet lui-même. Malgré l'attention du Nedet aux travailleurs ruraux, l'impact sur le Syndicat restera faible. La Municipalité confirme son indifférence vis-à-vis du PRONAT/PTC et profiterait d'une faible disponibilité de cette relation.

6.3.4 Validation de la structure des modèles par des experts du territoire

La validation des modèles pour le CODETER du TRSS a été menée à partir des ateliers avec les chercheurs, techniciens et des représentants des acteurs de terrain ayant une bonne connaissance pratique de la réalité sur le terrain (cf. section 5.8.5.8). Pendant ces ateliers les cas pratiques étaient discutés comme le cas de l'usine d'engrais du TRSS (Cadre 6.1) pour valider les acteurs modélisés, les enjeux, les fonctions d'effet, mais aussi les résultats de simulations.

Pendant les ateliers, le facilitateur a présenté les acteurs et une première version de la quantification des modèles. Après, les participantes ont pu modifier la distribution des enjeux et les courbes des fonctions d'effet. En plus de le cas de l'usine d'engrais, les participantes ont validé les modèles à partir d'autre cas comme le déploiement des projets Systèmes Agricole Soutenable (SAS) et le réseau social de production de connaissance agricole « Camponês à Camponês » de l'Embrapa dans le TRSS. L'expérience des participantes dans le processus d'élaboration du Plan Territorial pour le Développement Rural Durable (PTDRS) a fourni des informations pour la validation des modèles.

Les participants des ateliers ont approuvé la sélection des acteurs à partir de leurs expériences issues des activités et de l'engagement de chacun d'entre eux. Malgré la simplification consistant à représenter les municipalités comme un seul acteur du modèle, les participants ont pu se mettre d'accord sur l'homogénéité du comportement des municipalités, mais aussi celui des associations (nous en avons plusieurs par municipalité), des syndicats (une représentation par municipalité) et de l'Emdagro (un Bureau par municipalité environ). En fait, les participants ont reconnu que dans le CODETER ces acteurs du modèle agissent en uniformité.

Nous reviendrons sur les questions de validation dans les sections traitant de l'analyse structurelle des modèles et des résultats de simulation

Cadre 6.1. *Le cas de l'usine d'engrais du TRSS.*

L'usine d'engrais du TRSS

L'École Agricole « Governador Valadares », située sur la municipalité d'Estância, Sergipe, a passé un accord avec l'Embrapa et la brasserie « Águas Claras » pour le traitement des sous-produits de la brasserie (8 tonnes par mois). L'objectif était la production d'engrais organique pour le jardin potager de l'école. Selon cet accord, l'Embrapa était le responsable technique, la brasserie le fournisseur de la matière première et l'école le fournisseur de main-d'œuvre et le bénéficiaire. De plus, la brasserie versait une somme en espèces à l'école pour aider le traitement des sous-produits.

Le CODETER du TRSS a apprécié l'initiative et a développé un projet pour augmenter la production d'engrais pour les petits agriculteurs du TRSS. Donc, il a proposé trois projets au sein du CODETER, qui ont été approuvés en 2008 pendant les plénières, à savoir : la construction d'un hangar et d'une aire bétonnée de 500m², l'acquisition d'un tracteur et celle d'un camion. Tout cela pour augmenter la production d'engrais organique.

En suivant la logique de fonctionnement du CODETER et de distribution des ressources matérielles, toute la structure de production devrait être administrée par la municipalité d'Estância au bénéfice du TRSS. Cela veut dire que les producteurs organiques du TRSS devaient être les bénéficiaires d'engrais organiques et que le camion devait aller au-delà de la municipalité d'Estância. Néanmoins, le changement de mairies, le manque d'un leader, et le détournement de l'usage de sommes versés à l'école par la brasserie ont fait échouer l'initiative.

En 2012, le CODETER a repris le projet, maintenant conduit par le MST et une collectivité appelée « Camponês à Camponês », un réseau de paysans et techniciens qui partagent entre eux des connaissances sur la production agroécologique animé par l'Embrapa. Malgré l'effort, ils ont constaté que l'usage du camion a été détourné, qu'il n'y avait pas de contrat de travail entre le conducteur du camion et la Mairie d'Estância, que le tracteur était hors service à cause du manque d'entretien, et que le hangar était devenu un dépôt de tracteurs.

En fait, nous avons observé que l'usine d'engrais pouvait être parfaitement opérationnelle si la Mairie d'Estância s'était engagée dans le projet pour permettre le bon fonctionnement du camion et du hangar, et si le directeur de l'école agricole utilisait les sommes versées par la brasserie pour maintenir l'usine. De plus, nous avons constaté qu'il y avait des positions divergentes au sein du MST par rapport à la manière de gérer l'usine.

En conclusion, encore aujourd'hui l'usine ne fonctionne pas comme prévu, malgré l'effort des acteurs du terrain.

6.3.5 Analyse structurelle des modèles

L'exploration de l'espace des états de ces modèles nous permet de repérer les configurations qui seraient les meilleures et les pires pour chacun des acteurs. Si elles coïncident ou sont proches, cela veut dire que ces acteurs ont des intérêts convergents. Si ce qui convient à un acteur est à l'opposé de ce qui convient à un autre et réciproquement, cela veut dire que ces deux acteurs ont des intérêts divergents, ils sont en conflit.

À partir de la description des acteurs du modèle et de la question de recherche, l'analyse des rapports de pouvoir et réciprocité parmi les acteurs, nous nous intéresserons dans cette analyse notamment à l'Association et à la Municipalité.

Pour 2012, à examiner les valeurs maximales et minimales des capacités d'action des acteurs dans le tableau 6.11, l'intérêt de la Municipalité est exactement opposé à celui du MST et réciproquement. Si nous considérons des convergences, nous pouvons conclure que le MST et le Syndicat ont des intérêts communs (Figure 6.8). La meilleure configuration globale est aussi bonne pour le MST, le Syndicat et la *Pronese*, donc ce sont eux trois qui profitent le mieux d'un consensus. La pire configuration globale est également le pire cas pour eux mais également pour l'Association. Emdagro opposé à l'ensemble du système (cf. les globales).

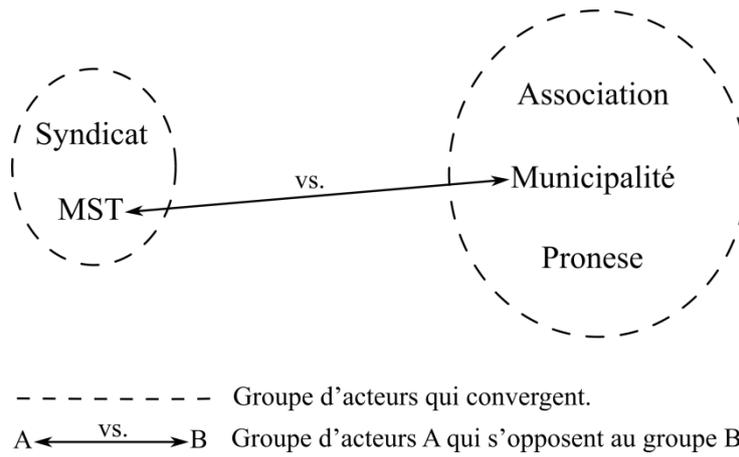


Figure 6.8. *Les convergences et oppositions entre les acteurs du modèle du CODETER du TRSS 2012. Les acteurs dans les cercles dénotent une alliance entre eux. La flèche bidirectionnelle indique les acteurs en opposition. Source : élaboré par l'auteur.*

Table 6.11. Les éléments pour l'analyse des états du TRSS pour 2012. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1^{re} et 2^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

		GLOBAL		MAX						MIN					
		Max	Min	Associations	Municipalité	MST	Syndicat	Emdagro	Pronese	Associations	Municipalité	MST	Syndicat	Emdagro	Pronese
État des relations	Accès à l'espace agricole	-10,0	1,0	0,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	0,0
	Gestion des ressources matérielles	-3,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	0,0	10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0
	Mobilisation sociopolitique dans les colonies	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	0,0
	Mobilisation des travailleurs ruraux	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0
	Assistance Technique et Extension Rurale	9,0	-2,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	0,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	0,0
	Conseil en projets agricoles durables	-10,0	2,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	0,0
Capacité d'action des acteurs	Associations	38,4	-28,8	90,4	12,4	-27,6	52,4	-27,6	32,4	-100,0	-27,6	12,4	12,4	52,4	18,0
	Municipalité	27,5	37,5	15,0	100,0	-30,0	-60,0	-60,0	75,0	60,0	-100,0	100,0	100,0	30,0	-15,0
	MST	46,0	-76,0	-60,0	-100,0	100,0	60,0	-20,0	-80,0	-60,0	100,0	-100,0	-100,0	-20,0	0,0
	Syndicat	66,0	-89,0	-50,0	-100,0	80,0	100,0	-40,0	-80,0	-100,0	100,0	-100,0	-100,0	40,0	-30,0
	Emdagro	-62,0	42,0	2,0	-18,0	-58,0	-58,0	98,0	-18,0	40,0	-18,0	-18,0	-18,0	-98,0	40,0
	Pronese	87,8	-77,0	-23,8	36,2	36,2	36,2	36,2	93,2	20,0	36,2	36,2	36,2	36,2	-100,0
	GLOBAL	203,7	-191,3	-26,4	-69,4	100,6	130,6	-13,4	22,6	-140,0	90,6	-69,4	-69,4	40,6	-87,0

Pour 2017, voir le tableau 6.12, nous trouvons une opposition forte entre la Municipalité et tous les autres acteurs, à la fois pour les valeurs maximales et les minimales de capacité d'action. Les acteurs dont les intérêts coïncident sont le Nedet, le Syndicat, le MST et l'Embrapa. Le Nedet représente bien l'intérêt général, aussi bien pour les minimales que pour les maximales, et est plus particulièrement en opposition avec la Municipalité (son maximum correspond au minimum de la Municipalité) (Figure 6.9). La pire configuration globale est aussi le pire cas pour tous les acteurs, sauf la Municipalité. Le Nedet est un bon représentant de l'intérêt général (c'est son maximum qui donne la capacité d'action globale la plus élevée), au contraire de la Municipalité. Malgré le rôle de l'Association et sont rapprochement des autres acteurs sauf la Municipalité, son maximum est associé à une valeur baisse pour la capacité d'action globale.

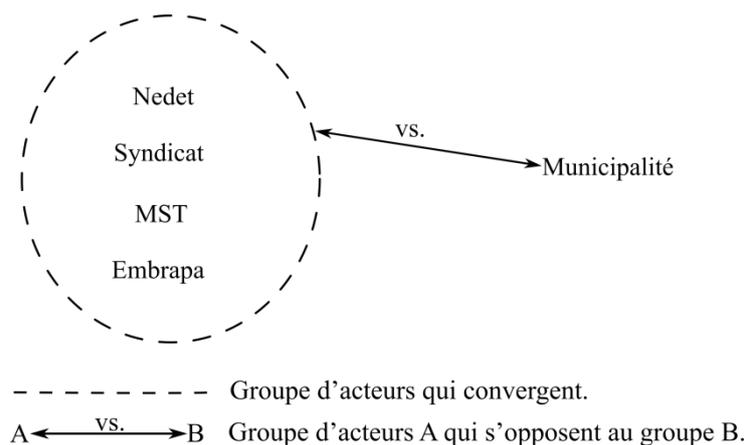


Figure 6.9. Les convergences et oppositions entre les acteurs du modèle du CODETER du TRSS 2017. Les acteurs dans les cercles dénotent une alliance entre eux. La flèche bidirectionnelle indique les acteurs en opposition. Source : élaboré par l'auteur.

L'analyse de la transition entre 2012 et 2017 montre une augmentation très importante de l'amplitude de la capacité d'action globale, et donc du pouvoir (au sens de ce qui est donné par les acteurs) pour tous les acteurs (y compris la Municipalité), et particulièrement le MST. L'augmentation de l'amplitude des capacités d'action signifie une variation aussi importante de marge de manœuvre des acteurs qui de sa part implique qu'ils ont plus d'options stratégiques, ou que les acteurs sont plus actifs et tenaces comme est le cas du MST et du Nedet. La deuxième période ajoute plus d'acteurs dans le jeu social, en fait le Nedet

représente d'autres qui ne sont pas explicitement dans le modèle 2017, mais qui jouent le jeu social avec force comme l'Université Fédérale de Sergipe et l'Institute Fédérale de Sergipe. L'Embrapa a joué le jeu en solo, mais aussi en appuyant le Nedet. Donc, nous avons pour le modèle 2017 un ensemble d'acteurs plus actifs et avec plus d'options stratégiques et donc avec plus de capacité d'action globale.

Nous observons aussi le changement des oppositions entre les acteurs, du MST versus la Municipalité, vers la Municipalité contre tous les autres acteurs. En fait, le Nedet et l'Embrapa rejoignent le Syndicat et le MST, pendant que la Municipalité perd des alliés.

Les alliances et oppositions ont été discutées dans les ateliers de validation. Le Cadre 6.1 montre bien l'évolution des alliances et oppositions entre les deux périodes de références analysées (2012, et 2017). Au début, pendant la période de référence 2012, les acteurs liés à la société civile ont agi pour que l'usine d'engrais fournisse de l'engrais organique pour la production familiale. Apparemment la Municipalité était en accord avec les autres acteurs, mais après l'acquisition des équipements l'École (administré par la municipalité) et la Municipalité (responsable de la gestion des ressources matérielles) ont transformé un projet collectif et territorial vers un projet localisé et instrumentalisé par les forces politiques locales.

Malgré les tentatives de réactivation du projet, le MST se met à agir selon les intérêts de la Municipalité (maintenant administré par d'autres forces politiques) et pas forcément en accord avec les autres acteurs représentants de la société civile et l'Embrapa qui avait apporté beaucoup de ressources dans l'usine d'engrais du TRSS.

L'analyse structurelle a mis en lumière notamment les alliances et oppositions entre les acteurs, le rôle ambigu de l'Association (probablement du fait d'avoir une des ressources la plus importantes – la base sociale), et aussi sur le poids de certains acteurs dans le jeu social.

Table 6.12. Les éléments pour l'analyse des états du TRSS pour 2017. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1^{re} et 2^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab

		GLOBAL		MAX						MIN					
		Max	Min	Associations	Municipalité	Embrapa	MST	Syndicat	Nedet	Associations	Municipalité	Embrapa	MST	Syndicat	Nedet
État des relations	Accès à l'espace agricole	6,0	-10,0	0,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0
	Gestion des ressources matérielles	-9,0	9,0	-9,0	9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0	9,0
	Projets de recherche et développement	9,0	-9,0	9,0	-9,0	9,0	9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0
	Mobilisation sociopolitique dans les colonies	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0
	Mobilisation des travailleurs ruraux	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0
	Actions et projets du CODETER	10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0
Capacité d'action des acteurs	Associations	79,6	-96,0	94,0	-96,0	36,0	2,0	38,0	56,0	-96,0	38,0	-42,0	-42,0	-96,0	-96,0
	Municipalité	-86,0	98,0	-28,0	98,0	-78,0	-2,0	-98,0	-98,0	98,0	-98,0	62,0	62,0	98,0	98,0
	Embrapa	86,0	-98,0	8,0	-98,0	98,0	38,0	62,0	98,0	-98,0	62,0	-98,0	-98,0	-98,0	-98,0
	MST	79,0	-79,0	19,0	-79,0	39,0	97,0	43,0	79,0	-79,0	43,0	-97,0	-97,0	-79,0	-79,0
	Syndicat	79,0	-87,0	27,0	-87,0	27,0	29,0	87,0	87,0	-87,0	87,0	-69,0	-69,0	-87,0	-87,0
	Nedet	86,0	-98,0	28,0	-98,0	58,0	20,0	80,0	98,0	-98,0	80,0	-80,0	-80,0	-98,0	-98,0
	GLOBAL	323,6	-360,0	148,0	-360,0	180,0	184,0	212,0	320,0	-360,0	212,0	-324,0	-324,0	-360,0	-360,0

6.3.6 Résultats des simulations

Les tableaux et graphiques de cette section montrent les résultats de simulation, une configuration régulée dans laquelle il est plausible que le système social se trouve et puisse fonctionner durablement. Les résultats ont été obtenus à partir de 100 simulations pour chaque modèle, 2012 et 2017.

Pour 2012, 100% des simulations ont convergé entre 18 152 et 53 962 pas (24 937,7 en moyenne). Pour l'année 2017, 95% des simulations ont convergé dans le délai suivant : minimum 15 536 et maximum 200 000 (73 147,0 en moyenne). Donc, le jeu social du modèle 2017 présente des situations qui demandent plus de temps pour trouver un équilibre.

Chaque acteur présente une ténacité qui détermine l'intensité de sa recherche pour une meilleure capacité d'action. Le tableau 6.13 montre ces valeurs pour chaque acteur qui ont été définies par le modélisateur. Nous considérons que la *Pronese* était l'acteur du modèle le plus tenace en 2012, suivi par le Syndicat qui a bien profité des projets initiaux (p.ex., l'acquisition de matériels informatiques et de motos pour les syndicats). La Municipalité croyait aussi profiter du PRONAT/PTC et pour cela était très engagée dans le CODETER du TRSS. Pour 2017 nous avons un changement de cap, donc c'est le MST qui attend le plus du PRONAT, suivi par le Nedet et l'Embrapa.

Table 6.13. La ténacité de chaque acteur pour les deux périodes de référence, 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur.

Acteur du modèle	Ténacité	
	2012	2017
Associations	4	4
Municipalité	5	4
MST	4	7
Syndicat	6	4
Emdagro	4	
Pronese	7	
Embrapa		5
Nedet		6

6.3.6.1 L'état des relations

Le tableau 6.14 présente les valeurs moyennes et les écarts-types de l'état des relations pour les modèles 2012 et 2017. Il est intéressant de noter que la relation « **Accès à l'espace agricole** » se trouve en équilibre dans l'état proche de la neutralité pour les

deux périodes, mais avec beaucoup d'hésitations en 2012, moins en 2017. Pour 2012, nous observons un accès sans restriction pour les autres relations, sauf pour la relation « **Conseil en projets agricoles durables** », contrôlée par la Pronese, qui était en difficultés à cause du manque de projets durables et territoriaux proposés par les agriculteurs. Pour 2017, cette relation n'a plus lieu d'être suite au retrait de la *Pronese* du modèle.

Table 6.14. Valeurs moyennes et écarts types des relations, résultat de 100 simulations pour le Territoire Sud de Sergipe. Source : extraits de SocLab. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Relation	Moyenne		Écart type	
	2012	2017	2012	2017
Accès à l'espace agricole	3,60	-2,26	8,70	3,83
Gestion des ressources matérielles	10,00	8,93	0,00	0,12
Mobilisation sociopolitique dans les colonies	10,00	9,91	0,00	0,15
Mobilisation des travailleurs ruraux	10,00	9,97	0,00	0,05
Assistance Technique et Extension Rurale	9,00		0,00	
Conseil en projets agricoles durables	-10,00		0,00	
Projets de recherche et développement		8,70		0,51
Actions et projets du CODETER		9,52		0,62

D'une façon générale, une forte dispersion sur l'état d'une relation peut s'interpréter soit comme une grande marge de manœuvre pour l'acteur qui contrôle cette relation, il a la possibilité d'adapter son comportement en fonction de ce qui lui convient le mieux, soit comme de l'indécision quand il ne sait pas choisir quel est le comportement qui lui convient le mieux.

Dans le cas de la relation la « **Accès à l'espace agricole** » pour le modèle 2012, dont l'écart type est de 8,7, c'est la deuxième interprétation qui prévaut, cette relation prenant la valeur -10 dans un tiers des simulations et la valeur 10 dans les deux autres tiers.

L'Association semble donc se rallier systématiquement aux préférences des autres acteurs qui préfèrent tous qu'elle adopte une position radicale, sans pour autant modifier leurs comportements en fonction de celui de l'Association. En 2017, 20% des simulations convergent vers -10, 6% vers -10 et les autres hésitent entre - 3 et 1 : l'Association ne sait pas quoi faire !

En ce qui concerne l'Accès à l'espace agricole contrôlé par l'Association, nous pouvons aussi envisager l'hypothèse que la réduction d'écart-type en 2017 est liée à l'apparition

des autres acteurs (Embrapa et Nedet) qui renforcent le rôle d'autres acteurs du modèle comme le MST et le Syndicat. Donc, le renforcement des autres acteurs a réduit la marge de manœuvre de l'Association. D'autre part, le PRONAT/PTC a privilégié dans la deuxième période le MST et les Associations communautaires qui contrôlent cette relation. Donc, l'Association a perdu un peu de sa marge de manœuvre sur la zone d'incertitude associée à la ressource « **Accès à l'espace agricole** ».

Pour le modèle 2012, l'écart-type est nul pour toutes les autres relations, ce qui dénote un manque de liberté des acteurs face à la structure et le fonctionnement du CODETER du TRSS. Pour 2017, nous avons plus de variation des comportements, ce qui montre que le jeu est un peu plus ouvert en 2017 qu'en 2012.

L'accès aux ressources « **Mobilisation sociopolitique dans les colonies** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » change peu entre les deux périodes. La Municipalité garde son comportement individualiste en cherchant à maximiser sa capacité d'action, et le MST garde son compromis avec le PRONAT/PTC pour une production agroécologique et participative. En fait, la Municipalité réduit un peu l'accès à la ressource en fonction d'une perte relative d'importance du PRONAT/PTC pour les Mairies à cause de la réduction des investissements.

La ressource « **Assistance technique et extension rurale** », contrôlée par l'*Emdagro*, est bien disponible au début du PRONAT/PTC, mais n'apparaît plus en 2017 à cause de l'affaiblissement de l'approche territoriale dans l'État de Sergipe et de la fermeture de plusieurs bureaux de l'*Emdagro* dans la région sud de Sergipe.

Les relations « **Projets de recherche et développement** » et « **Actions et projets du CODETER** », contrôlées respectivement par l'Embrapa et le Nedet, apparaissent seulement en 2017. En fait, l'Embrapa a commencé plusieurs actions de recherche et développement dans la région en 2008, mais perçue par la communauté Sud de Sergipe seulement en 2017. Le Nedet a commencé ses activités en 2015 avec un très fort engagement et une bonne coordination avec les acteurs liés aux mouvements sociaux (surtout le MST), l'Embrapa et le Syndicat. L'écart type des relations contrôlées par l'EMBRAPA et le Nedet montre qu'ils ont une certaine marge de manœuvre.

6.3.6.2 Capacité d'action, pouvoir, pouvoir coopératif et pouvoir absolu

Le tableau 6.15 montre la capacité d'action et le pouvoir, en valeur et en proportion moyennes, de chaque acteur et global pour 2012 et 2017. Les valeurs pour la capacité d'action pour la période 2012 montrent le Syndicat avec le plus de capacité, suivi par l'Association. L'Emdagro et la Pronese ont le plus bas niveau de capacité d'action, ce qui justifie leur sortie du jeu en 2017. La situation change complètement pour la période 2017, quand le MST arrive à presque la plus haute valeur de sa capacité d'action, le Syndicat joue un rôle un peu plus discret, l'Embrapa et le Nedet entrent dans le jeu social avec un bon niveau de capacité d'action alors que la Municipalité subit un accès très limité aux ressources qu'elle a besoin.

Table 6.15. Capacité d'action et pouvoir, en valeurs et en proportion, pour chaque acteur du Territoire Sud de Sergipe, pour les deux années de référence 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

	Capacité d'action				Pouvoir			
	Valeur		Proportion (%)		Valeur		Proportion (%)	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017
Association	45,2	36,4	76,3	69,7	-11,2	4,4	4,0	71,8
Municipalité	12,4	-24,1	56,2	37,7	-65,0	-17,8	0,0	0,6
MST	20,0	95,0	60,0	99,0	60,0	79,2	100,0	99,5
Syndicat	53,6	43,9	76,8	75,2	20,0	70,0	100,0	100,0
Emdagro	-34,8		32,2		36,6		100,0	
Pronese	-16,0		43,5		40,0		100,0	
Embrapa		59,2		80,2		52,2		98,3
Nedet		42,2		71,5		64,6		97,5
GLOBAL	80,40	252,6	69,0	89,6	80,40	252,6	69,0	89,60

Les proportions de capacité d'action et pouvoir atteints par les acteurs permettent de comparer les valeurs entre les deux périodes. Par exemple, l'Association a diminué un peu sa capacité d'action entre 2012 et 2017, de 45,2 vers 36,4, et cela correspond à une variation de 76,3% de la capacité d'action maximale vers 69,7%. Le pouvoir de l'Association a augmenté de -11,2 vers 4,4, mais cela signifie une grosse augmentation proportionnelle par rapport au maximum possible, de 4,0% en 2012 vers 71,8% en 2017. Le pourcentage de la capacité d'action globale est inférieur à la moyenne de la capacité d'action des acteurs, car leurs maxima (et leurs minima) ne coïncident pas. Donc,

globalement, le système social a augmenté sa capacité d'action (et pouvoir) de 69,0% du maximum vers 89,0%.

Ces résultats de simulation peuvent être validés par les évidences sur le terrain. Le Syndicat était au front du PRONAT/PTC dans le TRSS et a bien profité de ce rôle. Par exemple, les syndicats ont bénéficié au sein du CODETER de beaucoup de projets pour leur modernisation informatique et pour l'acquisition de voitures et de motos. La Pronese avait un très important atout, le financement de la Banque Mondiale, mais pas forcément les moyens pour développer des projets durables à l'échelle territoriale. Au fur et à mesure que le PRONAT/PTC a diminué les investissements dans le TRSS, le MST a occupé les espaces politiques vides et a bien coordonné les actions pendant la deuxième période d'étude. Le MST a passé à indiqué les gestionnaires du CODETER, et a contrôlé l'articulation institutionnelle entre les parts prenantes du Nedet, et notamment dans l'articulation de la base sociale rurale.

L'Association diminue sa capacité d'action en proportion (8,7 %), mais augmente son pouvoir considérablement (de 4% à 71,8 %), voire aussi les Figures 6.10 et 6.11. L'augmentation du pouvoir de l'Association dans la période 2017 s'explique par le fait que les autres acteurs reconnaissent la valeur de la ressource contrôlée par elle.

La capacité d'action et le pouvoir globaux ont augmenté considérablement, en valeur et aussi en proportion, entre les deux périodes, cela dénote une augmentation du champ de stratégies des acteurs qui participent plus activement du CPDETER. Il est intéressant de noter que la deuxième période est marquée par la diminution des investissements fédéraux dans le TRSS, mais malgré cela nous avons l'apparition des autres acteurs et la participation plus active de plusieurs acteurs comme le MST, le mouvement social plus important au Brésil. En fait, entre les deux périodes nous avons le PRONAT/PTC comme moteur d'un changement des relations entre les acteurs. En fait, nous pouvons dire que prédomine dans le deuxième période plutôt les enjeux symboliques liés aux questions de contrôle de la base sociale et aux actions agroécologiques qu'économiques liés à la gestion de ressources matérielles comme au début de la politique publique.

Mis à part le MST en 2017, les autres acteurs n'atteignent pas leurs capacités d'action maximales, du fait des restrictions à l'accès à des ressources des autres acteurs qui à cause de pénuries humaines et matérielles, du faible niveau d'intégration institutionnelle des pouvoirs institutionnels, et d'autres motivations ont adopté un comportement plus

conservateur, surtout dans la période 2012. L'écart du pouvoir global entre 2012 et 2017 montre qu'en 2017 nous avons plus de capacité d'action en circulation dans le jeu social.

Le changement des relations de pouvoir dans le Territoire est notamment dû à l'intervention du Nedet, qui a transformé le CODETER du TRSS dans un vrai forum social, et au MST, qui a inversé son rapport vis-à-vis de la Municipalité. Malgré cela, la Municipalité augmente l'amplitude de sa capacité d'action (tableau 6.16) et son pouvoir, voir la Figure 6.11.

Table 6.16. Valeurs maximales, minimales et les amplitudes du pouvoir qui chaque acteur du modèle TRSS 2017 est en mesure d'exercer. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

	Association		Municipalité		MST		Syndicat		Embrapa		Nedet	
	Comportement	Pouvoir exercé										
Min	-10	-70	-9	-18	-10	-80	-10	-70	-9	-54	-10	-68
Max	0	18	9	18	10	80	10	70	9	54	10	68
Amplitude		88		36		160		140		108		136

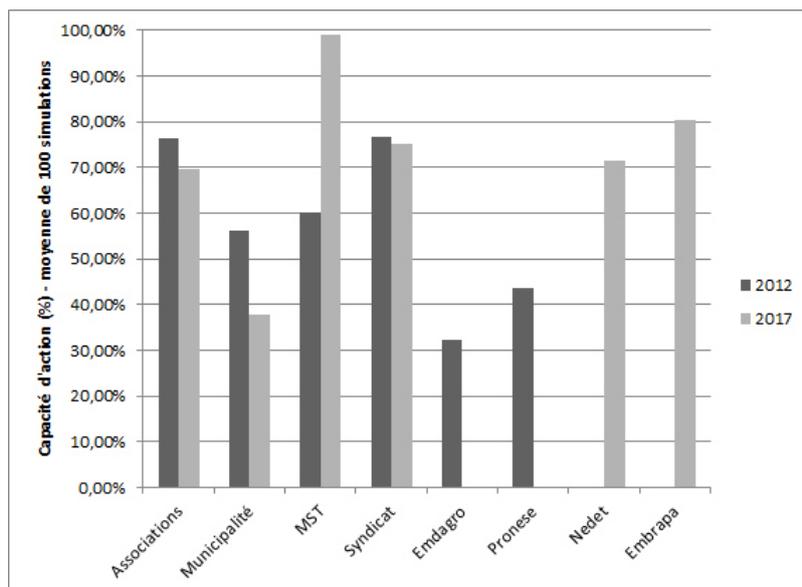


Figure 6.10. Variation de la proportion de capacité d'action des acteurs pour le TRSS entre 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

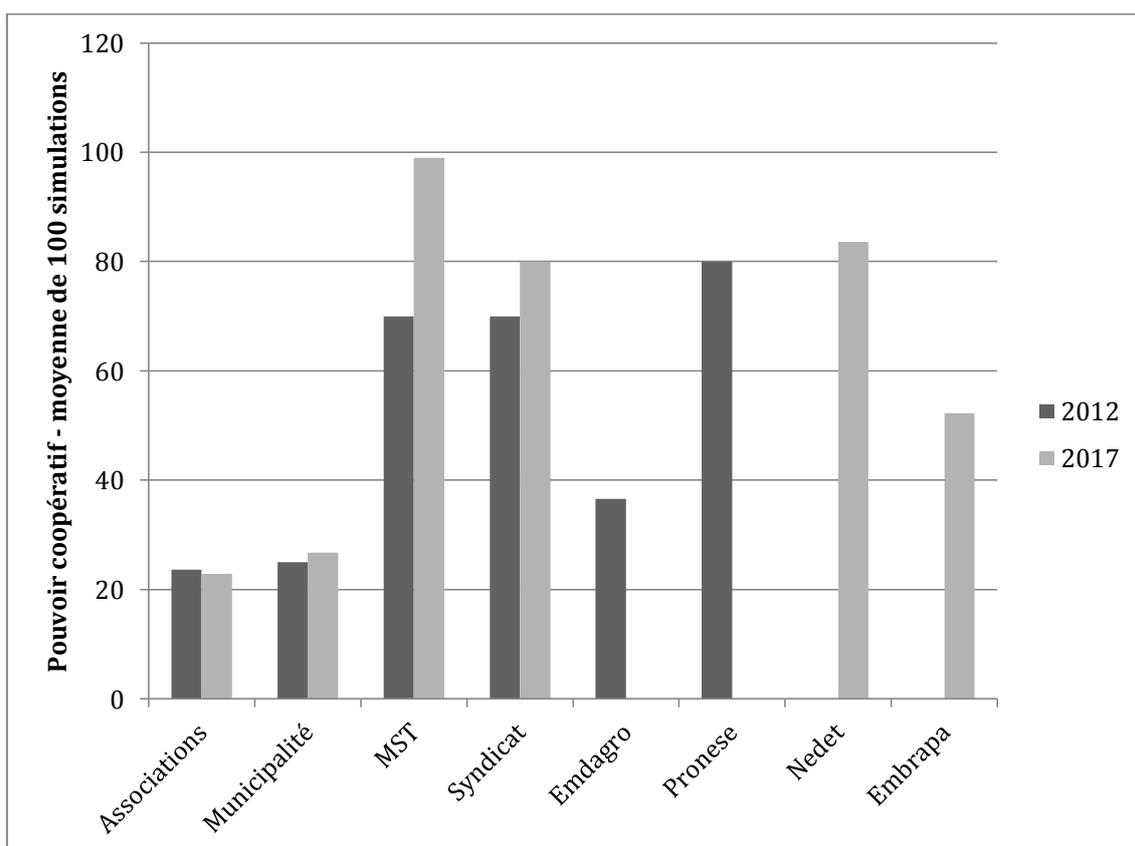


Figure 6.11. Variation du pouvoir coopératif des acteurs du modèle entre 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Le pouvoir coopératif d'un acteur est la somme des impacts positifs des relations qu'il contrôle sur les acteurs qui en dépendent. Donc, la Figure 6.11 montre que le MST et le Syndicat ont augmenté leur pouvoir coopératif, l'Association et la Municipalité ont maintenu leurs niveaux de coopération, le Nedet est entré dans le TRSS avec beaucoup de pouvoir coopératif (dans le même niveau de la Pronese), ainsi que l'Embrapa.

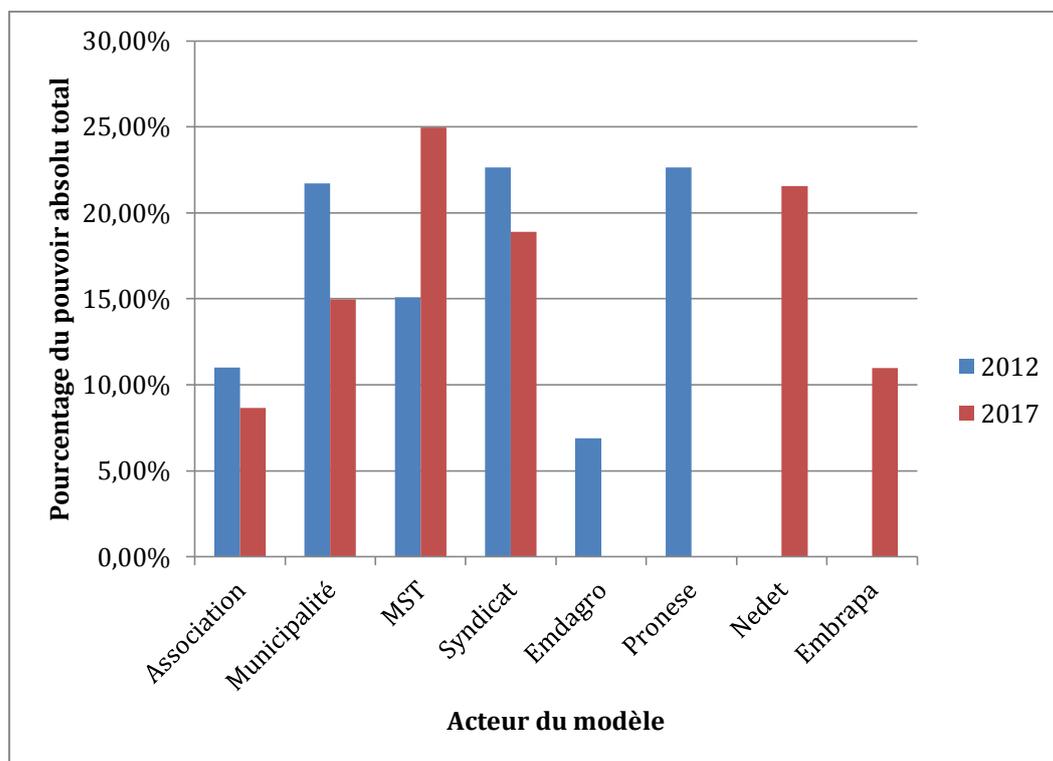


Figure 6.12. Pouvoir absolu dans l'état régulé du SAO pour les acteurs sociaux du TRSS en 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Le pouvoir absolu nous donne un autre regard sur la répartition du pouvoir parmi les acteurs du modèle (Figure 6.12). Si nous regardons les valeurs absolues des impacts, nous mettons en lumière le degré « d'influence » d'un acteur sur les autres et le poids absolu de l'acteur dans le jeu social. Les évidences sur le terrain nous montrent que les valeurs présentées ci-dessus sont parfaitement plausibles. Nous soulignons notamment le pouvoir absolu du MST parfaitement en accord avec son influence dans le CODETER, de l'indication des gestionnaires à la coordination de l'élaboration du PTDRS. Le Nedet mérite aussi d'être analysé comme une force mobilisatrice des mouvements sociaux et l'articulation des institutions fortement engagées dans le TRSS comme l'Embrapa et l'Université Fédérale de Sergipe (UFS).

Dans la Figure 6.12 nous voyons que l'Association, la Municipalité et le Syndicat ont bien perdu une part du pouvoir absolu, entre les deux périodes d'étude. Le MST a bien augmenté sa part de + 9,87 %. Le Nedet et l'Embrapa sont entrés dans le TRSS avec un pouvoir absolu très important (21,55 % et 10,97 %, respectivement).

6.3.6.3 Corrélations

L'analyse des corrélations nous permet d'identifier des interactions entre les variations des configurations résultats des simulations des modèles qui ont convergés. Dans notre cas, nous évaluons les corrélations entre les états de relations et les capacités d'action. Comme il n'y a pas de variations dans le modèle pour 2012, il n'y a pas lieu de calculer les corrélations. Pour 2017, il y a des corrélations (de Pearson statistiquement significative, p-valeur < 0.01) positives et négatives (Figure 6.13). Donc, nous avons une forte corrélation positive entre les capacités d'action du Nedet, de l'Embrapa et du Syndicat et entre ces capacités d'action et l'état de la relation « Accès à l'espace agricole », contrôlée par l'acteur Association. En fait, malgré les différences d'objectif institutionnel entre ces trois acteurs, ils sont très bien engagés dans le projet PRONAT/PTC, et cela explique la corrélation forte avec la relation « Accès à l'espace agricole ».

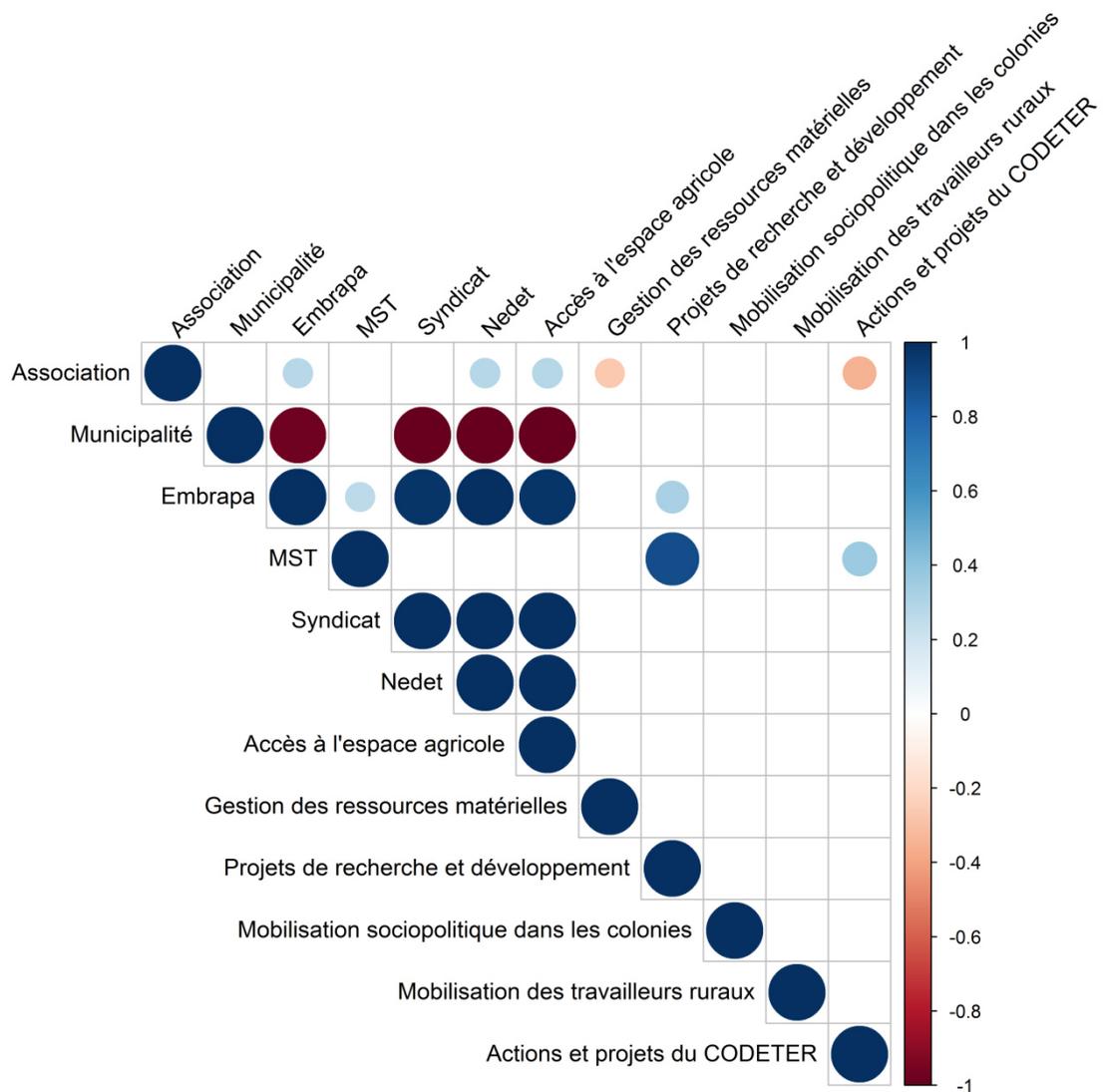


Figure 6.13. *Corrélogramme des variables (capacité d'action des acteurs et état des relations) résultat des simulations du TRSS pour la période 2012. Les cercles bleus symbolisent les corrélations positives, et les cercles rouges les corrélations négatives. La taille et l'intensité de la couleur montrent l'importance de la corrélation. Les cellules vides dénotent qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.*

Nous observons des corrélations négatives entre la capacité d'action de la Municipalité et les capacités d'action du Nedet, de l'Embrapa, du Syndicat et de la relation « **Accès à l'espace agricole** ». Cela montre une très claire opposition entre la Municipalité et le groupe composé des acteurs Embrapa, Nedet et Syndicat, par l'intermédiaire de la relation « **Accès à l'espace agricole** » contrôlée par l'Association. Ce résultat est parfaitement en accord avec l'analyse structurelle (cf. section 6.3.4) pour la période

2017 qui a montré une opposition structurelle entre la Municipalité et les acteurs Nedet et Syndicat.

6.3.6.4 Le taux de réciprocité

Le taux de réciprocité mesure la relation entre ce que l'acteur obtient comme capacité d'action finale et ce qui il a perdu ou donné (bienveillance) aux autres. Donc, si le taux de réciprocité est important et positif cela veut dire que l'acteur gagne (capacité d'action) plus qu'il ne perd et donne.

Les valeurs des taux de réciprocité ont été calculées à partir de valeurs moyennes de capacités d'action résultantes des simulations qui ont convergé.

La structure du jeu social et les taux de réciprocité

Entre les deux périodes d'études nous avons le départ de deux acteurs qui sont devenus presque inactifs (Pronese et Emdagro), l'introduction de deux autres (Embrapa et Nedet) et le changement de la structure du jeu social comme nous avons vu dans la section 6.3.4 avec l'apparition d'une alliance forte entre le Nedet, le Syndicat, le MST et l'Embrapa. La Municipalité se maintient comme le représentant du pouvoir public le plus résistant contre le PRONAT/PTC.

Dans la section 3.3.2 nous avons envisagé l'hypothèse d'une relation entre les rapports de pouvoir et la réciprocité symbolique entre les acteurs. Donc, si la structure des relations d'interdépendance et les échanges de capacités d'action entre les acteurs changent, il aura aussi un changement du taux de réciprocité comme décrit dans la section 5.7. Les Figures 6.14 et 6.15 montrent la structure du jeu social pour les périodes 2012 et 2017 respectivement, les valeurs moyennes de capacité d'action échangée parmi eux, et le taux de réciprocité moyenne entre l'acteur et le système calculé pour chacun selon l'équation 5.25 (cf. section 5.7.3).

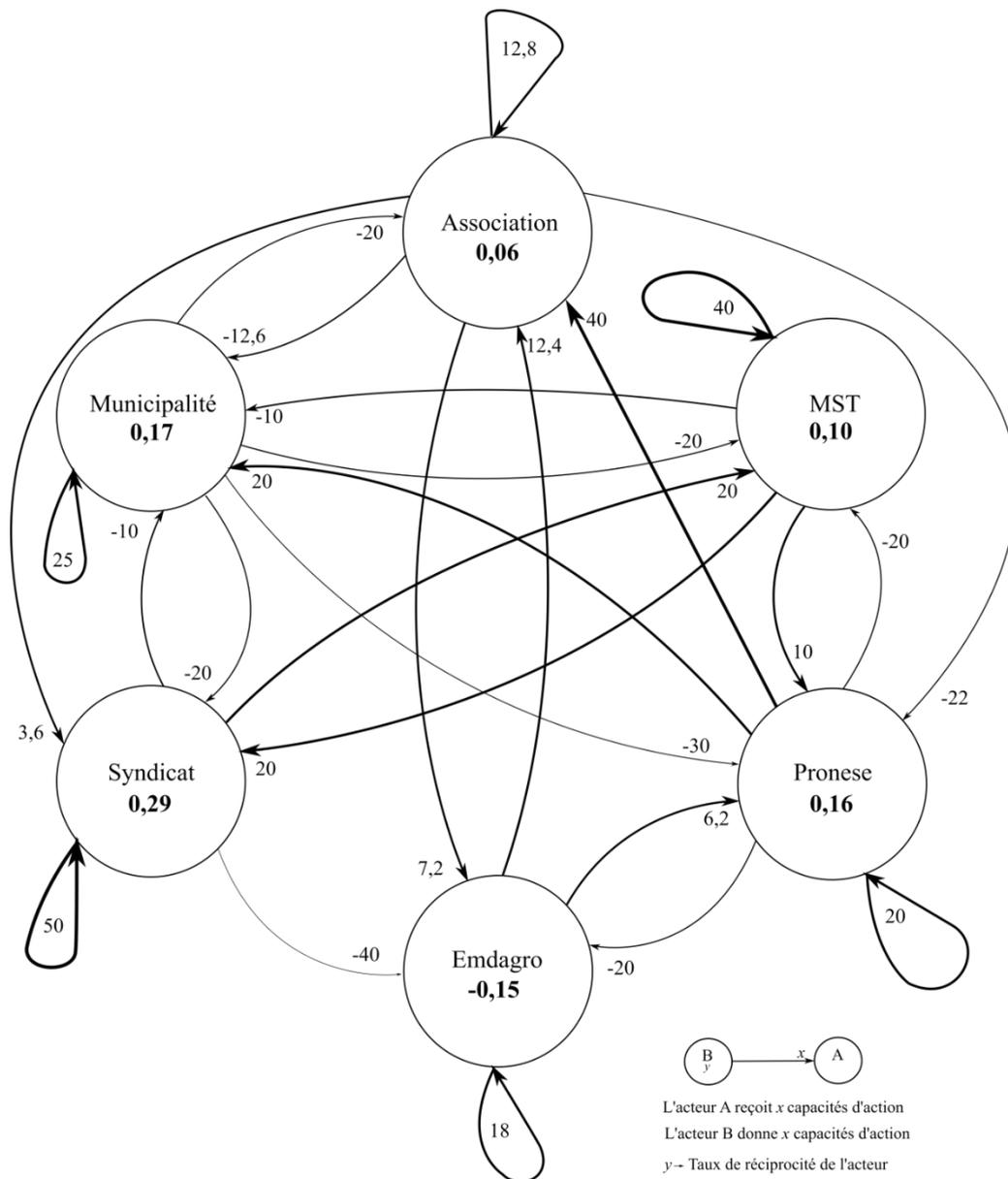


Figure 6.14. Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds correspondent aux acteurs du modèle du TRSS pour la période 2012, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles indique le taux de réciprocité entre l'acteur et le système. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Il est clair que l'entrée de l'Embrapa et du Nedet a basculé les rapports de pouvoir au sein du TRSS. L'Embrapa a beaucoup participé au CODETER du TRSS de plusieurs manières. Le Nedet, bien financé par l'état fédéral, a bien articulé ses actions avec le soutien du MST et de l'Embrapa.

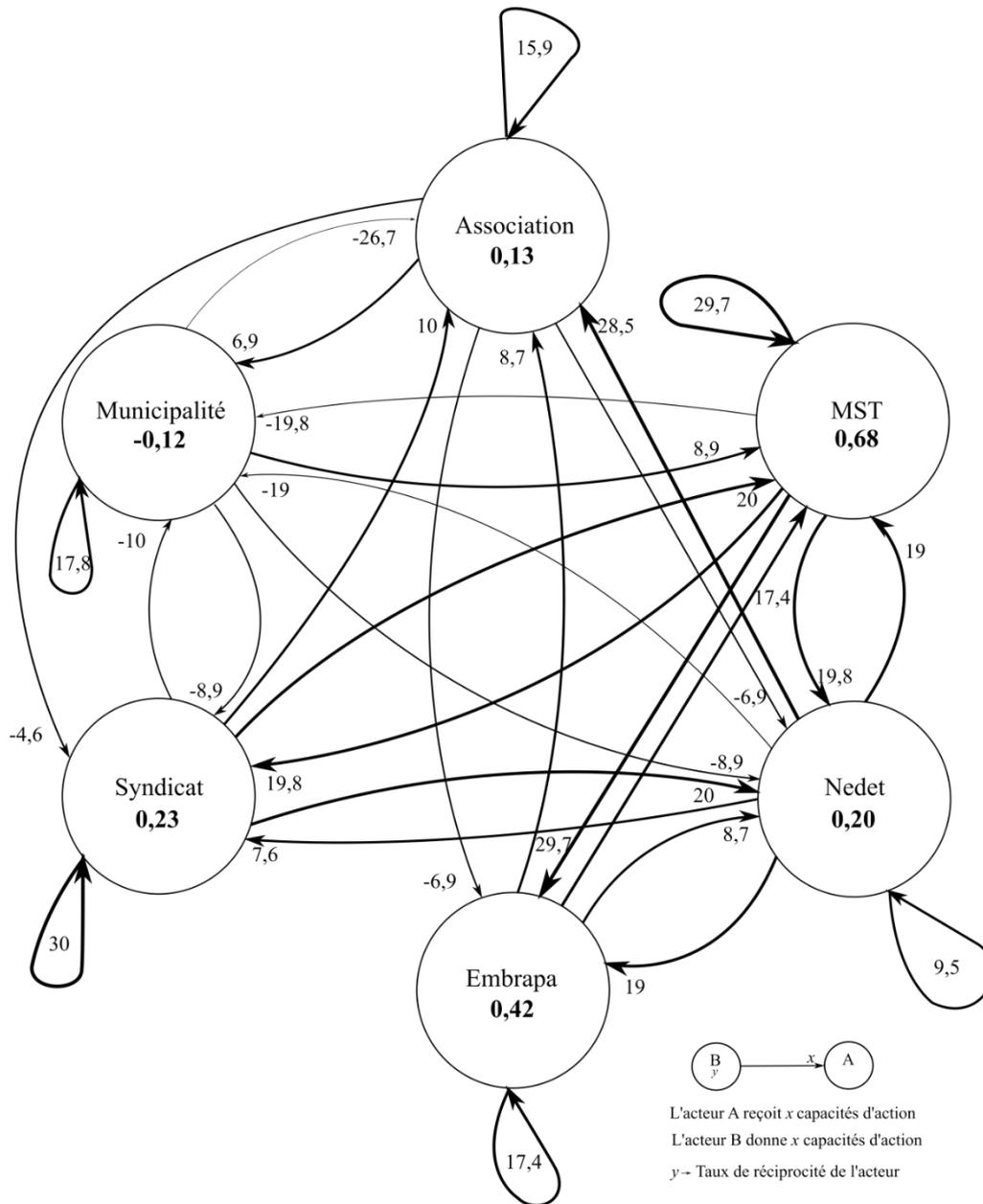


Figure 6.15. Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds dénotent les acteurs du modèle du TRSS pour la période 2017, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles dénote le taux de réciprocité entre l'acteur et le système. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Pour la période 2017, nous avons plus d'interdépendances entre les acteurs, notamment motivés par l'entrée du Nedet et l'augmentation de l'importance du MST dans le TRSS. En fait, le Nedet s'engage effectivement dans les activités d'articulation politique dans le TRSS en mobilisant concrètement le Syndicat, l'Embrapa, la Municipalité, L'Association et notamment le MST autour des projets liés à l'agriculture

agroécologique et de valorisation de la culture locale. En général, les acteurs dédient plus de capacité pour le jeu social et moins vers eux même (cf. l'augmentation du pouvoir global). L'épaisseur des lignes est proportionnelle à l'importance de capacités d'action échanges entre les acteurs, et nous observons plus de transfert pour la période 2017.

Sur les taux de réciprocité moyenne (le nombre dans le cercle) nous apercevons que les acteurs du modèle Association et MST ont beaucoup augmenté leurs taux de réciprocité, le Nedet et l'Embrapa entrent dans le jeu avec un très haut taux de réciprocité, le Syndicat réduit un peu, et la Municipalité réduit considérablement son taux de réciprocité.

La dispersion et centralité du taux de réciprocité

Comme il n'y a pas de variations significatives dans le modèle pour 2012, il n'y a pas lieu d'utiliser le graphique *box plot*. Néanmoins, il faut souligner que pour 2012 nous notons que l'*Emdagro* présente un taux de réciprocité négatif, le taux de réciprocité de la Municipalité présente une faible variation, l'Association, le MST et la *Pronese* ont un taux proche de zéro, donc nous avons une relation moins performante (où l'acteur gagne moins qu'il perd et donne aux autres) dans le système social. Le Syndicat est le plus performant (où l'acteur gagne plus qu'il perd et donne aux autres) comme nous pouvons l'observer empiriquement à partir du leadership de cet acteur au début du PRONAT/PTC dans le TRSS et l'approbation de nombreux projets d'investissements pour le Syndicat (équipements informatiques, motos, voitures).

La Figure 6.16 montre le graphique *box plot* des taux de réciprocité pour la période 2017 pour chaque acteur du modèle. Pour l'année 2017, nous pouvons conclure que les taux de réciprocité des acteurs ont changé sensiblement. La Municipalité est le seul acteur qui présente un taux de réciprocité négatif dans tous les cas. Le MST est l'acteur du modèle le plus performant, le taux de réciprocité de l'Association est le plus variable. L'Embrapa entre au TRSS avec un bon taux de réciprocité.

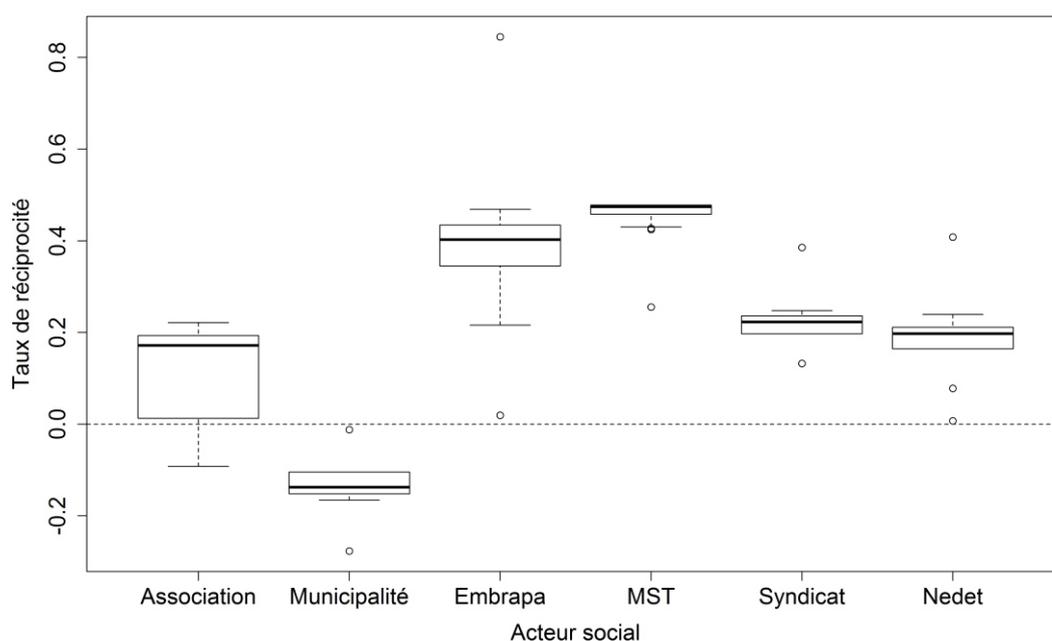


Figure 6.16. Box plot du taux de réciprocité de 100 simulations du modèle TRSS pour la période de référence 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

La Figure 6.17 montre les taux de réciprocités moyennes calculés pour 2012 et 2017. Le MST et l'Association ont augmenté leurs taux de réciprocité moyens, 580,00 % et 116,67 % respectivement, tandis que la Municipalité et le Syndicat l'ont diminué - 172,61 % et -20,69 %, respectivement. Seuls l'*Emdagro* et la Municipalité ont un taux de réciprocité négative, cela dénote une relation perdante vis-à-vis les autres acteurs du modèle. En fait, le gagnant du jeu social est le MST, cet acteur est le plus performant même avec une faible marge de manœuvre et pouvoir absolu. Néanmoins, il a présenté une croissance de sa capacité d'action et a gardé plus de pouvoir dans les deux périodes.

Le MST a été sur le devant la scène dans presque toutes les actions du CODETER du TRSS pendant la deuxième période d'étude. Donc, devant la diminution des investissements directs du PRONAT/PTC dans le TRSS, l'enjeu plus important dans le jeu social devient le contrôle de la base sociale. Par conséquent, la force et la tradition du MST a fait qu'il a participé et profité de toutes les actions du CODETER du TRSS, par exemple, le choix du gestionnaires de la direction centrale, de membres du Nedet pour le TRSS, l'approbation de projets au sein du CODETER qui bénéficiaient aux «

Assentamentos » du MST, et la conduite de l'élaboration du Plan Territorial pour le Développement Rural Durable (PTDRS) du TRSS.

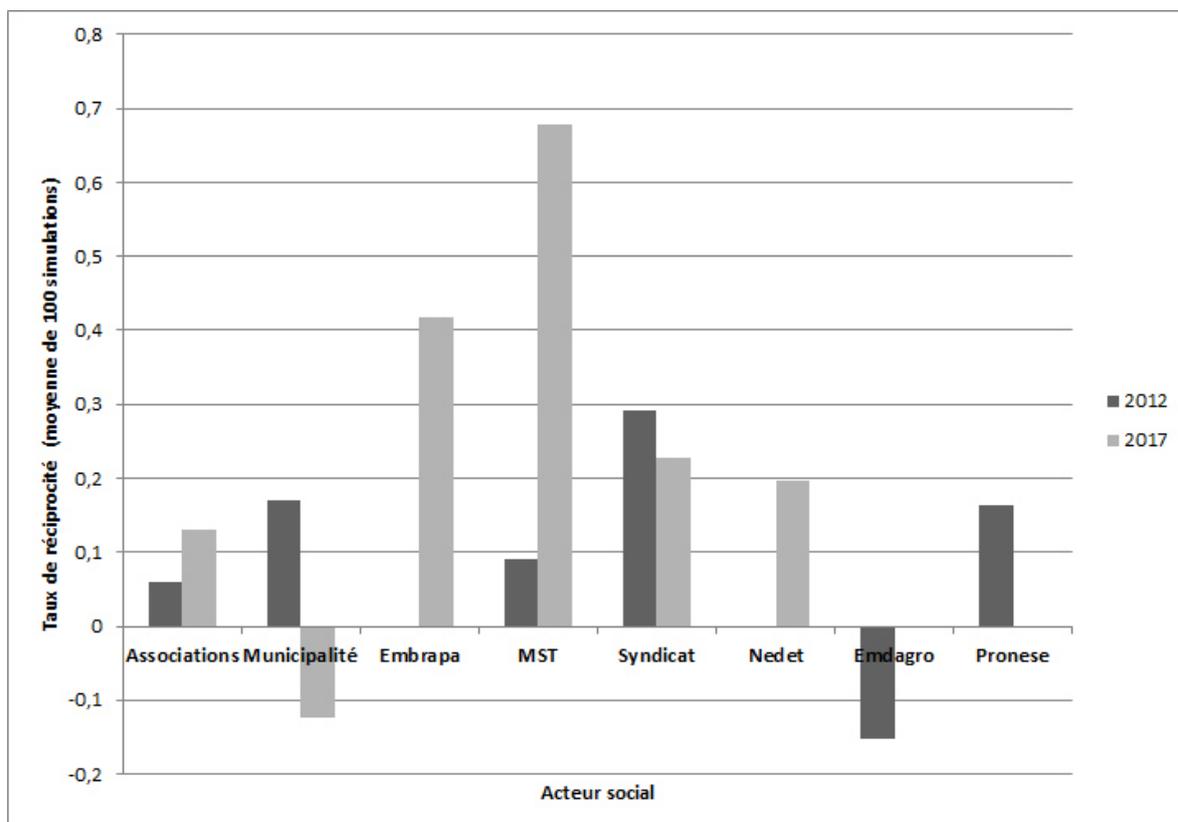


Figure 6.17. Moyenne du taux de réciprocité dans l'état régulé du SAO pour le TRSS.
Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

6.3.7 Analyse de sensibilité des modèles

L'analyse de sensibilité permet d'étudier l'influence de paramètres du modèle sur les simulations. Il est possible, à partir du logiciel SocLab, de faire varier les paramètres ténacité, les enjeux et les solidarités des acteurs. Le module d'analyse de sensibilité se charge de faire varier le ou les paramètres choisis en tirant aléatoirement une valeur, pour chaque simulation, dans l'intervalle défini préalablement.

Dans notre recherche nous avons procédé à deux analyses de sensibilité pour chaque période, 2012 et 2017. D'abord, pour la période de référence 2012, nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max), ce que nous appelons l'expérimentation 01 (EXP 01). Ensuite, nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur Association qui a été considéré par les évidences comme le plus instable en matière d'engagement dans le PRONAT/PTC (expérimentation 02 – EXP02), les autres acteurs gardant la même ténacité que

précédemment (cf. tableau 6.17). Pour la période de référence 2017, nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max), ce que nous appelons l'expérimentation 03 (EXP 03). Ensuite, nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle MST qui a été considéré par les évidences comme le plus important en matière d'engagement dans le PRONAT/PTC pendant la deuxième période (expérimentation 04 – EXP04).

Table 6.17. *Liste des expérimentations procédées pour l'analyse de sensibilité. Nous avons fait varier seulement la ténacité entre les valeurs un et dix. Source : élaboré par l'auteur.*

Expérimentation	Période de référence	Acteur du modèle
EXP01	2012	Tous les acteurs
EXP02	2012	Association
EXP03	2017	Tous les acteurs
EXP04	2017	MST

Dans la Figure 6.18 nous observons que toutes les simulations ne convergent pas vers une configuration régulée dans la limite de 100000 pas de simulation quand la ténacité des acteurs dépasse 8 pour l'EXP 01, c'est pour cela que la courbe bleue arrête pour la ténacité égale à 7. D'autre part, le système converge toujours s'il y a une variation de la ténacité seulement pour l'Association (EXP 02) IDEM. Donc, cela veut dire que si tout le monde décide d'être tenace le système bloque et n'arrive pas à trouver un équilibre. Par contre, si seulement l'Association, l'acteur plus touché par les politiques publiques, agit avec plus de ténacité le système peut rester stable.

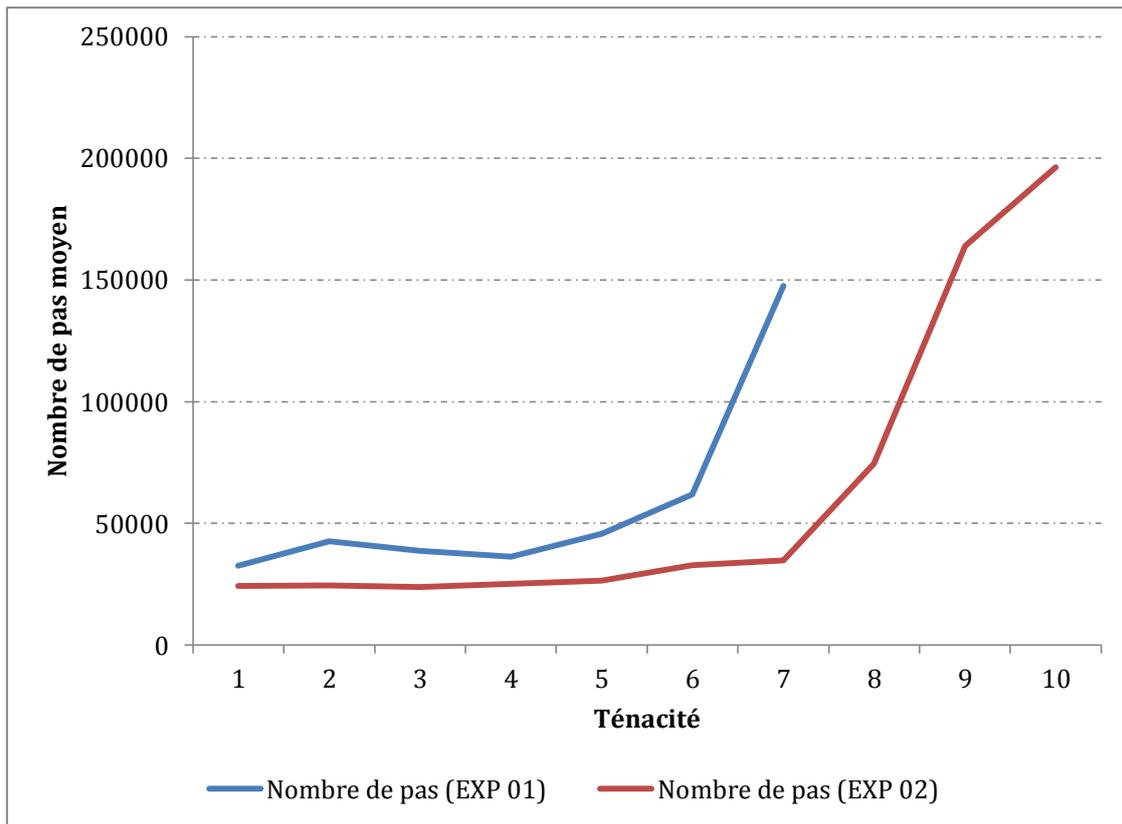


Figure 6.18. Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de la ténacité, qui ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 01 (EXP 01) où la ténacité de tous les acteurs varie entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 02 (EXP 02) où seule la ténacité, de l'acteur Association varie entre 1 et 10. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

La Figure 6.19 montre les variations des capacités d'action des acteurs selon l'EXP 01 et l'EXP 02. Nous observons qu'il n'y a pas de variations significatives entre les deux expérimentations (EXP 01 et 02) sauf pour la capacité d'action de la Municipalité qui diminue au fur et à mesure que la ténacité des acteurs (EXP 01) augmente. Si nous regardons l'EXP 02 pour les ténacités 9 et 10, nous constatons que si l'Association agit une ténacité forte, les capacités d'action des acteurs présentent une forte variation positive pour le Syndicat, le MST, l'Association, et négative pour la Municipalité et l'Emdagro.

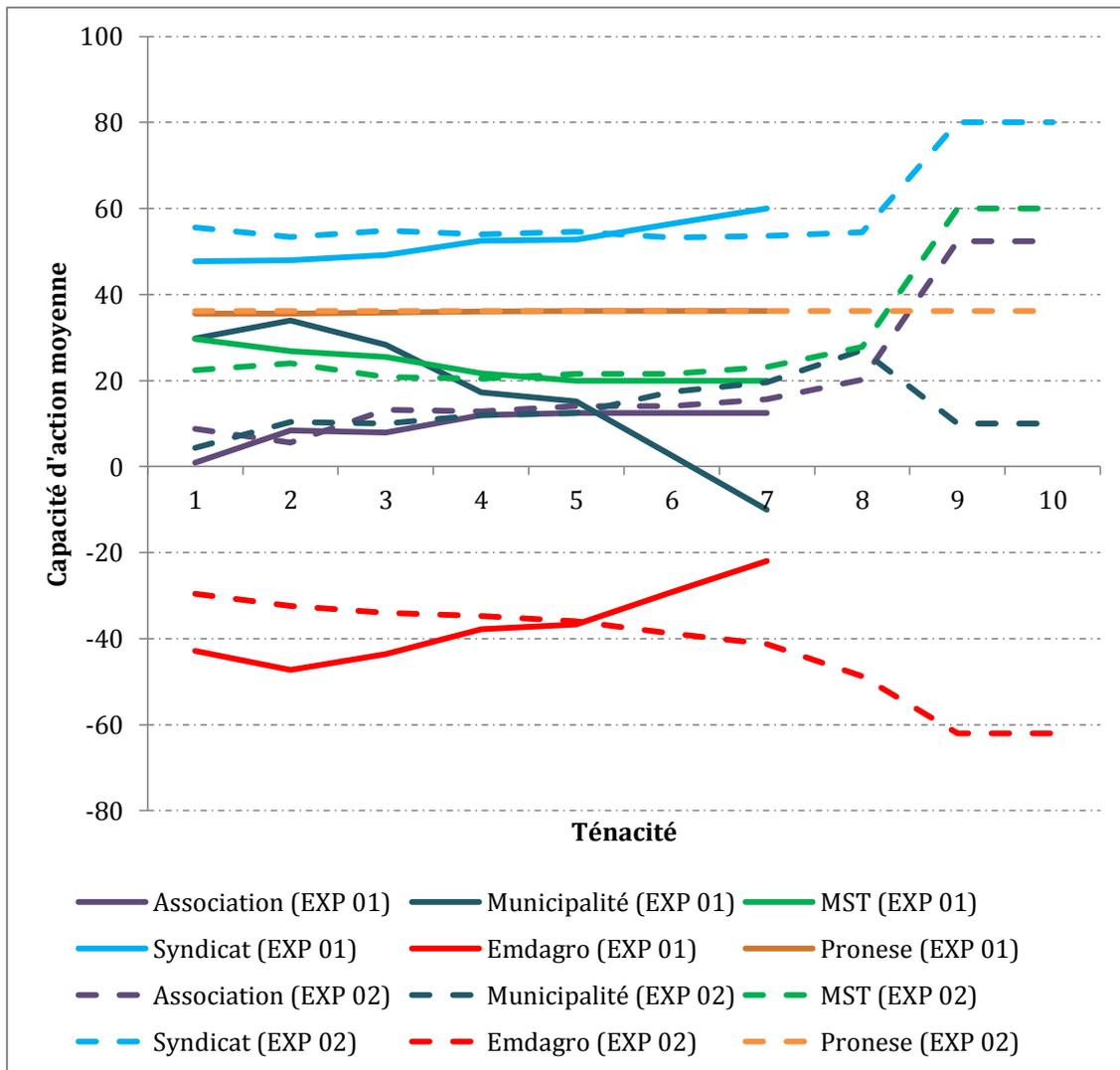


Figure 6.19. En ordonnée nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qui ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérience 01 (EXP 01). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérience 02 (EXP 02). Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

La Figure 6.20 montre la variation de comportement des acteurs face à la variation de leurs ténacités. Sauf pour l'Association (EXP 01 et EXP 02) et la Municipalité (EXP 02) nous observons la robustesse du modèle 2012. Il est intéressant de souligner le changement de comportement de l'Association dans les deux cas (EXP 01, tous les acteurs changent de ténacité ; et EXP 02, où seule l'Association varie sa ténacité). Si tout le monde est tenace, l'Association va chercher de mettre à disposition sont ressource et cela signifie être plus engagé dans le PRONAT/PTC (cf. tableau 6.2). Par

contre, si seule l'Association est tenace et la ténacité est plus élevée que 7 l'Association suit la Municipalité pour rendre l'accès à ces ressources plus restrictifs (-10), et cela signifie et être plus lié à l'agriculture traditionnelle (cf. tableau 6.3).

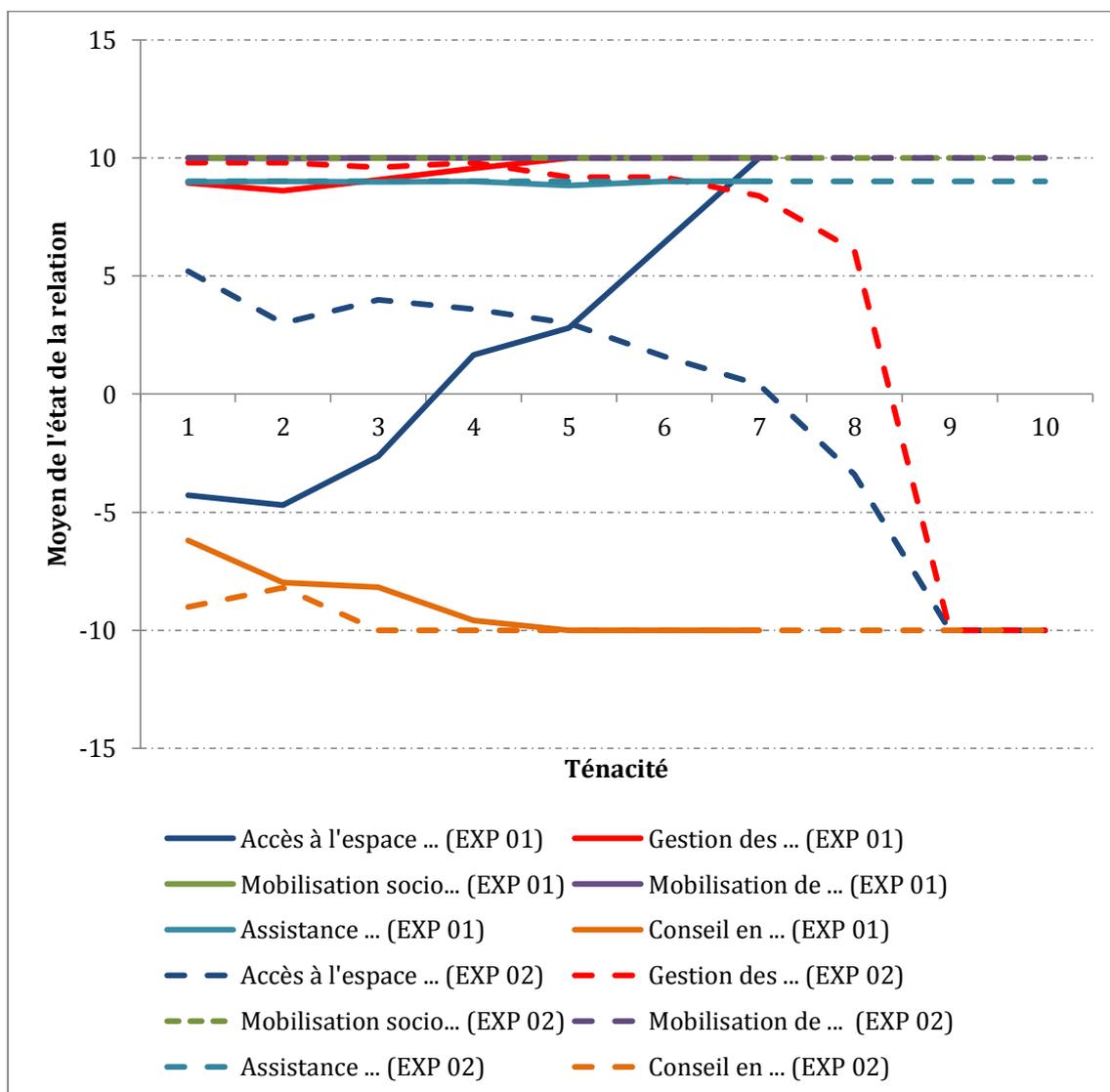


Figure 6.20. Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 01 (EXP 01). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 02 (EXP 02). Chaque relation est représentée par une seule couleur. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Pour la période 2017, la Figure 6.21 montre qu'il n'y a pas de changement majeur dans le nombre de pas de simulation pour obtenir un état stable au fur et à mesure que le

MST augmente sa ténacité. Si tous les acteurs augmentent leur ténacité, le nombre de pas pour atteindre une configuration régulée augmente.

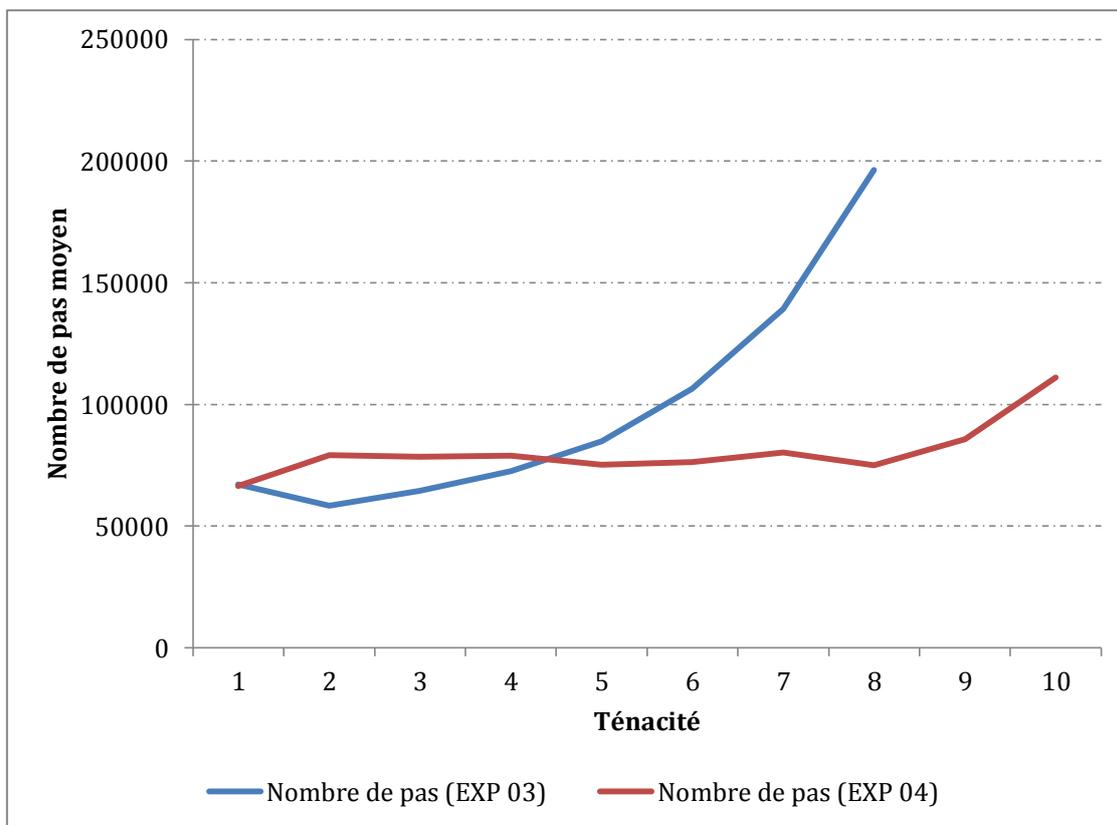


Figure 6.21. Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée, qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2017. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 03 (EXP 03) où nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 04 (EXP 04) où nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle Association. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

L'examen de la Figure 6.22 montre qu'il n'y a pas de changement pour les capacités d'action tant que les ténacités restent inférieures à 5 pour l'EXP 03, et même au-delà pour l'EXP 04.

Si nous regardons la variation du comportement des acteurs (Figure 6.23), nous constatons le même type de résultat. Comme pour la période 2012, au fur et à mesure que tous les acteurs augmentent leurs ténacités, l'Association adopte une posture défensive et contre la politique publique PRONAT/PTC.

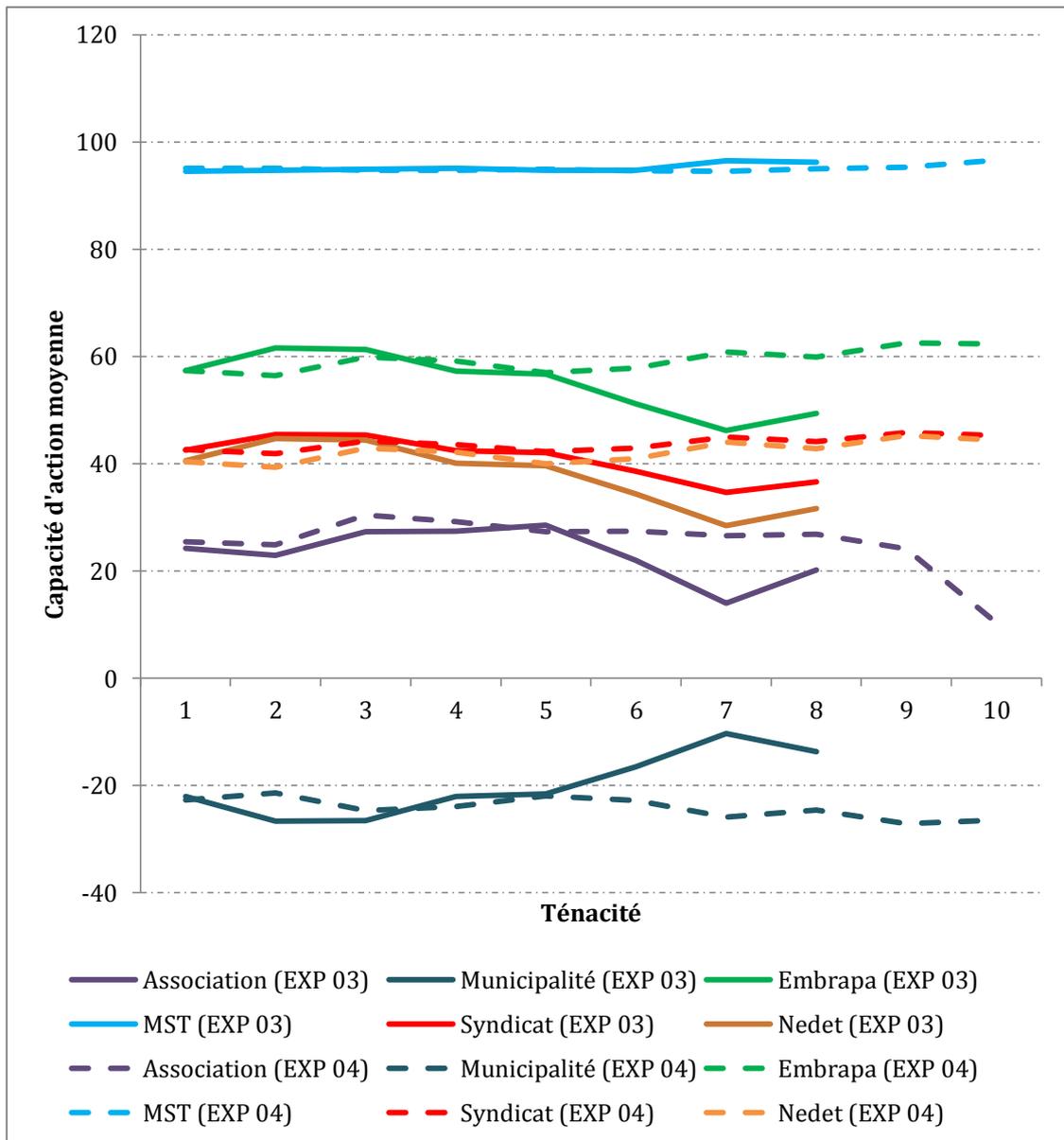


Figure 6.22. Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2017. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 03 (EXP 03). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 04 (EXP 04). Chaque acteur est représenté par une seule couleur. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

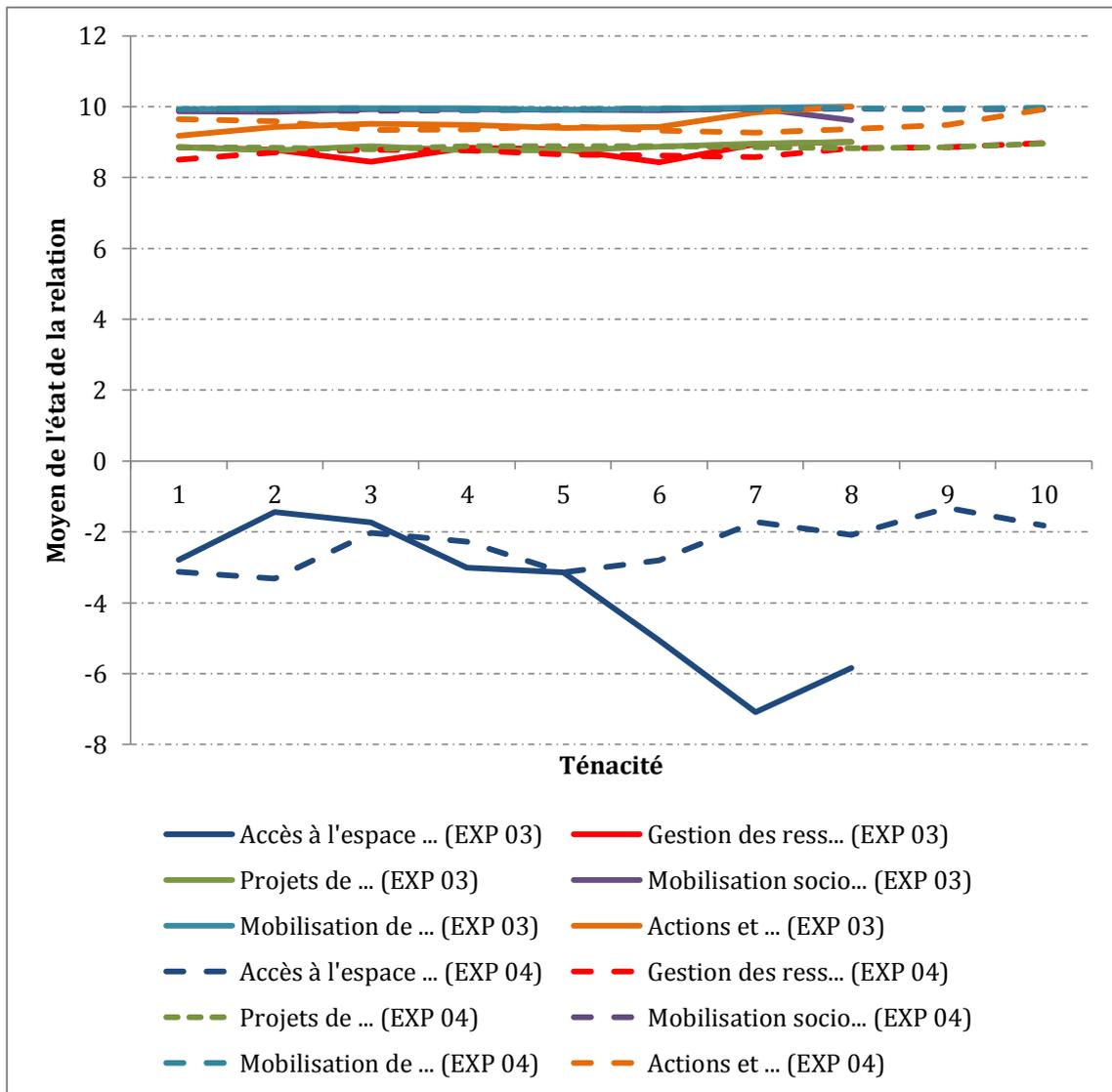


Figure 6.23. Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRSS 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 03 (EXP 03). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 04 (EXP 04). Chaque relation est représentée par une seule couleur. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

En conclusion, l'analyse de sensibilité a montré que les modèles demandent plus de pas pour trouver une configuration régulée, sauf pour l'EXP 04. Néanmoins, cela est un résultat attendu parce que les acteurs dédient plus d'effort pour trouver une action plus convenable. Le modèle 2017 est plus robuste que le modèle 2012 en matière de variation des capacités d'action, mais aussi par rapport au comportement des acteurs (variation de l'état des relations) dans les expérimentations.

6.3.8 Conclusions

À partir de l'analyse des modèles SocLab du CODETER du TRSS, nous pouvons conclure qu'il y a une claire opposition entre deux groupes d'acteurs, contre ou en faveur du PRONAT/PTC. D'un côté, le MST, le Syndicat et le Nedet, qui sont fortement attachés aux politiques publiques territoriales. De l'autre, la Municipalité représente bien la résistance du pouvoir local établie contre le projet qui vise, surtout, la promotion de la participation civile dans des prises de décisions collectives.

Les simulations sociales ont dévoilé un système social rigide, déterministe et sans marge de manœuvre pour 2012, mais qui a évolué vers un système plus complexe qui offre un peu plus de liberté aux acteurs. En fait, la sortie de l'*Emdagro* et de la *Pronese* du jeu social et l'entrée de l'Embrapa et du Nedet ont bien fait basculer les rapports de forces et ont contribué à un jeu social en défaveur de la Municipalité.

Le tableau 6.18 montre les indicateurs sociologiques utilisés pour évaluer les changements dans le CODETER du TRSS entre les deux années de référence. Des quatre acteurs sociaux du modèle qui sont présents dans les deux périodes, seules l'Association et le MST ont bénéficié d'une évolution favorable avec une croissance de leurs capacités d'action, de leur pouvoir et, surtout, de leurs taux de réciprocité.

En fait, la diminution des ressources fédérales pour le PRONAT/PTC a diminué le rôle de la Municipalité (diminution de la pertinence de la relation gestion ...) et, par conséquent, la dépendance de l'Association vis-à-vis de la relation qu'elle contrôle. L'Association s'est mieux engagée avec le Syndicat et a établi des liaisons plus étroites avec le Nedet. Le MST, toujours à la recherche d'une coalition, a cherché un comportement plus coopératif vis-à-vis de la Municipalité.

Le changement entre les deux périodes a réduit l'influence de la Municipalité, qui a souffert de la forte présence du Nedet, qui regroupe trois institutions fédérales ayant un fort engagement dans le CODETER et dans la région sud de Sergipe. Le Syndicat perd la prééminence sur la société civile à cause de la forte capacité de mobilisation du MST.

Table 6.18. Récapitulatif des moyennes des indicateurs sociologiques évalués dans les configurations résultant des simulations. Dans les colonnes nous avons la capacité d'action, pouvoir, partage du pouvoir absolu et le taux de réciprocité. Les lignes sont divisées en deux groupes, le premier qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés dans les deux périodes d'études (2012 et 2017), et le deuxième qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés pour une période seulement (2012 ou 2017). Pour le premier groupe, nous avons une valeur Δ qui représente la variation en pourcentage de chaque indicateur entre 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Année de référence	Acteur du modèle	Capacité d'action (Δ)	Pouvoir(Δ)	Partage du pouvoir absolu (Δ)	Taux de Réciprocité (Δ)
2012 et 2017	Associations	69,7% (-8,7%)	71,8% (+1695,0%)	8,66% (-21,42%)	0,1295 (+116,67%)
	Municipalité	37,7% (-33,0%)	0,60% (~0,0%)	14,96% (-31,01%)	-0,1240 (-172,61%)
	MST	99,0% (+65,0%)	99,5% (-0,50%)	24,96% (+65,41%)	0,6788 (+580,00%)
	Syndicat	75,2% (-2,1%)	100,0% (-)	18,91% (-16,46%)	0,2276 (-20,69%)
2012	Emdagro	32,20%	100,00%	6,91%	-0,1055
	Pronese	43,50%	100,00%	22,64%	0,1639
2017	Embrapa	80,20%	98,30%	10,97%	0,4164
	Nedet	71,50%	97,50%	21,55%	0,1962

L'*Emdagro* sort du système avec une faible capacité d'action à cause de limites opérationnelles et par conséquent cet acteur présente un taux de réciprocité négatif. Malheureusement, la *Pronese* qui avait de bonnes capacités d'action, du pouvoir absolu et taux de réciprocité, a été obligée de sortie du jeu à cause d'une restructuration administrative de l'État de Sergipe.

Le *Nedet* et l'*Embrapa* entrent dans le jeu social en 2017 avec des ressources très importantes pour les autres (9 et 12 de pertinence) et, de plus, ils partagent des objectifs communs comme la promotion de l'agroécologie et l'organisation stratégique du CODETER autour de la population rurale.

L'approche SocLab nous apporte une nouvelle forme de systématisation de la connaissance sur le système social, notamment sur sa structure sociale, et fournit un mécanisme de simulation social qui permet l'évaluation quantitative d'indicateurs sociologiques comme la capacité d'action, le pouvoir et le taux de réciprocité de chaque

acteur au sein du système. Donc, l'approche SocLab permet la transformation de données qualitatives en informations quantitatives qui peuvent être analysées selon une perspective sociologique.

Enfin, en utilisant les sorties des simulations sociales des modèles SocLab, et en considérant que les modèles sont une simplification raisonnable du système socioterritorial complexe TRSS nous pouvons essayer de répondre à la question de cette recherche : *Le PRONAT/PTC a-t-il atteint ses objectifs sur le Territoire Rural Sud de Sergipe en ce qui concerne l'évolution des relations de pouvoir entre les acteurs ?*

Oui ! D'abord, les sorties de modèles indiquent l'augmentation de la capacité d'action, du pouvoir et du taux de réciprocité des acteurs représentant la société civile, notamment l'Association et le MST. Ensuite, nous observons que les Coefficients de Variation de ces indicateurs sociologiques ont diminué entre e 2012 et 2017 (-33% pour le pouvoir, -25% pour le taux de réciprocité et -10% pour la capacité d'action). Cela signifie que malgré la montée en pouvoir des acteurs liés à la société civile, le système social se trouve globalement plus équilibré, autrement dit, il a moins d'écart entre les acteurs. Enfin, l'augmentation des valeurs globales de capacité d'action et de pouvoir pour la période 2017 dénote qu'il y a plus de capacité d'action en circulation et qui l'empuissancement du MST et l'arrivée du Nedet ont bien contribué à l'équilibrage de forces dans le TRSS.

6.4 Les modèles SocLab du Territoire Rural du Bas São Francisco (TRBSF)

Comme pour le Territoire Rural Sud de Sergipe, la création du TRBSF a été fortement influencée par le pôle syndical du Bas São Francisco, mais aussi par l'Église, notamment par le Diocèse de Propriá, créée en 1960. En fait, ces deux acteurs du terrain ont participé activement à la construction du TRBSF en fonction de leurs expériences en matière de territorialisation de projets de développement social.

Par la territorialisation de projets de développement social nous entendons la bonne répartition de l'inclusion sociale, c'est-à-dire, l'amélioration de la vie rurale de manière spatialement bien distribuée (homogénéité spatiale). Aujourd'hui, nous observons une forte hétérogénéité spatiale en matière de revenu, éducation, mortalité des enfants, etc.

Les conflits sociaux dans le TRBSF se produisent notamment en milieu rural et opposent les gros agriculteurs (producteurs de fruit irrigué, crevettes et canne à sucre) et la population rurale organisée et dédiée à la production de subsistance sans l'emploi de technologies modernes. Le pouvoir politique et économique traditionnel des municipalités est fortement attaché aux gros producteurs ruraux liés aux filières agroalimentaires.

En général, la population rurale s'organise autour d'associations ou de mouvements sociaux paysans qui, aujourd'hui, luttent contre la concentration foncière et la monopolisation des processus de production alimentaire ancrés sur l'usage de pesticides. Néanmoins, à cause de la globalisation du marché agroalimentaire et de la croissance du prix de la terre, la lutte contre la concentration foncière est devenue infructueuse, donc la société civile paysanne s'organise surtout autour des causes défendables comme la production durable (sans pesticides), l'agroécologie et la participation populaire dans les décisions collectives pour le développement durable au sens large.

Comme pour le TRSS, le Nedet a été désigné pour coordonner le CODETER du TRBSF depuis 2015. Alors, l'entrée du Nedet dans le TRBSF a renforcé l'*empuissancement* des organisations de la société civile liées à la production agroécologique, mais aussi des mouvements qui luttent pour ses droits à la terre, comme les « Quilombolas ».

Comme pour le TRSS, le Nedet a été désigné pour coordonner le CODETER du TRBSF depuis 2015. L'entrée du Nedet dans le TRBSF a renforcé l'*empuissancement* des

organisations de la société civile liées à la production agroécologique, mais aussi des mouvements qui luttent pour le droit à la terre, comme les « Quilombolas ».

En fait, le Nedet s'est bien engagé politiquement dans le TRBSF. Cela veut dire qu'au-delà d'un appui technique, le Nedet a participé au jeu social en mobilisant des politiciens, des autorités et d'autres institutions pour faire valoir ses intérêts, notamment pour une participation populaire plus active et pour l'agroécologie, et augmenter le pouvoir politique de la société civile.

6.4.1 Les acteurs du modèle

6.4.1.1 L'Église

L'acteur du modèle *Église* représente les acteurs du terrain suivants : L'Église catholique, la Caritas et le Mouvement des Petits Agriculteurs (MPA). L'Église catholique est très bien représentée par le père Isaías, leader local et actif depuis le début du débat autour de la territorialisation de la région. L'Église a participé activement au développement des zones rurales au Brésil, et notamment, dans l'État de Sergipe, à l'organisation sociale (associations, syndicats) et en support aux minorités comme les « Quilombolas » et les plus pauvres. L'Église s'organise aussi localement et regroupe les chrétiens selon leurs résidences.

La Caritas est une organisation de promotion sociale qui travaille pour la défense des droits de l'homme, la sécurité alimentaire et le développement durable. Le MPA est une organisation sociale d'importance nationale, populaire, de masse, autonome, organisée en groupes de familles qui produisent des aliments sans pesticide. Dans le TRBSF l'Église, la Caritas et le MPA travaillent ensemble de manière coordonnée.

L'acteur du modèle *Église* a été très actif au début de la constitution du Territoire en 2004. Pendant la période 2012, elle contrôle deux relations : la « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** » et les « **Actions et projets du CODETER** » du TRBSF. Néanmoins, dans la période 2017, elle ne contrôle plus que la relation « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** » parce que le Nedet a assumé la responsabilité de la gestion du CODETER et la coordination des actions et projets pour le TRBSF. L'Église cherche à promouvoir la solidarité au sein de la population pauvre et catholique.

La base sociale de l'Église comprend la population rurale pauvre et catholique. Autrement dit, l'Église agit pour que la société des vulnérables s'organise et puisse établir un réseau de solidarité pour faire face aux inégalités en matière d'accès à la terre et à ses capacités de production et génération de revenus.

Le comportement non coopératif de la relation « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** » signifie que la population rurale est moins protégée et organisée, et cela peut déborder en conflits et mener à une désorganisation sociale. Par contre, si l'Église est plus active, nous allons avoir plus de force collective des groupes d'individus fragiles. La situation neutre pour l'accès à la ressource indiquerait un simple maintien du *statu quo* (cf. tableau 6.19). Ordinairement, cet acteur du modèle va dans le sens d'une mobilisation sociale forte. La participation du MPA introduit la question agroécologique au sein de l'Église, mais sans intensité.

Table 6.19. *L'interprétation des états de la relation « Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à 0	L'état de la relation égale à +10
Les communautés traditionnelles et les ouvriers ruraux sont moins protégés et organisés, et cela peut déborder en conflits.	Un simple maintien du <i>statu quo</i> .	On va avoir plus de force collective des groupes d'acteurs les plus fragiles.

La relation « **Actions et projets du CODETER** » est un enjeu très important du PRONAT/PTC sur le TRBSF. En fait, la capacité de l'Église à orienter et guider les réunions, les décisions collectives, et notamment les actions et projets pour le TRBSF, lui a donné beaucoup de pouvoir et d'influence. Donc, si à la gestion de cette ressource est restrictive, l'Église tombe du côté du pouvoir traditionnel et gère les ressources du CODETER du TRBSF vers des actions et projets sans un engagement fort envers les objectifs du PRONAT/PTC.

Si l'état de la relation est proche de 10, cela veut dire que l'Église est parfaitement alignée avec les objectifs du PRONAT/PTC, et la gestion du CODETER privilégiera les projets ruraux durables et bien distribués spatialement dans le TRBSF. L'état neutre signifie que l'Église agit sans l'intention de changer les relations de pouvoir dans le TRBSF. Autrement dite, la gestion visera à attendre les demandes du CODETER, mais

sans prend une position politique claire en faveur de tel ou tel groupe social (cf. tableau 6.20).

Table 6.20. *L'interprétation des états de la relation « Actions et projets du CODETER ».* Source : élaboré par l'auteur.

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à -0	L'état de la relation égale à +10
La gestion du CODETER se tourne vers les projets sans un fort engagement avec les objectifs du PRONAT/PTC.	La gestion visera à attendre les demandes du CODETER, mais sans prend une position politique claire en faveur de tel ou tel groupe social.	La gestion du CODETER privilégiera les projets ruraux durables et bien distribués spatialement.

6.4.1.2 Les Mouvements sociaux

L'acteur du modèle « *Mouvements sociaux* » regroupe deux acteurs, le MST et les « Quilombolas ». Le MST a été décrit dans les sections précédentes, mais il faut dire que son comportement et son rôle changent un peu d'un Territoire à l'autre. Dans le TRBSF, la présence du MST n'est pas aussi forte que dans le TRSS. Par contre, son opposition aux mairies y est plus intense.

Les « Quilombolas » sont les descendants des marrons qui se sont organisés autour de plusieurs « Territoires Quilombolas »²⁹ dans les Territoires Ruraux. Ce sont les personnes les plus fragiles qui ont le moins de ressources mobilisables, excepté l'appui de la Justice, de politiciens et d'autres acteurs qui s'engagent dans la lutte en faveur de l'inclusion des Quilombolas. Pour faire face à ces fragilités, les Quilombolas se sont associés au MST, qui a plus de force politique et organisationnelle, pour mobiliser ses bases sociales et pour guider ses actions.

Les zones d'influence spatiales des Mouvements sociaux sont très bien définies par la loi, ce sont les Territoires Quilombolas et les colonies de la réforme foncière (cf. Figure 6.3). Cependant, la délimitation physique n'a pas pu garantir les droits sur l'usage de la

²⁹ Les Territoires Quilombolas sont des zones géographiquement délimitées par le gouvernement fédéral et réservées aux descendants de Marrons qui vivent ensemble et partagent les mêmes pratiques culturelles.

terre par les Quilombolas, qui encore aujourd'hui luttent contre les grands agriculteurs pour l'usage de la terre et pour l'exploitation des ressources naturelles.

Les Mouvements sociaux du TRBSF cherchent à augmenter leur influence politique pour répandre l'agroécologie participative ou plus précisément la participation dans les décisions collectives sur le développement rural, la production agroécologique et la diversification des activités dans les zones rurales en valorisant les atouts locaux comme l'artisanat, les manifestations culturelles et les capacités touristiques.

L'acteur du modèle Mouvements sociaux contrôle la relation « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** ». Une gestion complètement coopérative de cette ressource signifie que les acteurs du terrain sont fortement engagés dans une agroécologie participative ; la relation dans un état neutre représente une agriculture complètement détachée d'un positionnement politique ; d'un autre côté, une gestion restrictive de cette ressource signifie que les groupes sociaux organisés peuvent être politiquement apathiques et, par conséquent, plus attachés à une agriculture commerciale traditionnelle (cf. tableau 6.21).

Table 6.21. *L'interprétation des états de la relation « Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à -0	L'état de la relation égale à +10
Les agriculteurs sont politiquement apathiques et, par conséquent, plus attachés à une agriculture commerciale conventionnelle.	Les agriculteurs sont complètement détachés d'un positionnement politique.	Les agriculteurs sont fortement engagés dans les idées et les volontés des mouvements sociaux d'une agroécologie participative.

6.4.1.3 L'Association

L'acteur du modèle Association comprend les associations de producteurs et communautaires, ainsi que les associations de pêcheurs et l'association de l'école rurale « Família Agrícola », responsable de la formation de la jeunesse rurale locale. Au contraire du TRSS, les Conseils pour le Développement Économique Municipal (CONDEM) ne participent pas activement du CODETER du TRBSF. Les acteurs du terrain qui composent l'Association sont bien distribués sur le Territoire parce que il y a une dizaine d'associations dans chaque municipalité.

D'abord, les associations sont des représentations légales des communautés rurales. Puis, chaque association peut être liée à un courant politique et nous pouvons avoir plus d'une association dans chaque communauté. Enfin, c'est par les associations que la communauté accède aux ressources issues des projets de développement. L'Association du TRBSF cherche à avoir accès à des ressources financières et matérielles pour les communautés.

L'Association contrôle la relation « **Accès à l'espace agricole** ». Avoir accès à l'espace agricole signifie avoir la possibilité de développer des actions et projets au niveau des paysans, le plus proche de la population rurale. Si un acteur (p.ex. Municipalité, Embrapa, Syndicat, autres associations) a accès à cette espace, cela signifie qu'il y a une convergence idéologique entre eux, et une relation qui permet l'influence politique mutuelle.

Un accès restreint à cette ressource signifie que les paysans et la population rurale organisés autour des associations sont fermés, politiquement ou physiquement, à des interventions du PRONAT/PTC et qu'ils sont plutôt enclins à ne pas changer la situation de leur production agricole commerciale. Un accès neutre signifie que l'Association est ouverte aux projets, mais dans une perspective de transition agroécologique modérée. Enfin, un accès illimité signifie que les associations sont parfaitement ouvertes aux idées du PRONAT/PTC d'une production alimentaire agroécologique avec une forte participation populaire (cf. tableau 6.22).

Table 6.22. *L'interprétation des états de la relation « Accès à l'espace agricole ».*
Source : élaboré par l'auteur.

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à -0	L'état de la relation égale à +10
Les associations sont fermées, politiquement ou physiquement, à des interventions du PRONAT/PTC et ils sont plutôt inclinés vers l'agriculture commerciale.	Les associations sont ouvertes aux projets, mais dans une perspective de transition agroécologique très modérée.	Les associations sont parfaitement ouvertes aux idées du PRONAT/PTC d'une production alimentaire agroécologique avec une forte participation populaire.

6.4.1.4 La Municipalité

Comme pour le TRSS, l'acteur du modèle *Municipalité* comprend les mairies des quatorze villes, le pouvoir politique traditionnel (les parties politiques conservateurs) et les entrepreneurs (gros agriculteurs de canne à sucre, crevettes et fruiticulture). Néanmoins, dans ce Territoire nous aurons une situation plus conflictuelle entre les mouvements sociaux et la Municipalité comme évoqué dans les sections précédentes.

Globalement, nous pouvons regrouper les 14 maires, car elles sont politiquement homogènes et, sauf l'une ou l'autre municipalité minoritaire, elles sont toutes fortement attachées aux forces conservatrices traditionnelles. Malgré cela, les maires sont réglementairement gestionnaires des ressources issues des projets approuvés par le CODETER. Donc, si un projet est proposé par un acteur (ou plusieurs) et approuvé dans les plénières du CODETER, qui aussi choisit le Maire qui sera responsable de la gestion des ressources. Après, le Secrétariat Spécial pour l'Agriculture Familiale et le Développement Agricole (SEAD) approuve le budget et procède au transfert d'argent vers la Marie désignée pour le projet.

Donc, avant et après ce transfert, la Mairie et les autres acteurs qui forment l'acteur du modèle *Municipalité* peuvent agir stratégiquement pour que les ressources soient utilisées en leur faveur. En effet, la Municipalité du TRBSF cherche à maintenir son statu quo en matière de pouvoir sur la population rurale (contrôle de la base sociale) et à maintenir les actions et projets du CODETER sur le contrôle municipal (municipalisation contre la territorialisation).

Il faut souligner que la Municipalité s'aligne avec les autres acteurs qui participent au CODETER pendant les discussions et l'élaboration des actions et projets en appuyant l'effort de concertation au bénéfice du Territoire. Néanmoins, après l'approbation du projet et le transfert de ressources, la Municipalité cherche à bénéficier, discrètement ou pas, de ces ressources pour satisfaire sa base sociale.

L'acteur *Municipalité* contrôle la relation « **Gestion de ressources matérielles** ». Le comportement de cet acteur dépendra de la nature du projet ou de l'action approuvés au sein du CODETER. Globalement, cet acteur cherche à éviter la participation populaire, notamment des groupes issus de mouvements sociaux. Par conséquent, cet acteur est aussi réfractaire à l'idée d'une production agricole agroécologique et participative.

Si les projets/actions du PRONAT/PTC s'opposent à ses intérêts, cette ressource aura un accès restreint. La relation sera dans un état neutre si les projets n'affectent pas le *statu quo* de la *Municipalité* en matière de contrôle de la base sociale e de bénéfices à la Mairie et ses alliés. Par contre, si le projet correspond aux intérêts de la *Municipalité*, nous aurons une grande disponibilité des ressources gérées cet acteur. Donc, la *Municipalité* peut faciliter ou pas l'exécution des projets du PRONAT/PTC, et cela implique une négociation entre les autres acteurs et la *Municipalité* pour éviter un blocage du déploiement des politiques publiques territoriales (cf. tableau 6.23).

Table 6.23. *L'interprétation des états de la relation « Gestion des ressources matérielles ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à -0	L'état de la relation égale à +10
Si les projets sont fortement agroécologiques ou demandent de la participation populaire.	Neutre si le projet n'affecte pas le <i>statu quo</i> de la municipalité en matière de contrôle de la base sociale e de bénéfices à la Mairie et ses alliés.	Si le projet correspond aux intérêts de la <i>Municipalité</i> en matière de contrôle de la base sociale e de bénéfices à la Mairie et ses alliés.

6.4.1.5 L'Emdagro

L'acteur du modèle Emdagro représente les acteurs du terrain Société de Développement Agricole de Sergipe (Emdagro) et le Secrétariat d'État à l'Agriculture et au Développement rural (SEAGRI). Au contraire du TRSS, la participation de l'Emdagro (acteur du terrain) dans le TRBSF est plus technique, mais avec les mêmes insuffisances de moyens, alors que le SEAGRI représente les forces politiques de l'État dans le TRBSF.

L'Emdagro (acteur du modèle) contrôle la relation « **Assistance technique et extension rurale** ». L'assistance technique et extension rurale devrait être disponible également dans tout le TRBSF, mais à cause des limites budgétaires et de disponibilités de techniciens, l'Emdagro est obligé de faire des choix pour accompagner tel ou tel projet selon sa capacité et disponibilité. En fait, l'Emdagro du TRBSF se satisfait de promouvoir le développement rural indépendant du courant politique (commercial ou agroécologique participatif) du projet ou action.

Un accès restreint à la ressource signifie que l’Emdagro soutiendra l’agriculture commerciale dont les procédures agricoles sont déjà bien connues et qu’il n’y a pas de demande de sa part pour des décisions participatives ou une mobilisation sociale. L’état neutre de la relation signifie un comportement purement réactif. Enfin, une assistance parfaitement disponible (+10) implique un engagement fort en faveur de l’agriculture agroécologique et participative (cf. tableau 6.24).

Table 6.24. *L’interprétation des états de la relation « Assistance technique et extension rurale ». Source : élaboré par l’auteur.*

L’état de la relation égale à -10	L’état de la relation égale à -0	L’état de la relation égale à +10
Tendance vers l’agriculture commerciale où les procédures agricoles sont déjà bien connues et où il y n’a pas de demande pour des décisions participatives ou une mobilisation sociale.	Comportement purement réactif.	Engagement fort en faveur de l’agriculture agroécologique.

6.4.1.6 Le Syndicat

L’acteur du modèle Syndicat réunit les syndicats des travailleurs ruraux de chaque ville et la Fédération des Travailleurs Agricoles de l’État de Sergipe (FETASE). Dans le TRBSF, les syndicats ont été très engagés dans les activités du CODETER et ont profité des projets soumis au PRONAT/PTC pour l’acquisition de matériels informatiques, de voitures et de motos. En 2015, après l’affaiblissement des ressources vers le TRBSF et l’arrivée du Nedet, davantage concerné par l’engagement des mouvements sociaux dans le CODETER, les syndicats ont diminué leurs participations aux concertations du Conseil.

L’acteur du modèle Syndicat contrôle la relation « **Mobilisation des travailleurs ruraux** ». En fait, sauf les Mouvements sociaux qui ont une base sociale bien définie, tous les autres acteurs veulent avoir accès aux travailleurs ruraux pour des raisons différentes. Par exemple, si la Municipalité gagne l’accès aux travailleurs ruraux elle augmente sa capacité à influencer sur les décisions au sein du CODETER. Mobiliser les travailleurs dans ce contexte-là signifie les influencer, soit vers la participation populaire (engagement politique) et la production agroécologique comme préconise le

PRONAT/PTC, soit vers la production commerciale liée à l'industrie agroalimentaire et au pouvoir traditionnel. À la fin, le Syndicat du TRBSF cherche à obtenir plus d'opportunité pour les travailleurs ruraux.

Une gestion non coopérative de cette ressource correspond à l'apathie ou au manque de force politique des travailleurs. L'état neutre de la relation dénote un maintien du *statu quo*. Finalement, une gestion très coopérative signifie un fort engagement politique du Syndicat et une forte mobilisation des travailleurs ruraux (cf. tableau 6.25).

Table 6.25. *L'interprétation des états de la relation « Mobilisation des travailleurs ruraux ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à -0	L'état de la relation égale à +10
L'apathie ou le manque de force politique des travailleurs.	Maintien du <i>statu quo</i> .	Fort engagement politique.

6.4.1.7 Le Nedet

L'acteur du modèle Nedet regroupe plusieurs acteurs du terrain à savoir le Noyau d'Extension en Développement Territorial (Nedet), le Conseil National pour le Développement Scientifique et Technologique (CNPq), l'Embrapa, l'Institut d'Éducation Fédérale de Sergipe (IFS), l'Université Fédérale de Sergipe (UFS) et le MDA. Comme dans le TRSS, le Nedet devient le responsable de la gestion du CODETER du TRBSF à partir de 2015.

La gestion du CODETER est responsable de l'ordre du jour des réunions et de la coordination des plénières, du processus d'élaboration des projets de développement et des plans d'action, et de la communication entre les acteurs qui participent du CODETER.

Si dans le CODETER du TRSS la préoccupation était principalement l'organisation interne, dans le TRBSF le Nedet est plutôt engagé dans le soutien aux mouvements sociaux comme les « Quilombolas » et les minorités, et dans le soutien à l'agriculture agroécologique et participative. Le Nedet du TRBSF se cherche à augmenter le nombre d'actions et de projets d'*empuissancement* des minorités et à développer la production alimentaire agroécologique et participative.

Dans le modèle TRBSF pour la période 2017, le Nedet contrôle la relation « **Actions et projets du CODETER** ». Donc, si le Nedet ne coopère pas, cela signifie que les actions et projets du CODETER seront développés sur demande et sans référence à l'agriculture agroécologique. Si la relation est neutre, les actions et projets seront développés avec quelques engagements des mouvements sociaux liés à l'agriculture agroécologique. Enfin, si le Nedet s'engage, les actions et projets seront complètement orientés vers les mouvements sociaux et l'agriculture agroécologique (cf. tableau 6.26).

Table 6.26. *L'interprétation des états de la relation « Actions et projets du CODETER ». Source : élaboré par l'auteur.*

L'état de la relation égale à -10	L'état de la relation égale à -0	L'état de la relation égale à +10
Les actions et projets du CODETER seront développés sur demande et sans référence à l'agriculture agroécologique.	Les actions et projets seront développés avec quelques engagements des mouvements sociaux liés à l'agriculture agroécologique.	Les actions et projets seront complètement orientés vers les mouvements sociaux et l'agriculture agroécologique et participative.

6.4.1.8 Les autres acteurs du terrain

Il y a beaucoup d'acteurs du terrain qui agissent sur la région, mais qui ne sont pas aussi actifs dans le CODETER du TRBSF. L'Embrapa a un champ d'expérimentation agricole à Neópolis et d'autres actions dans les domaines de production de riz et la fruiticulture, mais sa participation au CODETER est restée timide en 2012, un peu plus active en 2017, mais toujours sans influence majeure au-delà de sa participation discrète dans le Nedet.

La Banque du Nordeste finance les petits agriculteurs, mais en suivant une réglementation très contraignante, donc sans zones d'incertitudes.

Les agriculteurs commerciaux des périmètres irrigués cherchent des solutions pour leurs problèmes directement avec les autorités de l'État de Sergipe et ne participent pas au CODETER.

La Compagnie de développement du bassin versant de la São Francisco (Codevasf) est très importante pour la gestion et l'usage de l'eau de la rivière, mais elle n'a jamais participé activement au CODETER. En fait, la Codevasf, malgré quelques projets pour

le développement local comme la distribution d'alevins pour la production de poisson de réservoir aux petits agriculteurs, ne demande pas de participation populaire pour ses décisions sur l'usage de l'eau.

6.4.2 Les acteurs et leurs bases sociales

Le contrôle d'une base sociale est un enjeu très important dans le jeu de pouvoir au TRBSF. Tous les acteurs du modèle liés à la représentation de la société civile sont attachés à un groupe social (cf. tableau 6.27). Chaque acteur mobilise sa base sociale en utilisant différentes stratégies, par exemple l'Église mobilise la population rurale à partir des actions ecclésiastiques, de l'éducation et de l'organisation des aides mutuelles. Les Mouvements sociaux, comme le MST, ont leurs propres idéologies et un profil plus aguerri et ils organisent leurs membres vers le soulèvement populaire, les émeutes, etc. Les Associations sont plus concernés par des questions pratiques (financement de projets, éducation formelle, infrastructure) du quotidien des populations rurales. Les associations cherchent une participation active des habitants des communes dans les décisions collectives. Les syndicats ont une influence sur les travailleurs ruraux qui dépendent d'eux pour accéder à la sécurité sociale, mais aussi pour se positionner politiquement dans le scénario politique local.

Table 6.27. *Les acteurs représentants de la société civile et leurs bases sociales. Source : élaboré par l'auteur.*

Acteur du modèle	Base sociale
Église	La population rurale pauvre et catholique
Mouvements sociaux	Les groupes ruraux organisés par le MST et les Quilombolas
Association	La population rurale des communautés
Syndicat	Les travailleurs ruraux

6.4.3 La quantification du modèle : enjeux et fonctions d'effets

6.4.3.1 La période de référence 2012

La période de référence 2012 marque l'aboutissement de processus commencés en 2008, au cours desquels les politiques du PRONAT/ PTC donnaient lieu à beaucoup

d'investissements financiers et d'activité dans les Territoires Ruraux. Dans le TRBSF, nous pouvons dégager au moins une alliance très forte, plutôt politique, au début du PRONAT/PTC. Il s'agit de la coalition entre le Syndicat, l'Église et les Mouvements sociaux dans les actions et projets du CODETER en faveur de l'agriculture familiale liée à la production de riz, à la pêche artisanale et à la production dans les territoires Quilombolas, ainsi que dans les colonies issues de la réforme foncière (cf. tableau 6.28).

Au cours du développement des politiques territoriales, la Municipalité a compris qu'il y avait un processus de changement des rapports de pouvoir dans le TRBSF. Donc, les mairies ont perçu que les mouvements sociaux, notamment le MST, et les syndicats locaux, appuyés par l'Église sont devenus parties prenantes dans les processus de planification du TRBSF, y compris les décisions sur l'infrastructure, sur l'installation des équipements publics, etc.

Néanmoins, comme décrit dans la section 6.4.1.4, la Municipalité peut jouer en faveur ou contre un projet, même après son engagement pour la réalisation du projet, afin de profiter individuellement d'une ressource conquise collectivement. Donc, malgré le contrôle des mairies sur l'exécution des projets de développement du TRBSF et l'alliance entre les mouvements sociaux, l'Église et les syndicats pour la définition des projets, nous avons eu une vraie opposition entre ces deux groupes.

Table 6.28. Les acteurs du modèle CODETER du TRBSF 2012 et les relations qu'ils contrôlent. Source : élaboré par l'auteur.

Acteur du modèle	Acteurs du terrain	Relation contrôlée
Église	L'Église catholique, le Mouvement de Petits Agriculteurs et la Caritas	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique • Actions et projets du CODETER
Mouvements sociaux	Mouvement des Sans Terre (MST) et les « Quilombolas »	Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés
Associations	Les Associations de producteurs et communautaires, les associations de pêcheurs et l'association de l'école rurale « Família Agrícola ».	Accès à l'espace agricole
Municipalité	Les mairies des quatorze villes, le pouvoir politique traditionnel et les entrepreneurs (gros agriculteurs de canne à sucre et fruiticulture).	Gestion des ressources matérielles
Emdagro	La Société de Développement Agricole de Sergipe (<i>Emdagro</i>) et le Secrétariat d'État à l'agriculture et au développement rural (SEAGRI).	Assistance technique et extension rurale
Syndicat	Les syndicats des travailleurs ruraux de chaque ville et aussi la Fédération des travailleurs agricoles de l'État de Sergipe (FETASE).	Mobilisation des travailleurs ruraux

La période de référence 2012 a été marquée par une participation très active de l'Église, de l'Emdagro, du Syndicat et des Mouvements sociaux dans l'élaboration des projets et actions au sein du CODETER. Dans cette période, le CODETER a approuvé beaucoup de projets, notamment pour l'acquisition d'équipements informatiques et de voitures/motos pour les syndicats, la construction d'usines de farine, etc.

La Figure 6.24 montre les fonctions d'effet pour chaque dépendance entre un acteur du modèle et une relation dont il dépend, y compris la relation qu'il contrôle. À chaque fonction d'effet est attachée un enjeu qui dénote le poids que l'acteur attribue à cette relation : plus important est l'enjeu, plus importante sera la relation pour que cet acteur atteigne ses objectifs. La dernière colonne indique la *pertinence* qui est la somme des enjeux sur chaque relation, autrement dit, la pertinence montre dans quelle mesure une relation est importante pour le jeu social.

	Église	Mouvements sociaux	Association	Municipalité	Emdagro	Syndicat	Pertinence
Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique	 3,0	 0,5	 1,0	 1,0	 0,0	 1,5	7,0
Actions et projets du CODETER	 1,0	 2,0	 2,0	 2,0	 0,0	 2,0	9,0
Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés	 2,0	 3,0	 1,0	 1,5	 0,0	 1,5	9,0
Accès à l'espace agricole	 1,5	 1,0	 1,0	 1,5	 3,0	 0,5	8,5
Gestion des ressources matérielles	 1,0	 1,5	 1,0	 2,5	 2,5	 1,0	9,5
Assistance technique et extension rurale	 1,0	 0,0	 2,0	 0,5	 3,5	 0,5	7,5
Mobilisation des travailleurs ruraux	 0,5	 2,0	 2,0	 1,0	 1,0	 3,0	9,5

Figure 6.24. Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Rural du Bas São Francisco, pour la période référence 2012. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation. Source : données SocLab.

L'Église cherche à promouvoir la solidarité au sein de la population pauvre et catholique. Elle dédie plus d'enjeux (3) à la relation « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** » qu'elle contrôle et à la relation « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** » (2) contrôlé par les Mouvements sociaux. En fait nous pouvons dire que ces deux acteurs sont partenaires. L'Église dépend peu des relations « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » (0,5) et « **Assistance technique et**

extension rurale » (1) parce qu'elle n'est pas très concernée par les questions agricoles, malgré sa relation avec des paysans et les travailleurs ruraux.

L'impact sera positif sur l'Église quand les relations « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** », « **Actions et projets du CODETER** », « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** », « **Accès à l'espace agricole** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » sont parfaitement disponibles. Les relations « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** » et « **Actions et projets du CODETER** » sont contrôlés par cet acteur, et il est plus probable que la population plus pauvre soit ciblés par les actions et projets du PRONAT/PTC si ces relations vont dans les sens de la participation populaire ou de l'agroécologie participative.

L'impact de la relation « **Assistance technique et extension rurale** » est très faible sur l'Église à cause de sa distance par rapport les activités agricoles. Comme l'Église s'oppose à la Municipalité, nous observons que l'impact sera plus positif pour l'Église quand la relation « **Gestion des ressources matérielles** » est complètement restrictive.

Les **Mouvements sociaux** du TRBSF cherchent à augmenter leur influence politique pour répandre l'agroécologie participative ou plus précisément la participation populaire dans les décisions collectives. Les Mouvements sociaux dédient plus d'enjeux (3) à la relation qu'ils contrôlent, « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** ». Après ils ont besoin des actions et projets du CODETER (2) et sont concernés par la « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » (2).

Quand les relations « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** », « **Actions et projets du CODETER** », « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** » et « **Accès à l'espace agricole** » sont parfaitement disponibles, l'impact sera positif pour les Mouvements sociaux. Ils profitent, comme l'Église et l'Association, des actions vers la participation populaire et la production agroécologique.

Les Mouvements sociaux sont satisfaits aussi quand la relation « **Accès à l'espace agricole** » est restreinte. Cela veut dire qu'éventuellement ils peuvent profiter de l'agriculture commerciale ou des actions hors PRONAT/PTC. Comme l'assistance technique dans les colonies du MST est fournie par l'INCRA et pas par l'Emdagro, nous pouvons dire que la relation « **Assistance technique et extension rurale** » n'impacte pas les Mouvements sociaux.

Pour des raisons différentes, les relations « **Gestion des ressources matérielles** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » impactent négativement cet acteur quand elles sont complètement disponibles. En général, les intérêts de la Municipalité s'opposent à ceux des Mouvements sociaux, et d'autre part les Mouvements sociaux et le Syndicat se disputent leurs bases sociales.

L'**Association** du TRBSF se satisfait d'avoir accès à des ressources financières et matérielles pour les communautés. L'Association dépend notamment des relations « **Actions et projets du CODETER** », « **Assistance technique et extension rurale** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** », et c'est pour cela qu'elle dédie plus d'enjeux (2) à chacune. En fait, l'Association est un acteur fragile et dépend plus des autres que de ses propres efforts pour aboutir à ses objectifs.

Globalement l'**Association** s'oppose à la Municipalité, car le premier cherche plus de participation populaire dans les décisions collectives au sein du CODETER en tant que la Municipalité participe activement du Conseil pour en son avantage. Donc, si la relation « **Gestion des ressources matérielles** » est parfaitement disponible l'impact sur l'Association est très négatif.

Curieusement, l'Association profite bien quand la relation « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** » est dans l'état neutre. En fait, l'apathie de la société organisée impact négativement la capacité des populations rurales ou des communautés de s'organiser parce qu'elles sont liées par de personnes qui participent de ses deux bases sociales. Par contre, si les organisations sont fortement engagés dans la mobilisation de sa base sociale, cela peut avoir une partialité politique et impacter négativement les associations non alignées avec cette idéologie.

Les relations « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** », « **Actions et projets du CODETER** », « **Accès à l'espace agricole** », « **Assistance technique et extension rurale** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » auront un impact positif sur l'Association quand parfaitement disponibles (+10), et cela veut dire que l'Association agit en accord avec l'Église (solidarité par rapport les pauvres), l'Emdagro (production agroécologique) et le Syndicat (engagement politique).

La **Municipalité** du TRBSF cherche à maintenir son statu quo en matière de pouvoir et influence sur la population rurale et les actions et projets municipaux. La Municipalité

dépend notamment de ses efforts pour aboutir ses objectifs donc nous attribuons plus d'enjeux (2,5) pour la relation « **Gestion des ressources matérielles** » qu'elle contrôle. Après, nous avons en ordre d'importance les relations « **Actions et projets du CODETER** » (2,0), « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** » et « **Accès à l'espace agricole** » (1,5), « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » (1,0) et « **Assistance technique et extension rurale** » (0,5).

En général, la Municipalité s'oppose presque à tous les autres acteurs et donc nous avons que la Municipalité sera impactée positivement seulement quand tous les autres restringents l'accès (-10) aux ressources qu'ils contrôlent.

L'**Emdagro** du TRBSF se satisfait de promouvoir un développement rural indépendant du courant politique des projets. L'**Emdagro** n'est pas impacté par les relations « **Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique** », « **Actions et projets du CODETER** », « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** » parce qu'il dépend plutôt de son contact avec les associations communautaires et de sa relation avec le Syndicat qui est un partenaire dans le processus d'identification des zones rurales cibles pour ses actions d'assistance technique. Donc l'**Emdagro** dépose plus d'enjeu sur les relations « **Assistance technique et extension rurale** » (3,5) et « **Accès à l'espace agricole** » (3).

Nous observons dans la fonction d'effet de la relation « **Accès à l'espace agricole** » sur l'**Emdagro** que cet acteur profite quand l'Association opte pour une idéologie de production agroalimentaire (commerciale ou agroécologique). Cela veut dire que l'**Emdagro** n'est pas touché par des questions politiques ou idéologiques des communautés, il a besoin seulement d'avoir accès à l'espace rural et aux petits agriculteurs.

La forme en parabole de la fonction d'effet de la relation « **Assistance technique et extension rurale** » sur l'**Emdagro** montre que c'est dans l'état neutre que cet acteur est positivement impacté. Cela dénote que, en considérant son manque de capacité d'action et de disponibilité de moyens d'agir, l'**Emdagro** préfère être réactive et ne s'engager ni dans la production commerciale ni pour la production agroécologique participative.

Le **Syndicat** du TRBSF cherche à obtenir plus d'opportunité pour les travailleurs ruraux. Le Syndicat dépend beaucoup de ses actions et pour cela nous avons (3,0) d'enjeux sur la relation « **Mobilisation des travailleurs ruraux** ». Après, nous avons la relation « **Actions et projets du CODETER** » (2,0) d'où viennent les ressources pour ses actions.

Malgré son appui au PRONAT/PTC, le Syndicat a ses propres besoins qui ne sont pas forcément de même nature (liés à la production agroécologique et à la participation populaire) que celles du gestionnaire des actions et projets du PRONAT, l'Église. Donc, la mobilisation politique des travailleurs ruraux peut être en conflit avec une action ou un projet territorialisé dans le contexte du PRONAT/PTC parce que l'Église mobilise presque les mêmes paysans pour des raisons différentes. Les courbes des fonctions d'effet des relations « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** » et « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » illustrent ce phénomène.

Les relations « **Mobilisation des travailleurs ruraux** » et « **Gestion des ressources matérielles** » sont les plus pertinentes, suivies par les relations « **Actions et projets du CODETER** » et « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** ». Néanmoins, le faible écart entre les pertinences montre que, dans ce jeu social, les acteurs ont des moyens d'action quasiment le même poids.

6.4.3.2 La période de référence 2017

Pour l'année 2017 qui marque l'aboutissement des processus commencés en 2013 et qui finissent en 2017, les politiques publiques du PRONAT/PTC ont connu une diminution significative de leurs ressources financières. Cela a demandé plus d'effort de coordination entre les diverses institutions pour que le programme d'actions puisse se maintenir, au moins en matière de coordination, de planification collective et de concertation autour de projets polémiques. Dans ce contexte, une alliance a émergé entre les Mouvements sociaux et le Nedet. Le trait d'union entre ces deux acteurs a été le soutien aux minorités et, progressivement, aux « Quilombolas » (tableau 6.29).

Les oppositions entre la Municipalité et les acteurs associés aux mouvements sociaux et à l'agriculture familiale se maintiennent dans cette période.

Table 6.29. Les acteurs du modèle CODETER du TRBSF 2017 et les relations qu'ils contrôlent. Source : élaboré par l'auteur.

Acteur du modèle	Acteurs du terrain	Relation contrôlée
Église	L'Église catholique, le Mouvement de Petits Agriculteurs et la Caritas	Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique
Mouvements sociaux	Mouvement de Sans Terre et les « Quilombolas »	Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés
Associations	Les Associations de producteurs et communautaires, ainsi que les associations de pêcheurs et l'association de l'école rurale « Família Agrícola ».	Accès à l'espace agricole
Municipalité	Les mairies des quatorze villes, le pouvoir politique traditionnel et les entrepreneurs (gros agriculteurs de canne à sucre et fruiticulture).	Gestion des ressources matérielles
Emdagro	La Société de Développement Agricole de Sergipe (<i>Emdagro</i>) et le Secrétariat d'État à l'agriculture et au développement rural (SEAGRI).	Assistance technique et extension rurale
Nedet	le Noyau d'Extension en Développement Territorial (Nedet), le CNPq, l'Embrapa, l'IFS, l'UFS et le MDA	Actions et projets du CODETER

La période de référence 2017 est marquée par l'entrée du Nedet qui a concentré ses efforts sur la mobilisation de minorités comme les « Quilombolas » et sur les questions de production agricole liées à la protection de l'environnement comme l'impact de la sécheresse sur le niveau des lacs ou l'usage inconsidéré de pesticides. Le Nedet, dans le Territoire du Bas São Francisco, a fait beaucoup d'efforts pour l'inclusion d'autres acteurs comme l'Embrapa, l'Université Fédérale de Sergipe, l'école rurale et d'autres.

Au contraire des fonctions d'effet pour 2012, la majorité des fonctions ici seront linéaires pour que les impacts des relations sur les acteurs du modèle soient plus tempérés (Figure 6.25).

La relation « **Actions et projets du CODETER** » passe telle quelle sous le contrôle du Nedet. Le Nedet du TRBSF se satisfait d'augmenter le nombre d'actions et de projets d'empuancement des minorités et de développer la production alimentaire agroécologique et participative.

Si nous observons les effets du comportement du Nedet (fonctions d'effet) de la période 2017 et du Syndicat en 2012 nous pouvons dire qu'ils sont similaires. Néanmoins, nous observons un vrai changement de l'impact et l'importance de la relation « **Actions et projets du CODETER** » pendant la période 2017 de gestion du Nedet.

Entre 2012 et 2017, nous observons que l'Association se distance des Mouvements sociaux et ne dépose pas d'enjeu sur la relation « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés** ». L'Église ne participe plus aux réunions du CODETER et aux activités liées à la production agricole, donc elle n'a pas d'enjeu dans les relations « **Gestion des ressources matérielles** » et « **Assistance technique et extension rurale** ».

	Église	Mouvements sociaux	Association	Municipalité	Emdagro	Nedet	Pertinence
Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique	 3.0	 2.0	 1.0	 2.0	 0.0	 2.0	10.0
Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés	 4.0	 3.0	 0.0	 1.0	 0.0	 3.0	11.0
Accès à l'espace agricole	 1.0	 1.0	 3.0	 2.0	 4.0	 1.5	12.5
Gestion des ressources matérielles	 0.0	 1.0	 1.0	 3.0	 1.0	 2.0	8.0
Assistance technique et extension rurale	 0.0	 0.0	 3.0	 1.0	 4.0	 0.5	8.5
Actions et projets du CODETER	 2.0	 3.0	 2.0	 1.0	 1.0	 1.0	10.0

Figure 6.25. Dépendance (fonction d'effet et enjeu) de chaque acteur (en colonne) vis à vis des relations dont il dépend pour le Territoire Rural du Bas São Francisco, pour la période référence 2017. Pour les fonctions d'effet, en abscisse le comportement de l'acteur qui contrôle la relation (moins coopératif à gauche vers plus coopératif à droite), en ordonnée l'impact (positive ou négatifs) qui en résulte pour l'acteur dépendant. En gras, enjeu de l'acteur sur une relation qu'il contrôle. La colonne

Pertinence montre la somme des enjeux attribués à chaque relation. Source : données SocLab.

L'arrivée du Nedet marque le changement d'orientation du comportement ou de l'impact de la relation « **Actions et projets du CODETER** » sur l'Association et l'Emdagro.

En fait, l'Association dépend plus de son effort pour aboutir à ses objectifs, donc nous avons davantage d'enjeux (3,0) sur la relation « **Accès à l'espace agricole** ». Malgré l'incapacité de l'Emdagro à attendre toutes les demandes des autres acteurs, l'Association dépend davantage des interventions de l'état pour le soutien aux producteurs agroalimentaires (agroécologique ou non), donc nous avons plus d'enjeux (3,0) sur la relation « **Assistance technique et extension rurale** ».

La courbe hyperbolique de la fonction d'effet de la relation « **Gestion des ressources matérielles** » sur l'Association dénote que cet acteur est au mieux quand la Municipalité adopte un comportement neutre, sans positionnement clair d'opposition ou d'alignement vis-à-vis les objectifs du PRONAT/PTC. En fait, l'Association veut avoir accès aux ressources sans se lier à l'un ou à l'autre des courants idéologiques ou politiques. L'Emdagro se comporte de la même manière.

Quand nous analysons le comportement de l'Association par rapport à la relation « **Assistance technique et extension rurale** » nous observons que l'Association profite peu de cette relation et que les choses s'améliorent quand l'Emdagro sort de sa position neutre.

L'orientation de la gestion du CODETER vers la confrontation liée au droit des minorités, notamment les « Quilombolas », a marqué un changement des rapports entre l'Association et le Nedet.

6.4.4 Validation empirique de la structure des modèles par des experts du territoire

La validation des modèles du CODETER du TRBSF par les acteurs de terrain a été menée de la même manière que pour le TRSS. Donc, nous avons organisé des ateliers, dirigés par le modélisateur, selon les étapes suivantes :

- Présentation et discussion des études de cas comme la moissonneuse-batteuse à riz (cf. Cadre 6.2), les conflits entre les « Quilombolas » et les producteurs de crevettes, le projet de production sans pesticide de noix de coco pour la production d'huile de noix de coco, etc. Les études de cas ont servi à l'identification des conflits et coalitions entre les acteurs, et pour dégager les réelles motivations et objectifs des acteurs.
- Présentation d'une première version des modèles SocLab du TRBSF pour les périodes 2012 et 2017.
- Discussion et approbation par les participants des acteurs du modèle, de la distribution des enjeux et des courbes des fonctions d'effet.

Nous avons mis en évidence le cas de la moissonneuse-batteuse de riz parce qu'il illustre bien les conflits entre la Municipalité et les Mouvements sociaux en raison du partage d'un équipement qui devait être utilisé par une communauté de paysans, mais qui a été remis vers l'autre communauté sans l'approbation du CODETER.

Cadre 6.2. *Le cas de la moissonneuse-batteuse à riz dans le TRBSF.*

La moissonneuse-batteuse à riz

En 2010, le CODETER du TRBSF a décidé de demander l'achat d'une moissonneuse-batteuse de riz pour les producteurs familiaux de la municipalité d'Ilha das Flores qui serait la responsable de l'entretien et l'opération de la machine. En 2014, la moissonneuse-batteuse de riz a été achetée par le gouvernement de Sergipe qui a promis de livrer la machine à la communauté « Serrão » de la municipalité d'Ilha das Flores, pour en faire bénéficier 36 petits agriculteurs, comme prévu. Néanmoins, après quelques mois, la machine a été livrée à la municipalité de *Neópolis*. Cela a marqué le début de conflits entre l'association de Neópolis responsable de la gestion de machine et les producteurs, plus pauvres, d'Ilha das Flores, représentés par le CODETER, l'Église, le MST et les associations de producteurs de riz. En 2015, le CODETER, conduit par le Nedet, commence à demander une réaction du gouvernement pour que la machine soit livrée au village du « Serrão » à partir du Ministère Public Fédéral (MPF). En 2016 le CODETER approuve le transfert de la machine vers la municipalité d'Ilha das Flores. Après le changement de l'administration de la Mairie de Neópolis en 2017, le conflit a vécu un refroidissement, mais la machine restée sous l'administration de Neópolis. Finalement, la Mairie d'Ilha das Flores a acheté une autre moissonneuse-batteuse et le

MPF a finalisé la procédure en affirmant que les parties concernées avaient déjà trouvé un accord pour l'usage de la machine de Neópolis, médiatisé par la Secrétariat d'Agriculture de l'État.

6.4.5 L'analyse structurelle des modèles

L'analyse structurelle est basée sur l'interprétation des valeurs maximales et minimales des capacités d'action et des états de relations en considérant les interdépendances entre les acteurs du modèle. À partir de cette analyse nous pouvons identifier les acteurs qui sont alliés quand les valeurs de ses capacités d'action varient dans le même sens (p.ex., quand une valeur maximale d'un acteur coïncide avec la valeur maximale d'une autre). Nous pouvons aussi identifier les acteurs qui sont en position d'opposition quand les valeurs de capacités d'action vont dans le sens contraire. Les tableaux 6.30 et 6.31 montrent ces valeurs pour les périodes de référence 2012 et 2017, respectivement. Les Figures 6.26 et 6.27 montrent les oppositions et convergences entre les acteurs.

Pour 2012, à voir les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales des capacités d'action dans le tableau 6.30, la Municipalité va dans le même sens que l'Emdagro, mais elle est très clairement opposée à l'intérêt du Syndicat, des Mouvements sociaux, de l'Église et de l'Association. Nous pouvons conclure, à partir de valeurs maximales et minimales, que l'Association, l'Église et le Syndicat ont des intérêts communs, ainsi que la Municipalité et l'Emdagro (Figure 6.26). Le meilleur global est bon pour l'Emdagro.

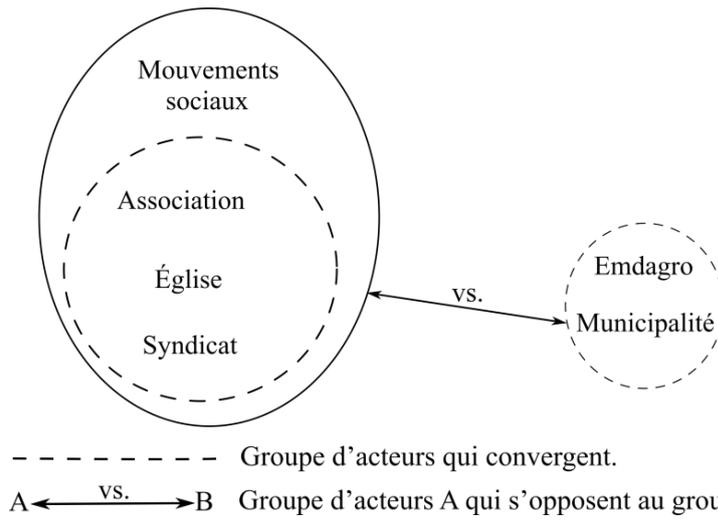


Figure 6.26. *Les convergences et les oppositions d'intérêt entre les acteurs du modèle du CODETER du TRBSF 2012. Source : élaboré par l'auteur.*

Table 6.30. Les éléments pour l'analyse des états du TRBSF pour 2012. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1^{re} et 2^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

	GLOBAL		MAX						MIN					
	Max	Min	Église	Mouvements sociaux	Association	Municipalité	Emdagro	Syndicat	Église	Mouvements sociaux	Association	Municipalité	Emdagro	Syndicat
Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique	10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0
Actions et projets du CODETER	10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0
Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés	6,0	-10,0	10,0	10,0	0,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0
Accès à l'espace agricole	10,0	-2,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	0,0	-10,0	10,0	0,0	-10,0
Gestion des ressources matérielles	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0
Assistance technique et extension rurale	3,0	-9,0	9,0	-9,0	9,0	-9,0	0,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0
Mobilisation des travailleurs ruraux	10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0
Église	69,5	-65,4	92,3	47,1	72,4	-92,3	-79,6	72,4	-92,3	-67,4	-92,3	92,3	-57,4	-72,4
Mouvements sociaux	28,3	-29,0	59,7	99,7	29,9	-39,7	-79,7	19,9	-39,7	-99,7	-39,7	59,7	-29,8	0,1
Associations	66,8	-75,0	79,5	-19,8	99,5	-99,5	-39,9	39,7	-99,5	-49,8	-99,5	79,5	-69,6	-59,7
Municipalité	-49,0	45,0	-99,8	-39,9	-84,8	99,8	74,8	-59,8	99,8	64,8	99,8	-99,8	35,1	59,8
Emdagro	93,5	-84,1	-6,6	-26,5	-6,6	23,2	99,8	-6,6	23,2	-16,9	23,2	-6,6	-86,5	23,2
Syndicat	37,6	-37,4	59,6	-19,9	44,7	-59,6	5,0	99,6	-59,6	5,0	-59,6	59,6	-34,7	-99,6
GLOBAL	246,8	-245,8	184,7	40,7	155,0	-168,1	-19,6	165,2	-168,1	-163,9	-168,1	184,7	-242,8	-148,6

Table 6.31. Les éléments pour l'analyse des états du TRBSF pour 2017. En colonnes, les configurations correspondant aux valeurs maximales et minimales de la capacité d'action de chaque acteur et globale (1^{re} et 2^e colonnes, respectivement). En lignes nous avons deux groupes de données, le premier donne l'état de chaque relation, et le deuxième la capacité d'action de chaque acteur et globale. En noir gras, nous avons les valeurs maximales et minimales des capacités d'action reçue par l'acteur en colonne. En rouge et bleu gras, nous avons les valeurs négatives et positives, respectivement, de capacité d'actions reçue par l'acteur identifié en ligne à partir des autres identifiés en colonnes. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

	GLOBAL		MAX						MIN					
	Max	Min	Église	Mouvements sociaux	Associations	Municipalité	Emdagro	Nedet	Église	Mouvements sociaux	Associations	Municipalité	Emdagro	Nedet
Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique	9,0	-9,0	9,0	9,0	9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0
Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés	9,0	-9,0	9,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0
Accès à l'espace agricole	10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	-10,0
Gestion des ressources matérielles	0,0	-9,0	-9,0	-9,0	0,0	9,0	0,0	-9,0	-9,0	9,0	-9,0	-9,0	-9,0	9,0
Assistance technique et extension rurale	-1,0	8,0	-8,0	-8,0	-8,0	-8,0	0,0	8,0	-8,0	-8,0	0,0	8,0	-8,0	-8,0
Actions et projets du CODETER	-10,0	10,0	10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Église	53,1	-53,1	92,9	53,1	-18,9	-92,9	-92,9	53,1	-92,9	-53,1	-53,1	92,9	-33,1	-53,1
Mouvements sociaux	79,9	-70,9	31,1	88,9	25,9	-31,1	-22,1	88,9	-13,1	-88,9	-70,9	31,1	-58,9	-88,9
Associations	38,9	-56,1	21,9	60,5	76,7	-17,5	-39,7	60,5	-17,5	-56,1	-94,5	21,9	3,9	-56,1
Municipalité	-36,4	2,4	-75,6	-56,4	-11,4	91,6	56,6	-72,4	37,6	72,4	10,4	-91,6	-21,6	72,4
Emdagro	18,8	13,0	-67,0	-47,8	-31,6	32,2	99,6	-47,8	32,2	13,0	64,2	-67,0	-67,0	13,0
Nedet	69,1	-47,6	64,4	83,6	11,6	-72,4	-50,4	91,6	-36,4	-91,6	-51,6	72,4	-25,6	-91,6
GLOBAL	223,5	-212,4	67,6	182,0	52,4	-90,0	-48,8	174,0	-90,0	-204,4	-195,6	59,6	-202,4	-204,4

Pour 2017, à voir le tableau 6.31, nous trouverons une opposition entre la Municipalité et l'Emdagro contre le Nedet et le Syndicat à la fois pour les valeurs maximales et minimales. Les acteurs qui ont des intérêts communs sont le Nedet, l'Église et les Mouvements sociaux. Le pire global est aussi le pire de tous les acteurs, sauf la Municipalité ni Emdagro (Figure 6.27). Les Mouvements sociaux et le Nedet sont les bons représentants de l'intérêt général (c'est leurs maxima qui donnent le global le plus élevé), au contraire de la Municipalité.

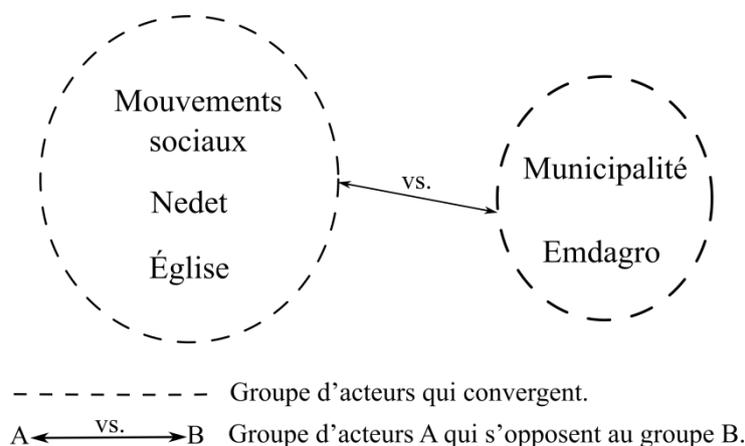


Figure 6.27. Les convergences et les oppositions entre les acteurs du modèle du CODETER du TRBSF 2017. Source : élaboré par l'auteur.

L'analyse de la transition entre 2012 et 2017 montre une diminution de l'amplitude de la capacité d'action globale, et donc du pouvoir. Nous avons un affaiblissement de l'opposition entre l'Association et la Municipalité, l'Emdagro maintient son alignement avec la Municipalité, l'Église se distancie des autres acteurs, sauf du Nedet qui s'engage dans les questions qui l'intéressent ; néanmoins l'Église maintient son rôle de mobilisateur de la population rurale pauvre, et le Nedet entre dans le CODETER du TRBSF avec force et en communauté d'intérêt avec l'Église, l'Association et les Mouvements sociaux.

6.4.6 Résultats des simulations

Cette section étudie les résultats de simulation, c'est-à-dire les configurations régulées du système social (100 simulations, 200 000 étapes chacune au maximum), pour chaque modèle du CODETER du TRBSF, en 2012 et 2017. Chaque acteur présente une ténacité

qui reflète l'importance de son investissement dans le jeu et détermine l'intensité de sa recherche pour une meilleure capacité d'action (cf. tableau 6.32).

Table 6.32. La ténacité pour chaque acteur des modèles du CODETER du TRBSF en considérant les deux périodes de référence, 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Acteur	Ténacité	
	2012	2017
Église	7	4
Mouvements sociaux	5	7
Associations	4	5
Municipalité	6	8
Emdagro	5	4
Syndicat	5	
Nedet		9

Nous considérons que l'Église était l'acteur le plus tenace en 2012, suivie par la Municipalité. En 2017, nous avons un changement de cap, c'est le Nedet qui mène le jeu, suivi par la Municipalité et les Mouvements sociaux.

Pour 2012, 100 % des simulations ont convergé entre 34 626 et 186 580 pas (70 247,99 en moyenne). Pour 2017, 100 % des simulations ont convergé dans le délai suivant : minimum 59 044 et maximum 198 147 (82 767,00 en moyenne). Cet allongement tient aux ténacités plus importantes dans le modèle 2017.

6.4.6.1 Les états des relations

Le tableau 6.33 présente les valeurs moyennes et écarts-types de l'état final des relations pour 2012 et 2017. La relation « **Actions et projets du CODETER** » change de contrôle, de l'Église vers le Nedet, entre les deux périodes si bien que pour 2017 elle se stabilise dans un état inverse. En général, nous observons moins de variation pour 2017 pour toutes les relations, cela dénote que le jeu social est devenu plus stable et que les acteurs restent dans des intervalles de comportement bien délimités.

Table 6.33. Valeurs moyennes et écarts types des relations, résultat de 100 simulations pour le Territoire Rural du Bas São Francisco. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Relation	Moyenne		Écart type	
	2012	2017	2012	2017
Mobilisation de la population rurale pauvre et catholique	9,45	8,87	0,71	0,20
Actions et projets du CODETER	8,74	-9,10	1,62	1,13
Mobilisation des groupes sociaux ruraux organisés	7,59	8,96	1,55	0,07
Accès à l'espace agricole	7,44	9,79	4,19	0,28
Gestion des ressources matérielles	9,51	8,90	0,66	0,15
Assistance technique et extension rurale	2,22	-0,57	3,26	0,64
Mobilisation des travailleurs ruraux	9,59		0,52	

6.4.6.2 Capacité d'action, pouvoir, pouvoir coopératif et pouvoir absolu

Le tableau 6.34 montre la capacité d'action et le pouvoir, en valeur et en proportion, de chaque acteur pour 2012 et 2017.

La Municipalité diminue son pouvoir en proportion (93,36%), mais augmente un peu en proportion sa capacité d'action (37,60 %), qui reste négative (-26,6). Cela traduit le fait qu'en 2017 l'importance de la Municipalité diminue au fur et à mesure de la diminution des transferts de ressources de la part du Ministère pour le Développement Agricole, gérées par la Municipalité.

Les autres acteurs, sauf l'Emdagro qui perd de la capacité d'action, ont diminué leurs besoins de la ressource contrôlée par la Municipalité. Par conséquent, l'acteur Mouvements sociaux a bien augmenté sa capacité d'action en proportion (55,60 %). Comme montré dans le tableau 6.33, la Municipalité maintient la ressource disponible, mais comme il n'y a plus de projets son importance dans le jeu social pour la période 2017 a diminué.

Table 6.34. *Capacité d'action et pouvoir, en valeurs et en proportion, pour chaque acteur du Territoire Rural du Bas São Francisco, pour les deux années de référence 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.*

	Capacité d'action				Pouvoir			
	Valeur		Proportion (%)		Valeur		Proportion (%)	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017
Église	97,9	89,0	86,8	97,8	59,3	52,8	99,8	98,9
Mouvements sociaux	12,5	67,6	56,3	87,6	45,4	80,1	96,1	99,4
Associations	60,4	-14,6	80,4	46,7	-16,8	0,9	26,7	97,0
Municipalité	-48,4	-26,6	25,8	35,5	4,7	-10,3	99,4	6,6
Emdagro	38,8	-13,1	67,3	32,4	41,8	10,3	98,3	100,0
Syndicat	37,7		68,9		34,6		99,9	
Nedet		49,1		76,7		17,6		94,00
GLOBAL	168,9	151,4	84,2	83,5	168,9	151,4	84,2	83,5

Tous les acteurs du modèle n'ont pas atteint leur capacité d'action maximale. Nous constatons que le jeu social a changé, mais la capacité d'action totale n'a pas bougé vraiment, de 168,9 vers 151,4. En fait, l'affaiblissement du financement des actions et projets du PRONAT/PTC a fait diminuer la capacité d'action de certains acteurs. Les Figures 6.28 et 6.29 montrent les variations de la capacité d'action et du pouvoir des acteurs pour les deux périodes. Enfin, nous observons l'arrivée du Nedet avec beaucoup de capacité d'action et de pouvoir, la montée de l'acteur Mouvements sociaux en matière de capacité d'action, le l'augmentation en pourcentage de pouvoir de l'Association malgré sa faible valeur (0,9) en 2017, et l'effondrement de la Municipalité en matière de proportion du pouvoir.

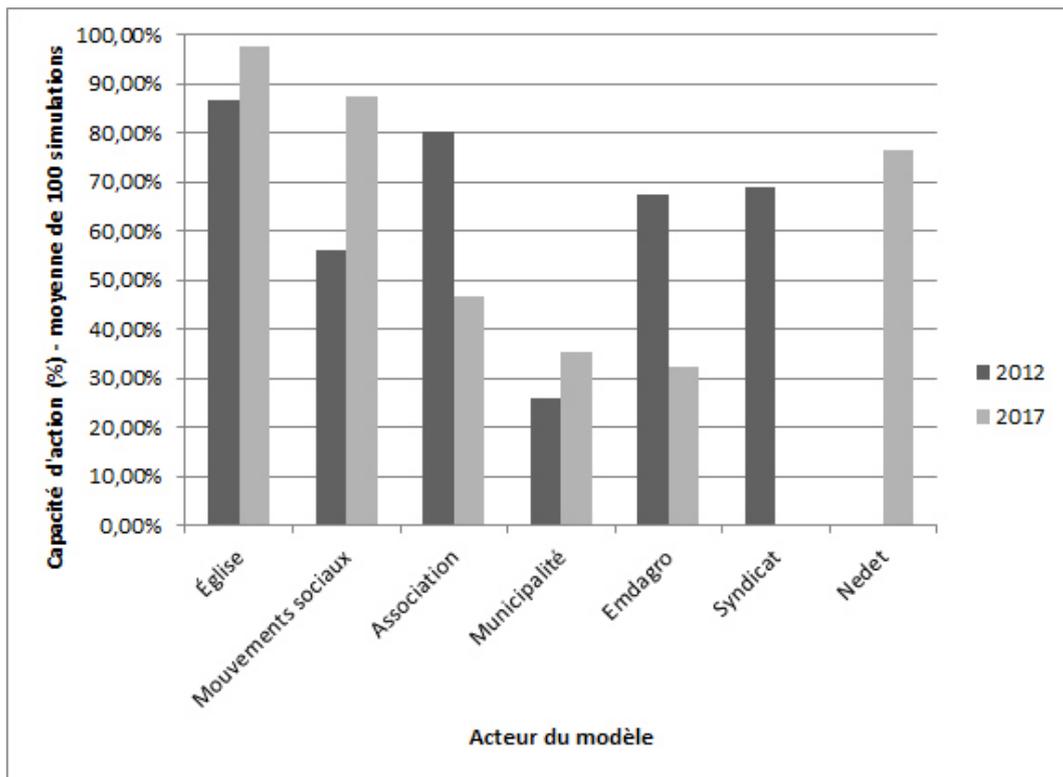


Figure 6.28. Variation de la capacité d'action des acteurs du modèle pour le TRBSF entre 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

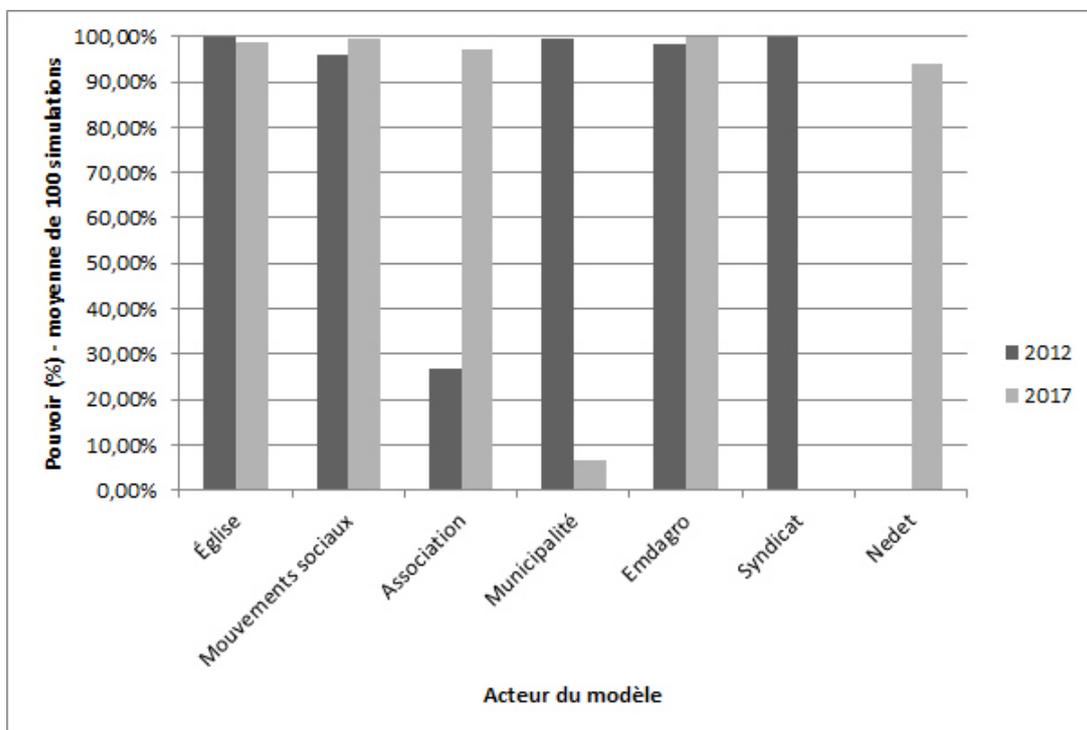


Figure 6.29. Variation du pourcentage du pouvoir exercé par les acteurs entre 2012 et 2017 pour le TRBSF. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Comme souligné dans la section 6.3.6.2, le pouvoir absolu nous donne un point de vue différent sur l'influence d'un acteur par les valeurs absolues des impacts. Dans la Figure 6.30, nous voyons que l'Église et la Municipalité ont bien perdu une part de leur pouvoir absolu (- 8,01 % et - 6,21 %, respectivement), entre les deux périodes d'étude. L'Église a « cédé » la relation très importante qu'est l'« **Actions et projets du CODETER** » au bénéfice du Nedet et sa perte de pouvoir est logique. La Municipalité a perdu de l'importance, dans la deuxième période, pour les acteurs plus proches d'elle à cause du manque de financement des actions et projets. En fait, le PRONAT/PTC et les actions du CODETER, gérés par le Nedet, ont privilégié les actions d'empuancement de la société civile la plus fragilisée.

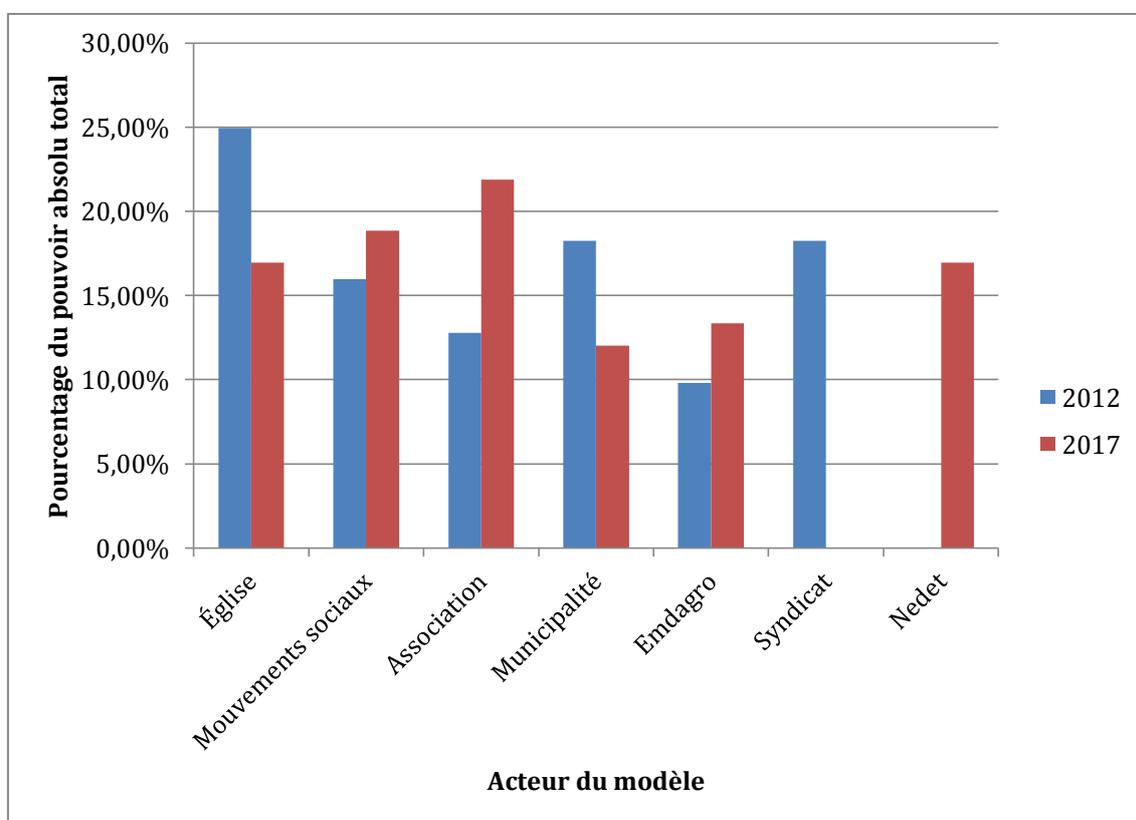


Figure 6.30. Partage du pouvoir absolu dans l'état régulé du SAO pour le TRBSF. 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

L'Association, l'Emdagro et les Mouvements sociaux ont bien augmenté leurs parts de 9,11 %, 3,55 % et 2,87 %, respectivement. En fait, l'Association et l'acteur du modèle Mouvements sociaux sont des représentants de la société civile, cibles principales du CODETER du TRBSF dans la deuxième période ; malgré la perte de capacité d'action de l'Association elle reste donc importante dans le jeu social. Le Nedet est entré dans le TRBSF avec un pouvoir absolu très important (16,94 %) parce que, dans un contexte où

les ressources matérielles sont rares et le but principal du PRONAT/PTC s'oriente vers les actions et projets de protection sociale aux minorités, la relation « actions et projets du CODETER » contrôlée par le Nedet impactera fortement les autres acteurs, notamment les Mouvements sociaux, l'Église et l'Association.

6.4.6.3 Corrélations

L'analyse des corrélations nous permet d'identifier si les valeurs des variables capacités d'action et état des relations varient dans le même sens. Pour 2012, il y a des corrélations statistiquement significatives, positives et négatives (Figure 6.22). Nous observons que la capacité d'action de l'Église et l'état de la relation « Accès à l'espace agricole » varient dans le même sens. Par contre, la capacité d'action de la Municipalité va dans le sens opposé à la capacité d'action de l'Église et de l'état de la relation « Accès à l'espace agricole ».

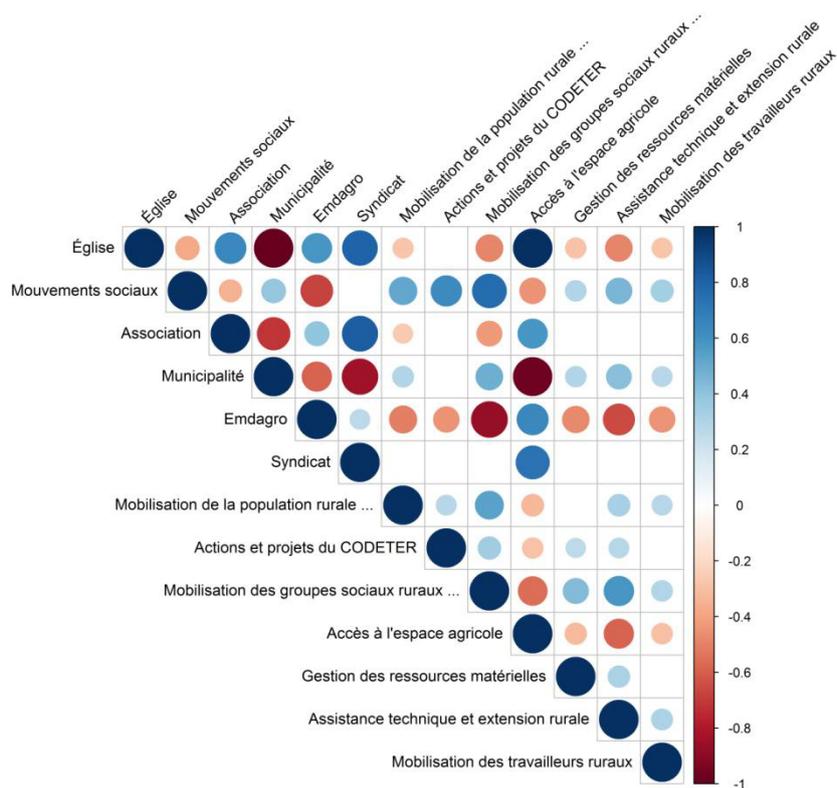


Figure 6.31. Corrélogramme des variables (capacité d'action des acteurs et état des relations) résultat des simulations du TRBSF pour la période 2012. Les cercles bleus symbolisent les corrélations positives, et les cercles rouges les corrélations négatives. La taille et l'intensité de la couleur montrent l'importance de la corrélation. Les cellules vides dénotent qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

En général, nous trouvons peu de corrélations entre les variables et cela dénote une certaine autonomie entre les acteurs les uns vis à vis des autres. Néanmoins, il est clair qu'il y a une forte opposition entre la Municipalité d'un côté et l'Église, l'Association et le Syndicat d'autre côté et cela est en accord avec l'analyse structurelle (cf. section 6.4.5 et Figure 6.26).

Malgré l'opposition entre l'Emdagro et la relation « **Mobilisation des groupes sociaux ruraux...** », la participation de l'Emdagro dans les colonies du MST et des « Quilombolas » est très faible, et donc les rapports sont plutôt inexistantes que conflictuels.

Pour 2017, nous constatons qu'il y a moins de corrélations significatives entre les variables (cf. Figure 6.33). Néanmoins, nous observons une forte corrélation positive entre l'Église, le Mouvements sociaux et le Nedet, et négative entre les capacités d'action du Nedet et de la Municipalité. De plus, la capacité d'action de l'acteur du modèle Mouvements sociaux est fortement corrélée à la relation « **Actions et projets du CODETER** ». En fait, l'analyse structurelle (cf. section 6.4.5) nous avait déjà montré les oppositions entre ces acteurs. L'Association se dégage du groupe de l'Église et s'aligne un peu sur la Municipalité et l'Emdagro.

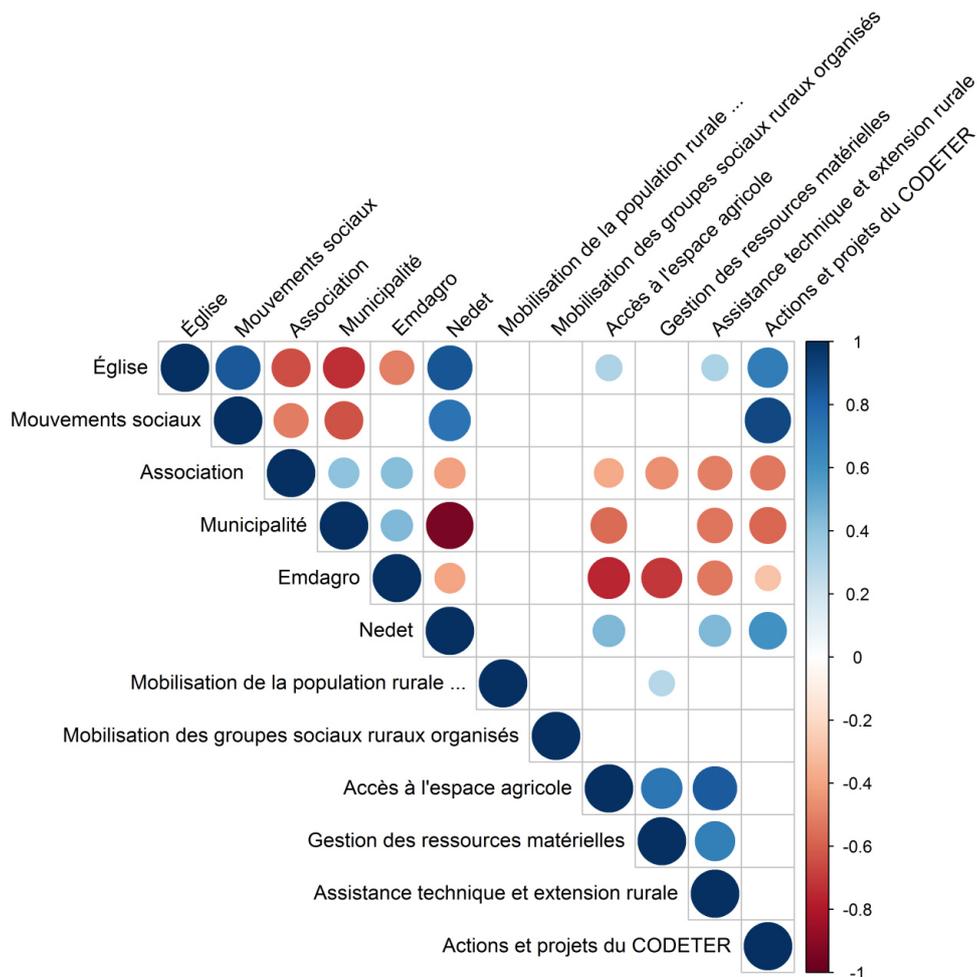


Figure 6.32. *Corrélogramme des variables (capacité d'action des acteurs et état des relations) résultat des simulations du TRBSF pour la période 2017. Les cercles bleus symbolisent les corrélations positives, et les cercles rouges les corrélations négatives. La taille et l'intensité de la couleur montrent l'importance de la corrélation. Les cellules vides dénotent qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.*

En bref, les corrélogrammes confirment les convergences et les oppositions entre les acteurs montrées dans les Figures 6.26-27, en ajoutant leurs intensités.

6.4.6.5 Le taux de réciprocité

Comme décrit à la section 5.7, le taux de réciprocité est une mesure qui établit une relation entre ce que l'acteur obtient comme capacité d'action finale et ce qui li a perdu et donné aux autres. Donc, si le taux de réciprocité est important et positif cela veut dire que l'acteur gagne plus de capacité d'action qu'il n'en perd et donne. Dans l'approche

SocLab, la structure du jeu social conditionne les échanges symboliques entre les acteurs et par conséquent le taux de réciprocité.

La structure du jeu social et les taux de réciprocité

Les Figures 6.33 et 6.34 montrent la structure du jeu social pour les deux périodes de référence (2012 et 2017), notamment les échanges de capacités d'action parmi les acteurs (flèches), leurs intensités (les valeurs associées à chaque flèche) et le taux de réciprocité pour chaque acteur (valeur dans les cercles).

L'Emdagro passe d'un taux de réciprocité de 0,64 (très élevé) à -0,07 entre les deux périodes de référence, à cause, principalement, de la diminution du flux de capacité d'action venue de la Municipalité. En fait, ces deux acteurs représentent le pouvoir public dans le TRBSF et malgré les différences entre eux s'il y a des ressources municipales qui seront utilisées dans les activités agricoles, la Municipalité demandera sans doute le soutien de l'Emdagro. Donc, nous observons qu'en 2017 l'Emdagro reçoit moins de capacité d'action de la Municipalité et tente de renverser la situation en s'octroyant plus de capacité d'action.

L'Église perd le contrôle d'une relation importante, mais augmente son taux de réciprocité de plus de 100% (de 0,25 vers 0,56). En fait, l'entrée du Nedet a changé le jeu social en mettant plus d'effort et énergie dans les questions liées aux mouvements sociaux et aux minorités, qui impactent fortement la population rurale pauvre (la base sociale de l'Église). Nous observons dans la Figure 6.35 que le Nedet oriente beaucoup de capacité d'action vers l'Église (17,6) et les Mouvements sociaux (26,4).

L'Association diminue sensiblement son taux de réciprocité entre les périodes 2012 et 2017, de 0,27 à -0,05. Nous observons que dans la deuxième période le CODETER est plus incliné aux actions et projets sociaux qu'aux questions attachées aux associations comme la production agricole ou l'infrastructure communautaire. Nous observons cela dans les Figures 6.34 et 6.35, notamment quand nous observons la diminution du versement de capacité d'action de l'Église (de 29,8 à 8,8), de l'Emdagro (de 16,3 à -28,8) et du Syndicat qui en 2012 versait 19,9 unités de capacité d'action et sort du jeu social en 2017.

La sortie du Syndicat et l'entrée du Nedet dénotent un fort changement de priorité du CODETER du TRBSF. En 2017, les échanges s'intensifient entre les acteurs plus attachés aux mouvements sociaux et la population pauvre rurale. Néanmoins, il faut dire

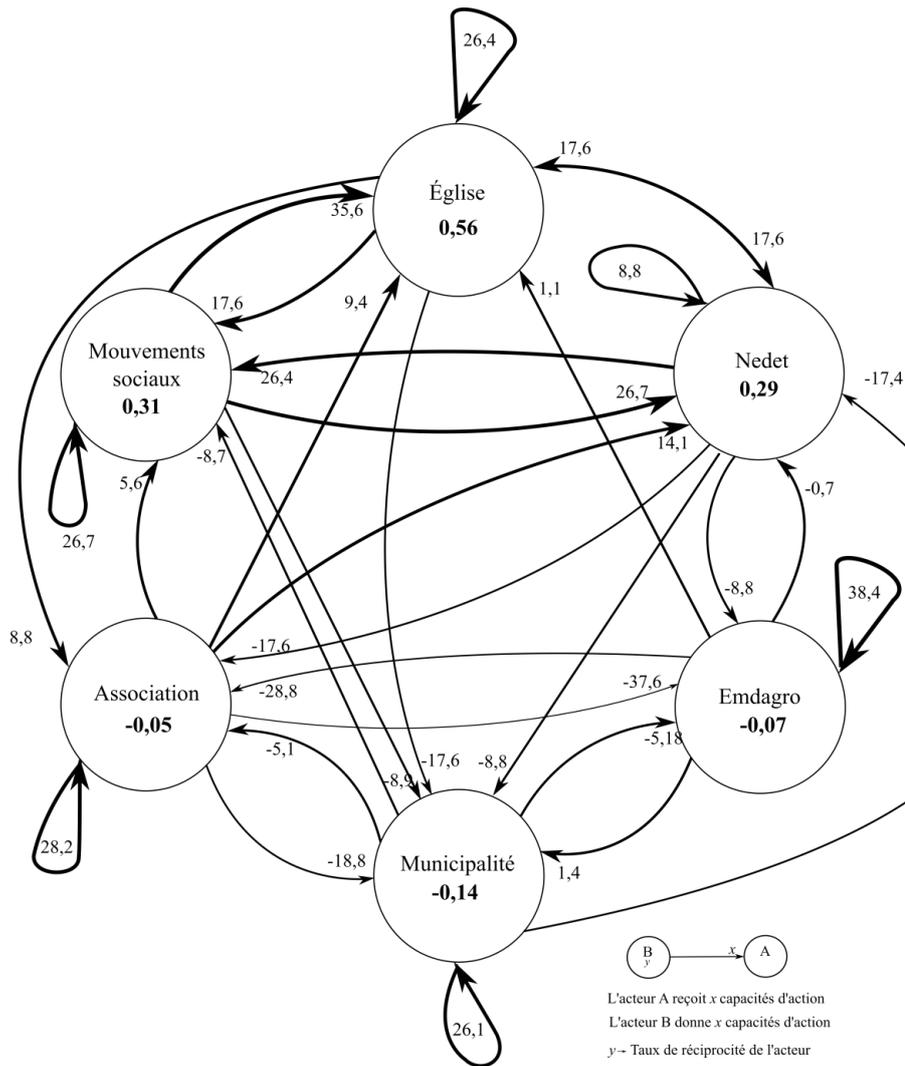


Figure 6.34. Le système social représenté comme un graphe directionnel où les nœuds correspondent aux acteurs du modèle du TRBSF pour la période 2017, les flèches le flux de capacités d'action entre les acteurs. L'épaisseur des flèches est proportionnelle à quantité de capacité d'action transférée. La valeur dans les cercles indique le taux de réciprocité entre l'acteur et le système. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

La dispersion et centralité du taux de réciprocité

La Figure 6.35 montre le graphique *box plot* pour les taux de réciprocité de 2012 de chaque acteur du modèle. Seule la Municipalité a des taux de réciprocité négatifs et l'Emdagro est l'acteur le plus performant, mais avec le plus de variation. Les autres acteurs ont des taux de réciprocité autour de 0,2, donc faibles.

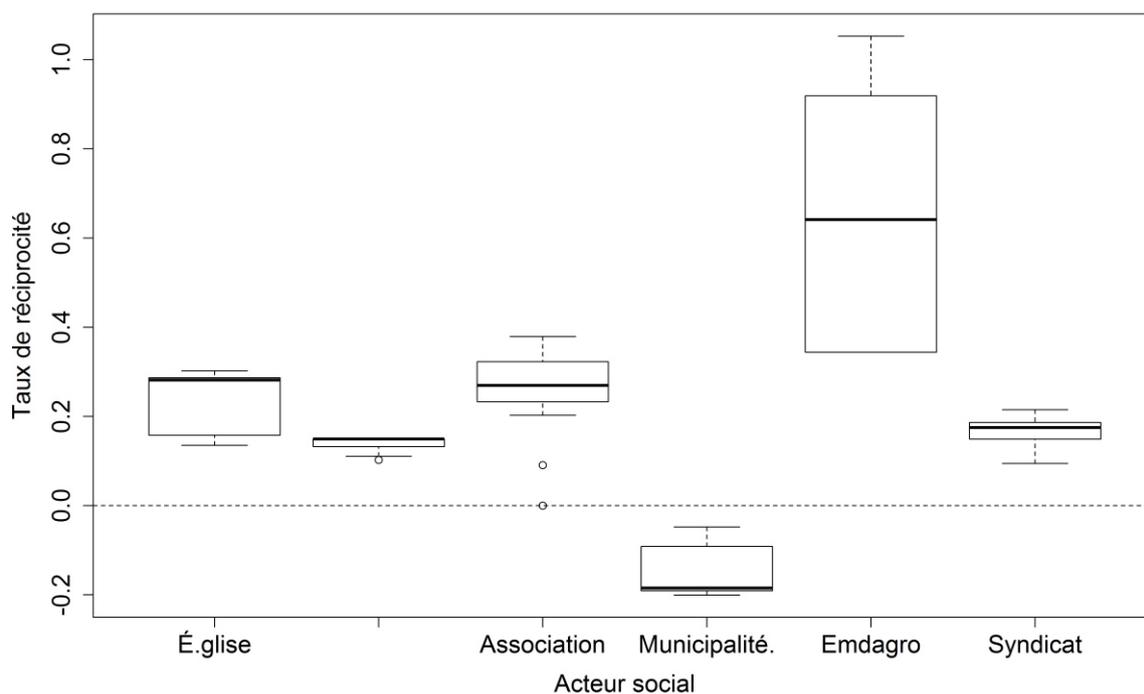


Figure 6.35. *Taux de réciprocité du TRBSF pour 2012. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.*

Pour 2017, il y a peu de variations, mais avec beaucoup de changements du taux de réciprocité entre les acteurs (cf. Figure 3.36). L'Association, la Municipalité et l'Emdagro ont des taux de réciprocités négatifs. Nous observons que l'Église et les Mouvements sociaux ont augmenté leur taux. Le Nedet arrive avec un très bon taux de réciprocité.

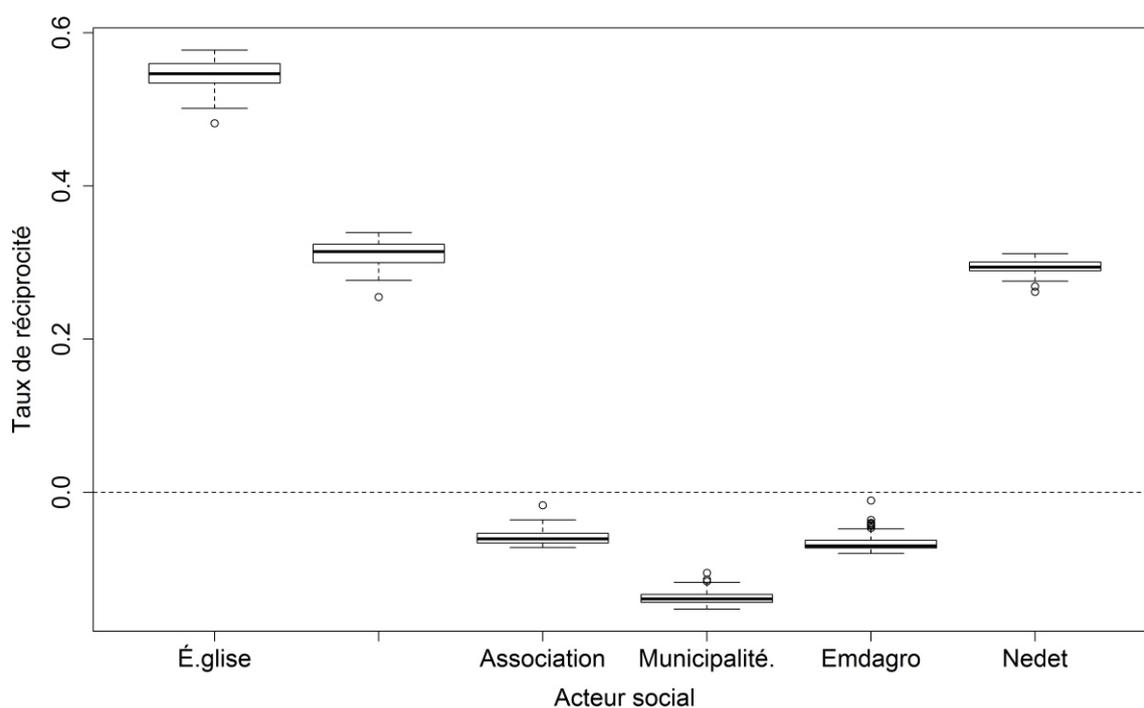


Figure 6.36. *Taux de réciprocité du TRBSF pour 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.*

La Figure 6.37 montre les taux de réciprocités moyens calculés pour les deux périodes de références, 2012 et 2017. Les Mouvements sociaux et l'Église ont augmenté leurs taux de réciprocité moyens, + 122,48 % et + 120,12 % respectivement, tandis que l'Association, l'Emdagro et la Municipalité ont diminué, - 121,93 % - 110,34 % et - 13,57 %, respectivement. Seules l'Association, la Municipalité et l'Emdagro ont un taux de réciprocité négatif en 2017, cela dénote une relation perdante vis-à-vis des autres acteurs du modèle. En fait, les acteurs les plus performants du jeu social sont l'Église, le Nedet et les Mouvements sociaux.

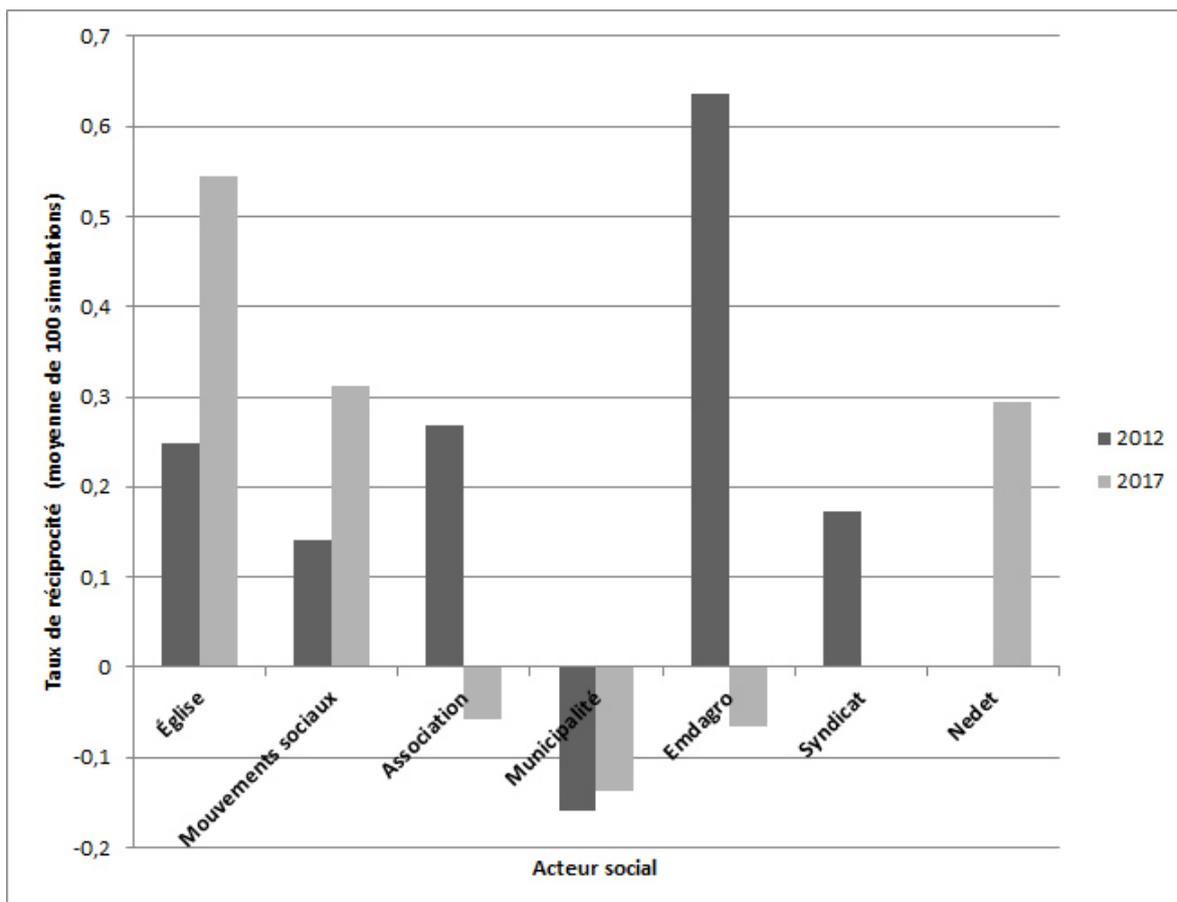


Figure 6.37. Moyenne du taux de réciprocité dans l'état régulé du SAO pour le TRBSF.
 Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

6.4.7 Analyse de sensibilité des modèles

L'analyse de sensibilité permet d'étudier l'influence de paramètres du modèle sur les simulations. Il est possible, à partir du logiciel SocLab, de faire varier les paramètres ténacité, les enjeux et les solidarités des acteurs. Le module d'analyse de sensibilité se charge de faire varier le ou les paramètres choisis en tirant aléatoirement une valeur, pour chaque simulation, dans l'intervalle définie préalablement.

Dans notre recherche nous avons procédé à deux analyses de sensibilité pour chaque période, 2012 et 2017. D'abord, pour la période de référence 2012, nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max), ce que nous appelons l'expérimentation 05 (EXP 05). Ensuite, nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle Église qui a été considéré par les évidences comme le plus important en matière d'engagement dans le le CODETER du

TRBSF (EXP06), les autres acteurs gardant la même ténacité que précédemment (cf. tableau 6.32)

Pour la période de référence 2017, nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max), ce que nous appelons l'expérimentation 07 (EXP 07). Ensuite, nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle Nedet qui, dans la période 2017, contrôle la relation « **Actions et projets du CODETER** » (EXP08) (cf. tableau 3.35).

Table 6.35. *Liste des expérimentations procédées pour l'analyse de sensibilités des modèles SocLab du TRBSF. Nous avons fait varier seulement la ténacité entre les valeurs un et dix. Source : élaboré par l'auteur.*

Expérimentation	Période de référence	Acteur du modèle ciblé
EXP05	2012	Tous les acteurs
EXP06	2012	Église
EXP07	2017	Tous les acteurs
EXP08	2017	Nedet

La Figure 6.38 montre que l'effort pour trouver un état régulé du modèle TRSS 2012 augmente au fur et à mesure que la ténacité des acteurs augmente au point de ne pas converger pour la ténacité plus grande que 7 dans l'expérimentation 05. Si seule l'Église change sa ténacité, le jeu social ne change pas en matière d'effort pour trouver une configuration régulée. De façon similaire, nous observons dans la Figure 6.41 le nombre de pas moyen augmenter quand la ténacité s'agrandit pour tous les acteurs dans l'expérimentation 07. Néanmoins si seul le Nedet change sa ténacité le nombre de pas ne change pas significativement.

Les Figures 6.39-40 et 6.42-43 montrent la robustesse des modèles du TRBSF 2012 et 2017, respectivement, pour les variables capacité d'action moyenne et la valeur moyenne de l'état de la relation : les capacités d'action restent très stables et, hormis l'anomalie pour la ténacité de 4 en 2012, les acteurs gardent les mêmes comportements.

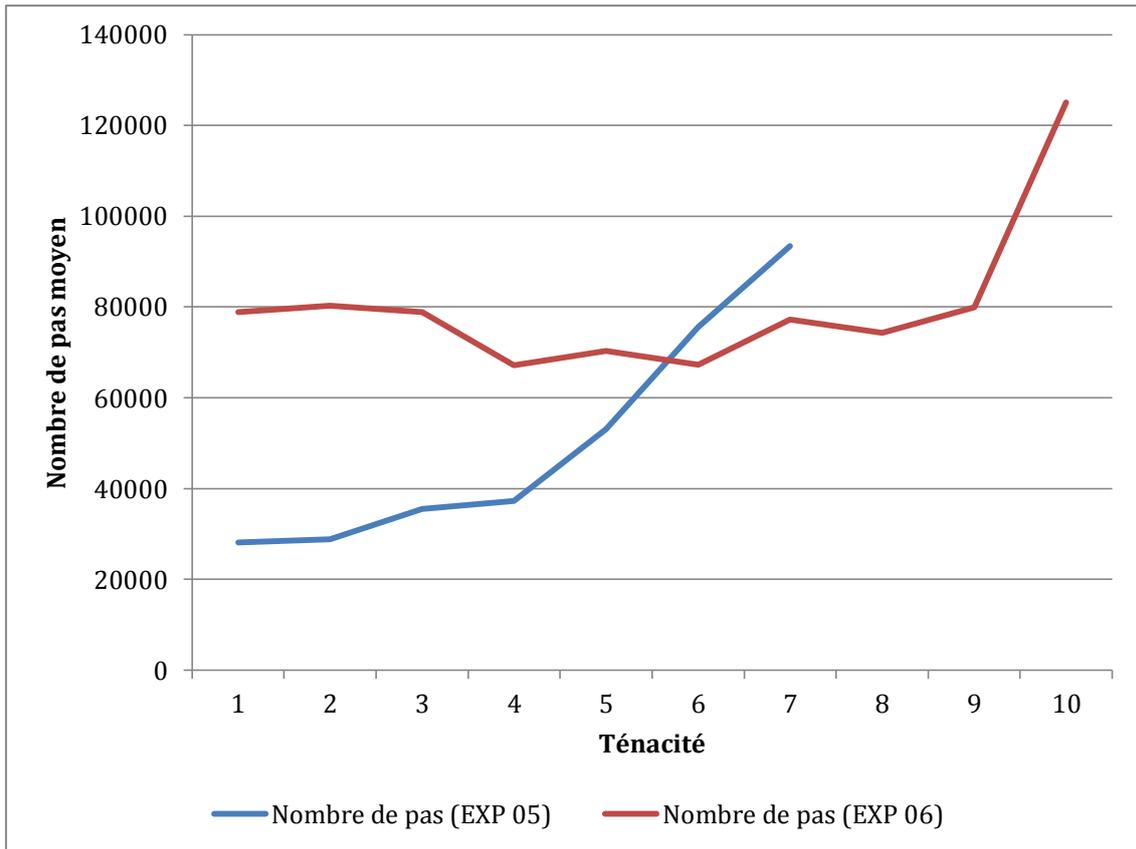


Figure 6.38. Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de la ténacité, qui ont convergé pour le modèle du TRBSF 2012. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 05 (EXP 05) où la ténacité de tous les acteurs varie entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 06 (EXP 06) où seule la ténacité de l'acteur Église varie entre 1 et 10. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

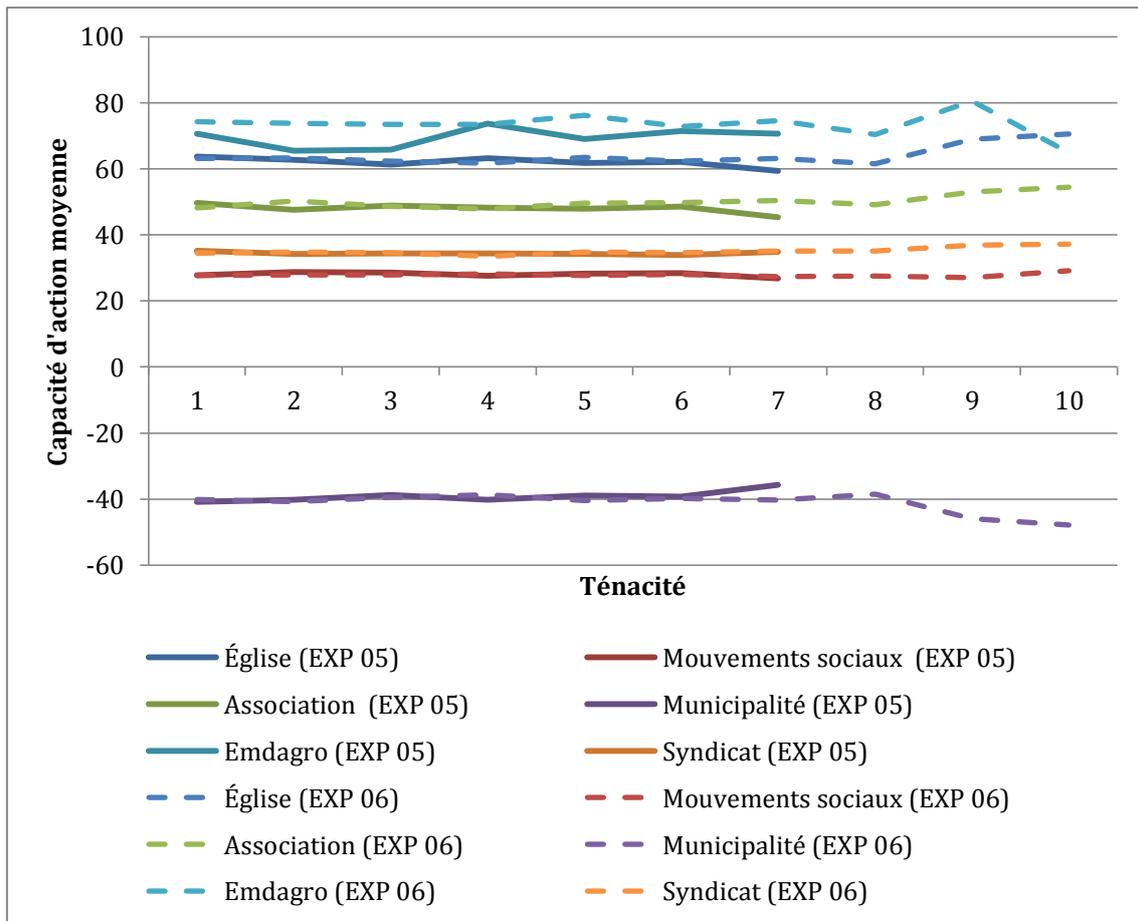


Figure 6.39. En ordonnée nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qui ont convergé pour le modèle du TRBSF 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 05 (EXP 05). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 06 (EXP 06). Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

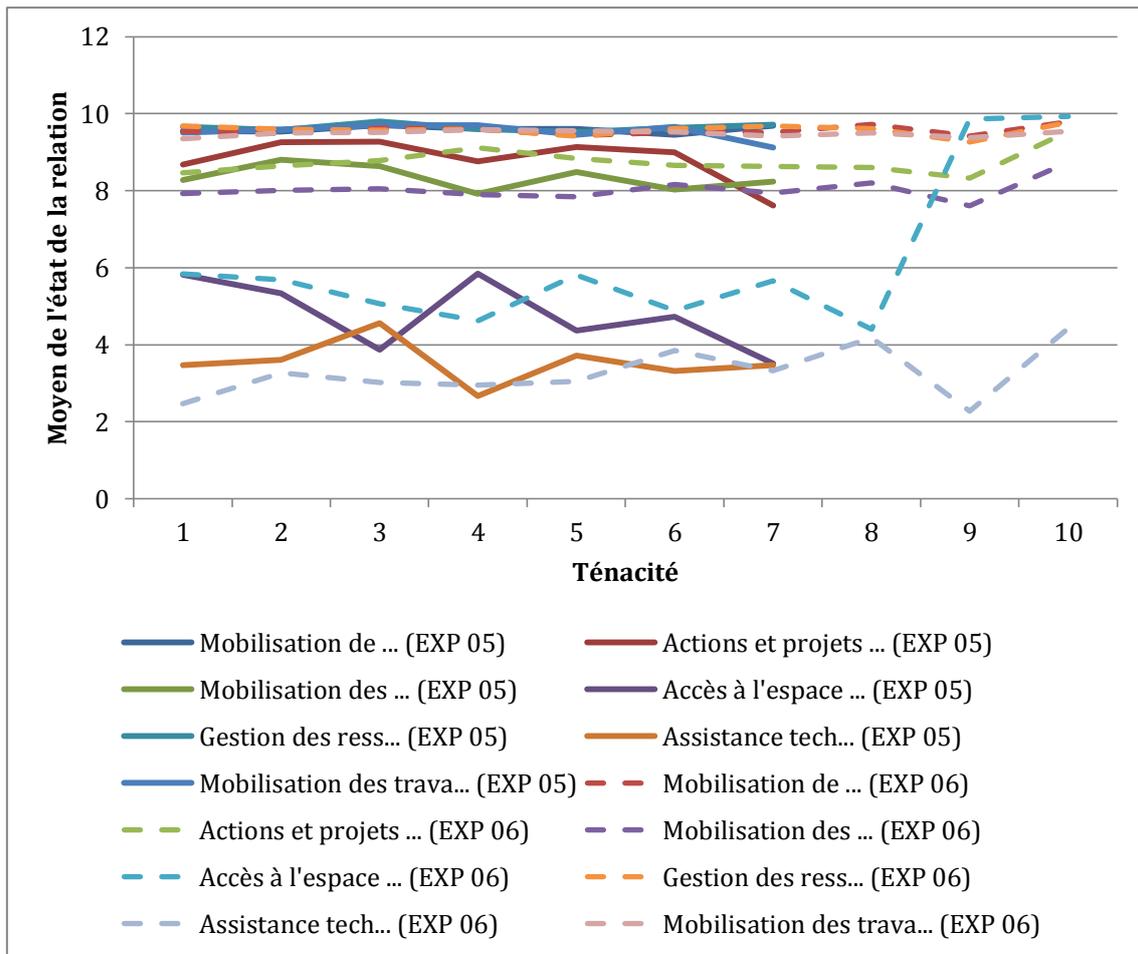


Figure 6.40. Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRBSF 2012. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 05 (EXP 05). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 06 (EXP 06). Chaque relation est représentée par une seule couleur. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

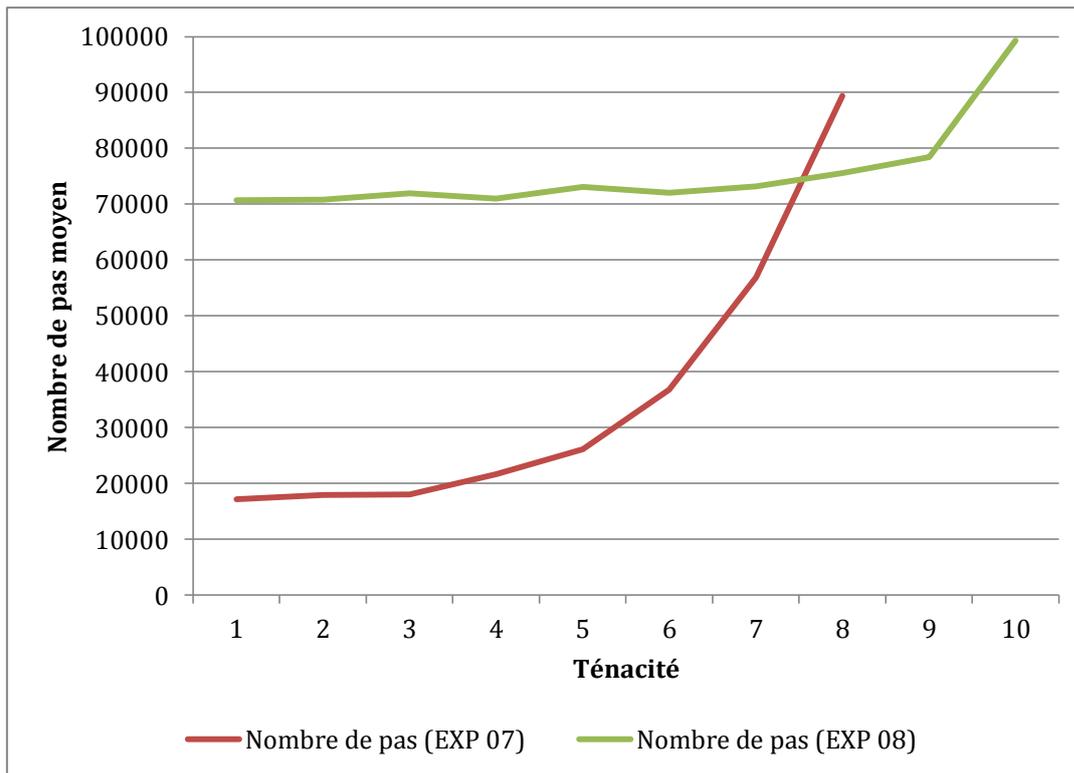


Figure 6.41. Nombre de pas moyen pour 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée, qui ont convergé pour le modèle du TRBSF 2017. La courbe bleue montre les résultats pour l'expérimentation 07 (EXP 07) où nous avons fait varier la ténacité pour tous les acteurs entre les valeurs 1 (min) et 10 (max). La courbe rouge montre les résultats pour l'expérimentation 08 (EXP 08) où nous avons fait varier seulement la ténacité, entre 1 et dix, de l'acteur du modèle Nedet. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

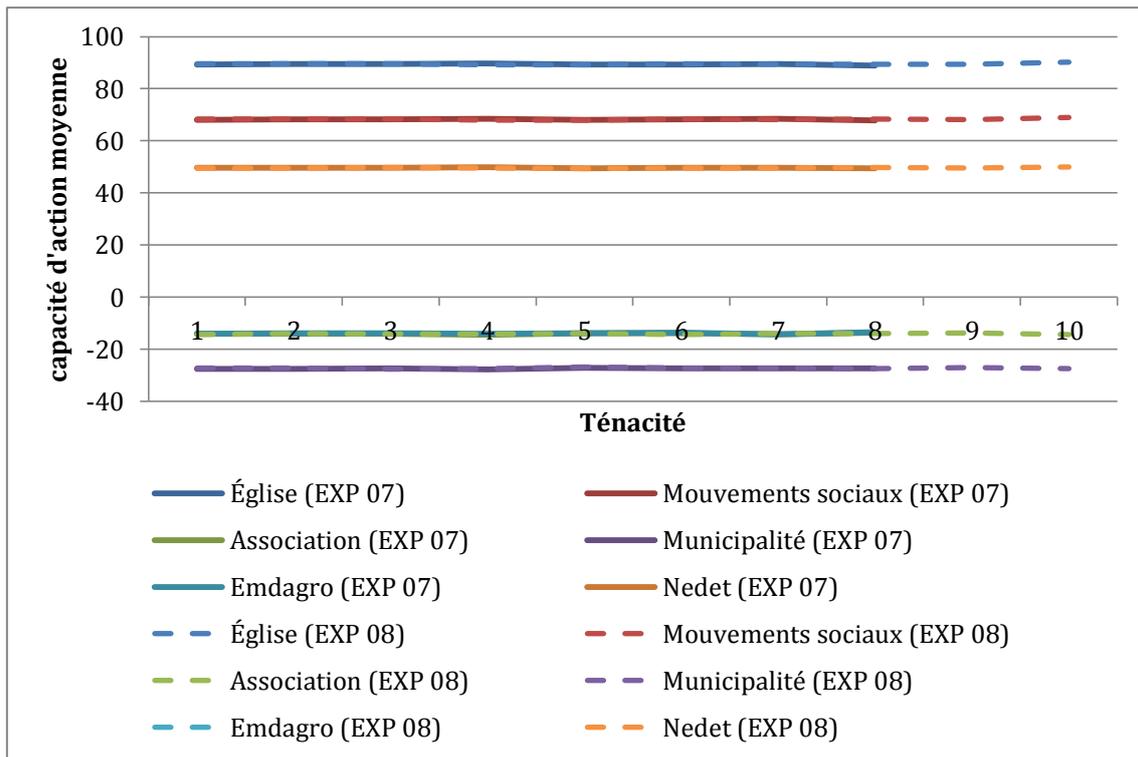


Figure 6.42. Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des capacités d'action pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRBSF 2017. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 07 (EXP 07). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 08 (EXP 08). Chaque acteur est représenté par une seule couleur. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

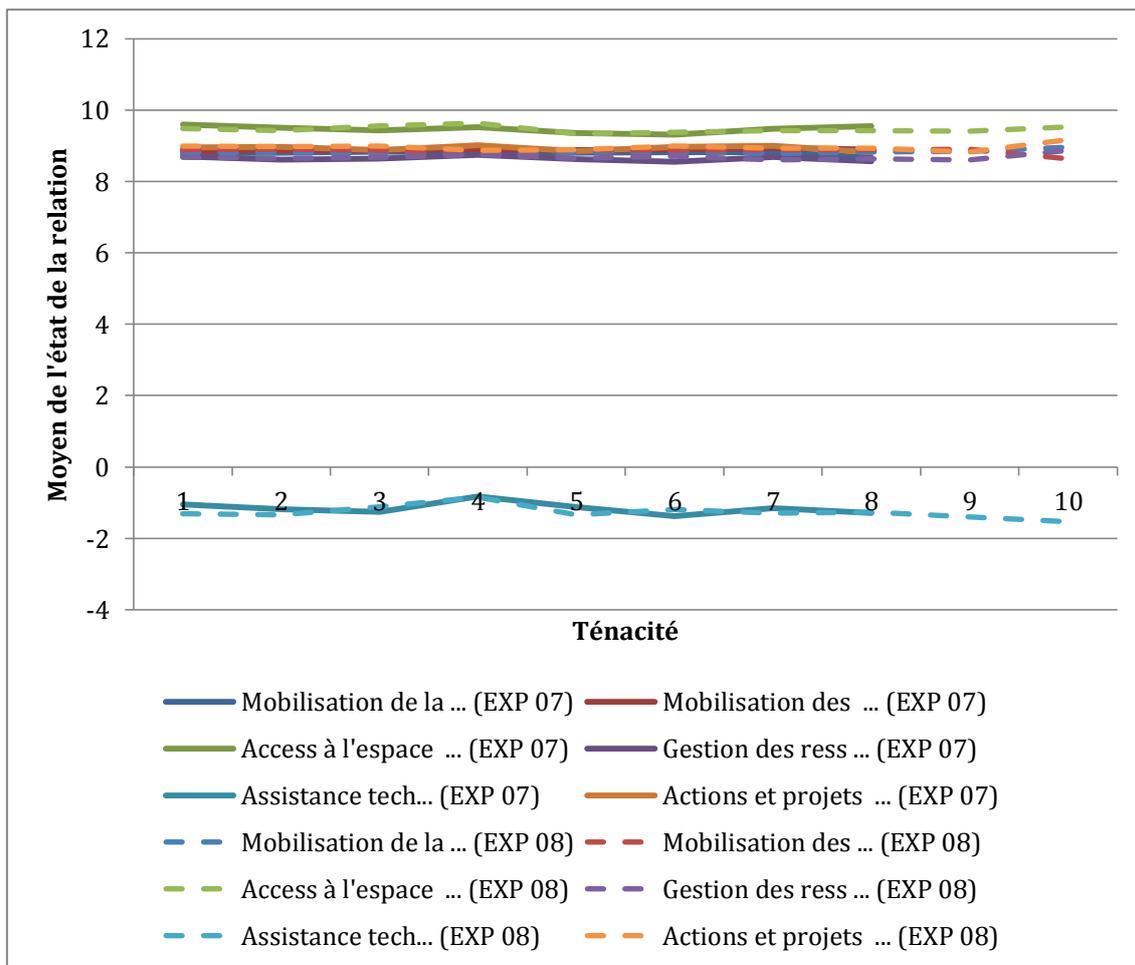


Figure 6.43. Dans les coordonnées nous avons la valeur moyenne des états de relations pour les 100 simulations, pour chaque valeur de ténacité évaluée (abscisse), qu'ont convergé pour le modèle du TRBSF 2017. Les lignes continues représentent les résultats de l'expérimentation 07 (EXP 07). Les lignes pointillées représentent les résultats de l'expérimentation 08 (EXP 08). Chaque relation est représentée par une seule couleur. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

6.4.8 Conclusions

À partir des modèles SocLab du CODETER du TRBSF, nous pouvons conclure qu'il y a une opposition entre deux groupes, contre ou en faveur du PRONAT/PTC. D'un côté, les Mouvements sociaux, l'Église, le Syndicat, l'Association et le Nedet qui sont fortement attachés aux politiques publiques territoriales. De l'autre, la Municipalité représente bien la résistance du pouvoir local établi contre le projet en ce qu'il vise la promotion de la participation civile dans des prises de décisions collectives sur le développement du territoire.

Les simulations sociales ont dévoilé un système social relativement simple, avec quelques marges de manœuvre pour 2012, mais qui a évolué vers un système plus contraint en matière de liberté pour les acteurs. En fait, à cause du retrait du Syndicat du jeu social en 2017, et grâce à l'entrée du Nedet pour la gestion du CODETER, les rapports de force ont basculé en faveur des mouvements sociaux, au détriment des questions liées à la production agricole ou communautaire.

Le tableau 6.36 résume les indicateurs sociologiques utilisés pour évaluer les changements dans le CODETER du TRBSF entre les deux années de référence. Des cinq acteurs sociaux du modèle qui sont présents dans les deux périodes, seul l'acteur Mouvements sociaux a bénéficié d'une évolution favorable avec une croissance de sa capacités d'action, de son pouvoir et, surtout, de son taux de réciprocité.

Comme pour le CODETER du TRSS, l'affaiblissement des ressources fédérales vers le PRONAT/PTC a diminué le rôle de la Municipalité et, par conséquent, la dépendance des autres acteurs vis-à-vis de la relation qu'elle contrôle. L'Association a perdu beaucoup de capacité d'action, a gagné du pouvoir, mais elle a vécu une variation très négative du taux de réciprocité, ce qui dénote un affaiblissement des relations d'interdépendances avec les autres.

La variation très négative du taux de réciprocité de l'Emdagro confirme que cet acteur se maintient dans le jeu social avec un coût très élevé. Cela est dû, comme pour le TRSS, à ses limites opérationnelles qui font que cet acteur diminue ses activités, mais aussi au changement de priorité au sein de la gestion du CODETER par le Nedet. Malheureusement, le Syndicat qui avait de bonnes capacités d'action, pouvoir absolu et taux de réciprocité, a diminué sensiblement sa participation dans le jeu social ce qui a justifié sa sortie du modèle.

Le Nedet entre dans le jeu social en 2015 avec des ressources très importantes pour les autres (10 de pertinence) ; de plus, il partage avec les partenaires du Nedet comme l'Embrapa, l'UFS et l'IFS des objectifs tels que la promotion de l'agroécologie et l'organisation stratégique du CODETER autour des mouvements sociaux. Donc, le Nedet a fait la différence en matière de capacité d'action fournie aux autres acteurs et comme animateur du CODETER en établissant de nouveaux liens avec presque tous les autres acteurs.

Table 6.36. Récapitulatif des moyennes des indicateurs sociologiques évalués dans les configurations résultant des simulations des modèles du CODETER du TRBSF. Dans les colonnes nous avons la capacité d'action, pouvoir, partage du pouvoir absolu et le taux de réciprocité. Les lignes sont divisées en deux groupes, le premier qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés dans les deux périodes d'études (2012 et 2017), et le deuxième qui montre les valeurs pour les acteurs modélisés pour une période seulement (2012 ou 2017). Pour le premier groupe, nous avons une valeur Δ qui représente la variation en pourcentage de chaque indicateur entre 2012 et 2017. Source : élaboré par l'auteur à partir des extraits des données SocLab.

Année de référence	Acteur du modèle	Capacité d'action (Δ)	Pouvoir(Δ)	Partage du pouvoir absolu (Δ)	Taux de Réciprocité (Δ)
2012 et 2017	Église	97,8% (+12,7%)	98,9% (~0,0%)	16,9% (-31,1%)	0,5454 (+120,12%)
	Mouvements sociaux	87,6% (+55,6%)	99,40% (+0,03%)	18,9% (+18,0%)	0,3120 (+122,48%)
	Association	46,7% (-42,0%)	97,0% (+263,3%)	21,9% (+71,2%)	-0,0586 (-121,93%)
	Municipalité	35,50 (+37,6%)	6,6% (-93,4%)	12,0% (-34,0%)	-0,1374 (-13,57%)
	Emdagro	32,40 (-51,9%)	100,0% (~0,0%)	13,4% (+36,1%)	-0,0657 (-110,34%)
2012	Syndicat	68,9%	99,9%	18,24%	0,1733
2017	Nedet	76,7%	94,0%	16,94%	0,2939

Enfin, en utilisant les résultats de simulations des modèles SocLab, et en considérant que les modèles sont une simplification raisonnable du système socioterritorial complexe CODETER du TRBSF nous pouvons essayer de répondre à la question de cette recherche : *Le PRONAT/PTC a-t-il atteint ses objectifs sur le Territoire Rural du bas São Francisco en ce qui concerne l'évolution des relations de pouvoir entre les acteurs ?*

Oui ! Malgré la petite diminution de la capacité d'action globale du système d'action entre les deux périodes, nous observons que l'Église et l'acteur Mouvements sociaux, qui représentent bien la société civile, ont connu une augmentation significative de leur taux de réciprocité et quelques augmentations de leur capacité d'action.

Au contraire du TRSS, nous observons que les Coefficients de Variation (CV) des indicateurs sociologiques ont augmenté entre 2012 et 2017 (+35% pour le pouvoir, +57% pour le taux de réciprocité et +32% pour la capacité d'action). Cela signifie que

dans le TRBSF la montée en pouvoir des acteurs liés à la société civile a rendu le système social un peu plus instable globalement, autrement dit, il a plus de variation entre les valeurs des indicateurs sociologiques parmi les acteurs.

Enfin, l'intervention du PRONAT/PTC dans le TRBSF a apporté plus de force aux représentants de la société civile, mais n'a pas contribué forcément pour l'équilibrage (observer à partir du CV) des rapports de pouvoir. Donc, si le système est équilibré le CV doit être petit, s'il augmente cela veut dire qu'il y a un déséquilibre, que dans ce cas a été en faveur de la société civile.

L'inclination du Nedet vers les questions chères aux mouvements sociaux et à l'Église et non plus vers celles proches des associations et de la production agricole commerciale a fait baisser la capacité d'action de l'Association et de l'Emdagro.

6.5 Conclusions générales

La modélisation et simulation du TRSS et du TRBSF nous permet de constater l'efficacité de l'approche basée sur SocLab pour décrypter les systèmes socioterritoriaux complexes et mesurer les indicateurs sociologiques, notamment pour les échanges symboliques entre les acteurs du modèle.

En matière de similitudes entre les deux études de cas, nous constatons que :

- Il y a des acteurs du modèle qui sont présents dans les deux territoires, mais pas nécessairement avec le même impact (fonctions d'effet de la relation qu'ils contrôlent), importance (pertinence de la relation qu'il contrôle), dépendance vis à vis des autres et donc pouvoir, comme l'Association, la Municipalité, le Syndicat, le Nedet, l'Emdagro et le MST. Par exemple, le Syndicat a maintenu son influence dans le TRSS en 2017, mais pas dans le TRBSF. L'importance de l'Emdagro dans le TRSS était plus faible (pertinence 5) que dans le TRBSF (pertinence 8,5 pour la période 2017). La Municipalité a démontré presque le même comportement dans les deux Territoires Ruraux.
- L'analyse structurelle a montré qu'il y a une polarisation claire entre les pouvoirs publics, notamment représentés par la Municipalité, l'Emdagro et la Pronese, et la société civile, représentée par les mouvements sociaux (MST et Quilombolas), l'Église, le Syndicat et l'Association. Dans les deux territoires, le

Nedet et l'Embrapa ont présenté un comportement plus proche des intérêts de la société civile.

- Nous constatons que le conflit, démontré par l'analyse structurelle et les sorties de simulations, entre la société civile (syndicat, association, MST, mouvements sociaux, église) et la Municipalité se reproduit dans les deux territoires. En fait, ils se disputent les ressources matérielles issues du PRONAT/PTC, mais aussi la capacité d'influencer (pouvoir) les différentes bases sociales (population pauvre et catholique, population communautaire et paysanne, travailleurs ruraux).
- En observant l'opposition entre la société civile d'un côté, Nedet et Embrapa inclus, et les organismes public d'un autre côté, à partir de l'indicateur partage du pouvoir absolu nous constatons que la société a bien augmenté sa participation dans le TRSS (de 48,75% à 85%) et dans le TRBSF (de 71,95% à 74,61%), entre les deux périodes.
- Si nous observons le taux de réciprocité moyen des acteurs du modèle de la société civile et du pouvoir public, nous constatons que la société civile a augmenté de 0,21 à 0,27 dans le TRSS, et de 0,15 à 0,33 dans le TRBSF. Les « organismes publics » ont bien diminué leur taux de réciprocité moyen de 0,24 à -0,10 dans le TRSS, et de 0,06 à -0,12 dans le TRBSF.
- Les deux territoires ont été gérés par le Nedet dans la deuxième période d'étude, 2017. Néanmoins, le comportement du Nedet dans les territoires est de nature bien différente : dans le TRSS il a concentré ses efforts sur la construction du CODETER et sur l'articulation de tous les acteurs, alors que dans le TRBSF il a consacré ses efforts aux actions et projets liés aux mouvements sociaux.

En observant les deux autres territoires de l'état de Sergipe, le Territoire Rural « Alto Sertão » (TRAS) et le Territoire Rural « Sertão Ocidental » (TRSO) (cf. section 6.1.1), nous pouvons affirmer que le TRSS et le TRBSF sont représentatifs de l'ensemble des territoires de cet état. D'abord, comme le souligne Santos et Góis (2009) et Moreira (2016), le Territoire Rural « Alto Sertão » a vécu l'empuissancement de la société civile au sein de son CODETER, notamment des mouvements sociaux, syndicats, « Quilombolas » et associations. Lopes et al. (2013) arrivent à la même conclusion pour le Territoire Rural « Sertão Ocidental ». Puis, dans les territoires TRAS et TRSO nous observons une forte opposition entre les acteurs liés à la Mairie, au pouvoir traditionnel, et la société civile, notamment les mouvements sociaux. Enfin, selon le coordinateur du

Nedet auprès de ces quatre Territoires Ruraux, surtout pendant la deuxième période de référence, 2013-2017, les CODETER sont devenus des lieux de concertation, de rapports de forces, de lutte pour le contrôle des bases sociales et de discussions autour des questions sociales plutôt que de décision collective autour de projets de développement.

Si nous prenons les Territoires Ruraux de l'ensemble du Brésil à partir de l'œuvre d'Eric Sabourin, nous observons que les acteurs les plus actifs sont presque les mêmes (le Mairie, le syndicat, les mouvements sociaux, les associations, l'état, etc.) et qu'il y a toujours une résistance au changement des rapports de forces au sein des CODETER, notamment de la part des Mairies. Cela nous amène à l'opposition omniprésente entre le pouvoir public et la société civile, mais il y a aussi des conflits internes dans les mouvements sociaux, syndicats etc. Néanmoins, au-delà des relations conflictuelles, Sabourin (2012a) souligne que le PRONAT/PTC a renforcé la logique de la réciprocité symbolique dans l'espace rural au Brésil, y compris le clientélisme. En fait, le clientélisme (l'échange symbolique asymétrique) est une pratique constante dans le Brésil rural (Sabourin, 2015).

En conclusion, cette approche nous a permis à identifier que le PRONAT/PTC a été effectif dans les deux Territoires Ruraux TRSS et TRBSF et nous constatons qu'il y a des similitudes importantes entre leurs CODETER et ceux de l'ensemble des Territoires Ruraux du Sergipe et du Brésil. Cela pose la question de généraliser l'hypothèse suivante : les analyses structurelles des modèles et les indicateurs sociologiques tels que la capacité d'action, le pouvoir, le pouvoir absolu, et notamment le taux de réciprocité, montrent que le PRONAT/PTC a changé les rapports de pouvoir entre les acteurs qui participent activement au CODETER

Chapitre 7 – Considérations finales

La politique publique PRONAT/PTC vise le développement durable des Territoires Ruraux selon le paradigme de la concertation avec les acteurs locaux. Néanmoins, pour atteindre cet objectif, il faut équilibrer les rapports de forces entre le pouvoir public d'une part et la société civile d'autre part au sein du CODETER.

Pour évaluer l'impact de la politique publique territoriale PRONAT/PTC, nous avons étudié la transformation des rapports de forces dans deux Territoires Ruraux de Sergipe, Brésil, par la modélisation et simulation des processus sociaux en suivant l'approche SocLab.

L'usage de la modélisation et de la simulation sociale est justifié parce que nous sommes devant un problème reconnu complexe qui peut être décrypté selon l'approche systémique et les méthodes des sciences de la complexité, notamment la modélisation multi-agents.

Pour observer notre phénomène social, nous nous sommes appuyé sur une combinaison de théories issues des sciences sociales, notamment la sociologie, qui a été formalisée computationnellement. Nous supposons que des théories sociales bien établies nous apportent des clés fiables pour l'observation de la structure et de la dynamique du phénomène.

Un des concepts clés de notre recherche est le concept de pouvoir. Donc, nous cherchons à établir un rapport entre les conceptions du pouvoir dans les sciences sociales et les formalisations qui en sont proposées, afin de permettre l'évaluation quantitative et qualitative des rapports de forces au sein des CODETER des Territoires Ruraux. L'autre concept que nous avons pris en considération est celui de réciprocité selon la théorie de la réciprocité, dans un contexte de jeux d'échange symbolique entre les acteurs.

Enfin, nous proposons une méthode pour la modélisation et simulation des CODETER des Territoires Ruraux, observés comme des systèmes socioterritoriaux complexes. La Sociologie de l'Action Organisée et la théorie de la réciprocité sont les supports théoriques les plus importants qui ont été formalisés dans l'approche SocLab. En bref, cette thèse vise à contribuer au domaine des sciences sociales computationnelles, en

apportant une méthode bien assise pour observer et tester des hypothèses sur des phénomènes sociaux au sein des systèmes socioterritoriaux complexes.

La section 7.1 détaille les apports de la thèse, la section 7.2 présente les limites de la méthode proposée, et la section 7.3 expose les perspectives envisageables à la suite de cette recherche.

7.1 Les apports de la thèse

Nous pouvons souligner les éléments suivants de notre recherche : l'adoption du cycle de modélisation sociale selon Zoya et Roggero (2014), la définition de l'objet conceptuel de recherche bien ancré sur des théories sociales selon Moine (2006, 2007), la formalisation des Systèmes Sociaux de Luhmann pour l'étude du pouvoir et le développement du métamodèle S4Luhmann inspiré de Silva et al. (2008), l'usage de l'approche SocLab dans le contexte de l'évaluation d'une politique publique et de la modélisation du même système social à deux moments différents selon Sibertin-Blanc et al. (2013), l'intégration de la théorie de la réciprocité dans l'approche SocLab et la proposition d'une mesure pour la réciprocité, basée sur les travaux de Sabourin (2007), la validation empirique des modèles SocLab, la proposition d'une méthode pour la modélisation des systèmes socioterritoriaux complexes et la vérification de l'hypothèse de recherche à partir des modèles construits.

7.1.1 L'adoption du cycle de modélisation sociale selon Zoya et Roggero

Dans notre recherche nous avons adopté le cycle itératif de modélisation et simulation proposé par Zoya et Roggero (2014). Selon les auteurs, pour modéliser et simuler un phénomène social il faut suivre six étapes : 1) définir un système de référence (dans notre cas l'approche systémique et le paradigme de la complexité) pour guider la recherche ; 2) délimiter l'objet conceptuel de recherche (dans notre cas le système socioterritorial complexe) ; 3) choisir les théories sociales les plus convenables pour bien appréhender les éléments qui seront traités par la modélisation (dans notre cas nous avons adopté la Sociologie de l'Action Organisée, la théorie de la réciprocité et les Systèmes Sociaux de Luhmann) ; 4) formaliser mathématiquement ou computationnellement les concepts issus des théories mobilisées (dans notre cas nous partons du métamodèle SocLab pour l'étude des rapports de pouvoir au sein des systèmes socioterritoriaux complexes et nous avons proposé un métamodèle pour l'interprétation du pouvoir selon Luhmann) ; 5) construire les modèles en utilisant la

formalisation précédente à partir d'observations empiriques du phénomène (dans notre cas nous avons modélisé deux Territoires Ruraux au Brésil dans une démarche de recherche-action) ; 6) simuler les modèles dans différentes conditions pour observer des configurations remarquables, la robustesse des modèles, et pour extraire de nouvelles connaissances à partir des résultats de simulation (nous avons utilisé le logiciel SocLab pour implémenter, analyser et simuler nos modèles des Territoires Ruraux).

7.1.2 La définition de l'objet conceptuel de la recherche

Dans les chapitres deux et trois, nous proposons une définition de l'objet conceptuel de la recherche, le Système SocioTerritorial Complexe (SSTeC), qui a été conçu à partir de Moine (2006, 2007). Ce système, composé de trois sous-systèmes, inclut la dimension sociale comme moteur du développement durable local. Ce concept intègre le nouveau paradigme de développement durable ancré sur la participation de la population locale (société civile) dans les prises de décisions et les investissements publics sur le territoire.

En fait, nous avons défini deux types de SSTeC. Le premier selon la Sociologie de l'Action Organisée et le deuxième basé sur la théorie de Systèmes Sociaux de Luhmann. Chaque conceptualisation aborde les rapports de pouvoir entre les acteurs d'une manière particulière.

Dans le SSTeC à partir de la Sociologie de l'Action Organisée, nous observons le phénomène social comme un Système d'Action Concrète (SAC) et le pouvoir selon la définition classique de Dahl, ce qui permet de prendre en compte le concept de réciprocité selon la théorie de la réciprocité.

Dans le SSTeC à partir de Systèmes Sociaux de Luhmann, le phénomène social ciblé serait observé comme un sous-système politique qui interagit avec des systèmes psychiques. Ici, nous partons d'une redéfinition du pouvoir de Luhmann à partir de Foucault selon Borch (2005).

Pour modéliser le SSTeC selon la Sociologie de l'Action Organisée nous utilisons l'approche SocLab qui formalise le SAC en un Système d'Action Organisée (SAO). nous pouvons alors modéliser et analyser la structure du système social et par la simulation, savoir comment les relations d'échanges symboliques entre les acteurs sont susceptibles de se stabiliser.

Pour modéliser le SSTeC selon Luhmann, nous avons développé un métamodèle d'un sous-système politique stylisé muni du mécanisme de communication luhmannien, c'est le Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann (S4Luhmann).

7.1.3 La formalisation des Systèmes Sociaux de Luhmann

Le Sous-Système Spatial Stylisé de Luhmann (S4Luhmann) est un métamodèle de la théorie luhmannienne conçu pour permettre l'investigation des concepts abstraits de cette théorie et leurs implications dans les relations de pouvoir entre acteurs sociaux (systèmes psychiques selon Luhmann) (Silva 2019b). S4Luhmann essaie d'implémenter la communication sociale et le pouvoir luhmanniens à partir d'une analogie avec les méthodes de l'analyse spatiale.

Néanmoins, malgré sa valeur pour la représentation formelle des abstractions luhmanniens, le S4Luhmann ne s'avère pas utilisable comme un outil pour l'évaluation des politiques publiques. Donc, nous n'avons pas adopté ce métamodèle pour la vérification de l'hypothèse de la thèse.

7.1.4 SocLab dans le contexte d'évaluation de politique publique

Notre recherche aborde pour la première fois le problème de l'évaluation de politiques publiques à partir de la modélisation et simulation des SSTeC. En fait, malgré la diversité des usages de l'approche SocLab dans différents domaines d'analyse des rapports de pouvoir dans des systèmes socioécologiques, son application dans le domaine de politiques publiques est inédite .

Il faut souligner qu'est inédit aussi la modélisation et simulation SocLab du même système à deux moments historiques différents ; cela a permis l'évaluation dans le temps de l'impact du PRONAT/PTC sur les Territoires Ruraux.

7.1.5 La théorie de la réciprocité, SocLab et une mesure de la réciprocité

Selon les travaux de M. Eric Sabourin, la théorie de la réciprocité est l'une des plus convenables pour expliquer les relations entre les paysans au Brésil au sein des organisations (p.ex. syndicats, associations) ou institutions (p.ex. famille), et les relations entre les organisations elles-mêmes. Ces relations sont fortement ancrées sur des échanges non-marchands, ce que la théorie de la réciprocité appelle « échanges symboliques ».

Dans notre recherche nous avons fait le lien entre la Sociologie de l'Action Organisée et la théorie de la réciprocité par le truchement de l'approche SocLab pour interpréter les échanges d'accès à des « zones d'incertitude » comme des échanges symboliques entre les acteurs. En fait, l'approche SocLab traduit les interdépendances entre les acteurs sous forme de relations médiées par des « zones d'incertitude » qui sont plus au moins accessibles aux autres acteurs du modèle. Cette accessibilité se matérialise par des échanges de capacité d'action entre les acteurs du modèle. Donc, nous considérons ces échanges comme symboliques et cela nous permet d'interpréter la structure du modèle SocLab et ses indicateurs sociologiques selon la perspective de la théorie de la réciprocité, notamment la classification des SSTeC en matière de forme et structure.

Sur la base de cette liaison, nous avons proposé une mesure de la réciprocité entre l'acteur du modèle et le système, le taux de réciprocité. Le taux de réciprocité a été conçu pour mesurer l'avantage transactionnel des actions stratégiques d'un acteur dans une configuration donnée du système, et cela nous donne des évidences pour établir la forme de la réciprocité des relations d'échange entre l'acteur et le système. Ainsi, nous avons un indicateur sociologique qui relativise la capacité d'action totale obtenue par un acteur par rapport à la capacité d'action qu'il a perdue, plus le pouvoir qu'il a donné aux autres acteurs (bienveillance).

Dans notre recherche, la différence entre les taux de réciprocité dans les deux périodes de référence évaluées pour chaque Territoire Rural nous a permis d'identifier plus clairement les changements de rapports de force entre les acteurs et le système social.

7.1.6 La recherche-action et la validation empirique des modèles

Notre recherche s'est centrée sur le CODETER de chaque Territoire Rural qui a été analysé comme un SSTeC. Néanmoins, malgré la délimitation du système social ciblé et l'existence de règles de fonctionnement du CODETER, la diversité et la quantité des acteurs ont rendu la simple collecte de données par questionnaire insuffisante pour la conception des modèles. En conséquence, nous avons pris la décision de participer à des CODETER dans un cadre de recherche-action pour mieux identifier les relations et comportements cachés, pour gagner la confiance des acteurs et pour assurer les missions de l'EMBRAPA comme institution partenaire des paysans et producteurs des Territoires Ruraux étudiés.

Dans cette démarche de recherche-action, nous avons apporté aux CODETER des informations, des cartes et des études sur chaque Territoire Rural. De plus, à l'issue de notre participation aux CODETER et en accord avec les acteurs du terrain, nous avons proposé trois axes à développer par les gestionnaires des CODETER des deux Territoires. Tout d'abord, définir un mécanisme autonome d'animation des CODETER pour permettre la participation de la population rurale, actuellement complètement extérieure au débat limité à la société civile organisée. Par ailleurs, créer une équipe multidisciplinaire et permanente pour élaborer des études et projets territoriaux, pour mieux comprendre les relations entre les acteurs et les potentialités de chaque Territoire. Enfin, rompre avec la tendance à voir le territoire comme un espace exclusivement agricole. Cela pourrait permettre la participation d'autres acteurs venant des filières industrielles et des services.

La validation de nos modèles a été conduite avec la participation de chercheurs et de techniciens à l'occasion d'ateliers où les modèles ont été présentés par le modélisateur et validés par les participants, avec le support de documents, rapports et autres études sur les territoires.

7.1.7 Une méthode pour la modélisation des SSTeC

Dans la section 5.10.3, nous avons présenté le schéma général de la méthode de modélisation et simulation proposée dans ce mémoire. La méthode articule les étapes de recherche en partant de l'observation de chaque CODETER comme un système socioterritorial complexe.

La collecte de données est guidée par la Sociologie de l'Action Organisée et la théorie de la réciprocité. Dans notre recherche, en plus de l'analyse documentaire, la principale stratégie pour glaner des informations pour l'élaboration des modèles a été la recherche-action.

Nous avons défini un nouvel indicateur sociologique SocLab, le taux de réciprocité qui permet de qualifier la forme de réciprocité des échanges symboliques entre les acteurs du modèle.

La vérification de l'hypothèse est menée à partir de l'analyse structurelle des modèles et de l'analyse des résultats de simulation, notamment les indicateurs capacité d'action, pouvoir et taux de réciprocité.

7.1.8 La vérification de l'hypothèse de la recherche

Nous avons mené des recherches-actions et des recherches documentaires pour modéliser les Territoires Ruraux en utilisant la méthode basée sur l'approche SocLab. Nous avons un modèle, validé empiriquement, pour chaque période de références, 2012 et 2017, et pour chaque Territoire. D'abord, nous pouvons conclure que, d'après les modèles et les simulations, il y a une claire opposition entre les acteurs du terrain qui représentent le pouvoir traditionnel bien établi au fil du temps et la société civile qui a commencé à s'organiser depuis les années 1980, notamment dans l'espace rural. Ensuite, les deux Territoires ont évolué vers des systèmes plus simples et avec plus de liberté pour les acteurs grâce à la diminution de l'importance des ressources contrôlées par les municipalités, sans doute sources des conflits. Finalement, les indicateurs sociologiques nous montrent des changements majeurs sur les deux Territoires en matière d'*empuissance* de la société civile mesuré par les indicateurs SocLab *pouvoir, capacité d'action et taux de réciprocité*.

Quand nous considérons la différence entre les valeurs moyennes des résultats des simulations pour les indicateurs sociologiques entre 2017 et 2012 pour le Territoire Rural Sud de Sergipe, nous voyons que l'acteur MST a augmenté sa capacité d'action considérablement, l'Association a augmenté son pouvoir, le partage du pouvoir absolu n'a pas changé vraiment entre les acteurs ; l'acteur qui a gagné le plus d'avantage transactionnelle est sans doute le MST qui a vécu une croissance considérable de son taux de réciprocité, ce qui veut dire qu'il a gagné plus de capacité d'action qu'il n'en a perdu et rendu aux autres.

Si nous prenons le Territoire du Bas São Francisco, les indicateurs sociologiques montrent que les mouvements sociaux ont gagné en capacité d'action, tandis que l'Association a gagné du pouvoir. Le partage du pouvoir absolu n'a pas changé significativement entre les acteurs. Le taux de réciprocité nous montre que les acteurs qui profitent le mieux des politiques publiques en matière d'avantage transactionnelle sont l'Église et les mouvements sociaux.

A partir des résultats de simulations des modèles SocLab des deux Territoires, nous pouvons conclure qu'il y a des évidences pour affirmer que les politiques publiques PRONAT et PTC ont donné lieu à un changement des rapports de forces entre les

représentants de la société civile et le pouvoir public, notamment l'empuissancement de la société civile.

7.2 Les limites de la méthode proposée

La méthode proposée pour l'analyse du SSTeC CODETER comme un Système d'Action Organisée SocLab présente ses limites. D'abord nous avons les limites de l'analyse sociale à partir de la Sociologie de l'Action Organisée qui est centrée sur les rapports de forces qui rendent le système social équilibré, régulé. Par conséquent, ce type d'analyse n'est pas approprié pour l'observation de phénomènes d'émergence, d'évolution ou d'inflexion.

La simplification computationnelle de concepts théoriques comme le pouvoir et la réciprocité, ainsi que la combinaison de concepts issus de différents domaines tels que les sciences politiques, la psychologie sociale, la sociologie, les sciences du comportement ou la sociologie, nous pose un défi d'intégration et d'interprétation des résultats des modèles.

Ensuite, modéliser le SSTeC comme un SAO avec le logiciel SocLab nous impose des contraintes opérationnelles comme le nombre d'acteurs qui ne peut pas excéder une dizaine en fonction de la complexité informatique de l'algorithme de simulation.

De plus, l'intégration de la dimension spatiale dans le processus de modélisation reste ouverte. Dans notre proposition, c'est le modélisateur qui doit interpréter les questions de proximité entre les acteurs du terrain, les ressources spatiales mobilisables etc. et les traduire comme des « zones d'incertitude » et ensuite comme des relations dans les modèles SocLab.

Enfin, la validation des modèles reste un problème difficile dans le domaine des systèmes multi-agents, notamment en ce qui concerne la modélisation et simulation des systèmes sociaux complexes. En fait, notre validation a été conduite à partir des ateliers avec des scientifiques et techniciens qui connaissent bien les territoires. Donc, il faut élargir la participation à ces ateliers pour obtenir une vision complète du système social.

7.3 Les perspectives

La méthode présentée dans cette thèse pourrait être appliquée à d'autres politiques publiques territoriales et à d'autres contextes qui nécessitent l'analyse des rapports de

pouvoir entre les acteurs. Dans le cas du Brésil, nous pouvons appliquer cette approche à l'étude des comités de Bassin Versant, des comités pour le développement durable de chaque État ou municipalité, ainsi qu'à l'étude des Territoires Indigènes ou « Quilombolas ».

Dans notre recherche, nous avons modélisé la cible des politiques publiques territoriales, le SSTeC. Néanmoins, la politique publique elle-même, avec ses normes, règles, standards, peut être modélisée pour permettre l'implémentation et l'analyse de l'impact de différentes stratégies.

En conclusion, la méthode proposée et son application réussie dans deux études de cas nous montrent que la modélisation et la simulation sociale s'avèrent efficaces pour l'étude de diverses formes de la dimension sociale de la société. De plus, la combinaison de cette approche avec d'autres méthodes comme l'analyse des masses de données, l'Analyse des Réseaux Sociaux, etc. peut nous apporter de nouveaux moyens pour que les modèles soient plus généralisables, robustes et vérifiables. Finalement, nous pouvons dire que les modèles seront plus utiles si la démarche de recherche se déroule dans une perspective vraiment interdisciplinaire et avec une forte participation de la communauté des sciences sociales.

Bibliographie

- ADREIT, Françoise, ROGGERO, Pascal, SIBERTIN-BLANC, Christophe et VAUTIER, Claude, 2009. Prendre en compte la dimension sociale dans un projet de développement durable : fondements et utilisation du système Soclab. In : BIMONTE, Sandro, MIRALLES, André et PINET, François (éd.), *Systèmes d'Information et de Décision pour l'Environnement, SIDE'09*. Toulouse : Association Inforsid. 2009. p. 5-14.
- AJZEN, Icek, 1991. The theory of planned behavior. In : *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 1991. Vol. 50, n° 2, p. 179-211. DOI 10.1016/0749-5978(91)90020-T.
- AN, Li, 2012. Modeling human decisions in coupled human and natural systems: Review of agent-based models. In : *Ecological Modelling*. 2012. Vol. 229, p. 25-36. DOI 10.1016/j.ecolmodel.2011.07.010.
- ANDERSEN, H. et KASPERSEN, L.B., 2000. *Classical and modern social theory*. Massachusetts : Blackwell.
- APPELBAUM, S.H., 1997. Socio-technical systems theory: an intervention strategy for organizational development. In : *Management Decision*. 1997. Vol. 35, n° 6, p. 452-463.
- ARNOLDI, J., 2001. Niklas Luhmann : an introduction. In : *Culture and Society*. 2001. Vol. 18, n° 1, p. 1-13.
- ASHBY, W.R., 1956. *An Introduction to Cybernetics*. London : Methuen & Co. Limited.
- AXELROD, Robert, 1984. *The evolution of cooperation*. New York : Basic Books.
- BACHRACH, P. et BARATZ, M. S., 1962. Two faces of power. In : *The American Political Science Review*. 1962. Vol. 56, n° 4, p. 947-952.
- BACHRACH, Yoram, MARKAKIS, Evangelos, RESNICK, Ezra, PROCACCIA, Ariel D., ROSENSCHEIN, Jeffrey S. et SABERI, Amin, 2010. Approximating power indices: Theoretical and empirical analysis. In : *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. 2010. Vol. 20, n° 2, p. 105-122. DOI 10.1007/s10458-009-9078-9.
- BALKE, Tina et GILBERT, Nigel, 2014. How do agents make decisions ? A survey introduction : purpose & goals dimensions of comparison production rule systems. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 2014. Vol. 17, n° 2014, p. 1-30. DOI 10.18564/jasss.2687.
- BARBER, M., BLANCHARD, P., BUCHINGER, E., CESSAC, B. et STREIT, L., 2006. Expectation driven interaction: a model based on Luhmann's contingency approach. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* [en ligne]. 2006. Vol. 9, n° 4. Disponible à l'adresse : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/9/4/5.html>.
- BEN-ARI, Adital et ENOSH, Guy, 2013. Power relations and reciprocity: Dialectics of knowledge construction. In : *Qualitative Health Research*. 2013. Vol. 23, n° 3, p. 422-429. DOI 10.1177/1049732312470030.
- BEN-NAIM, JONATHAN AND LORINI, Emiliano, 2014. Evaluating Power of Agents from Dependence Relations in Boolean Games. In : *International Joint Conference on*

- Autonomous Agents and Multiagent Systems - AMAAS 2014*. Paris : s.n. 2014.
- BENATI, Stefano, RIZZI, Romeo et TOVEY, Craig, 2015. The complexity of power indexes with graph restricted coalitions. In : *Mathematical Social Sciences*. 2015. Vol. 76, p. 53-63. DOI 10.1016/j.mathsocsci.2015.04.001.
- BERNOUX, Philippe, BION, Jean-Yves et COHEN, Jean-Claude, 2001. *L'analyse des systèmes d'acteurs : Cahier 1 - Diagnostics des territoires*. Lyon : CERTU - Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques.
- BERTACCHINI, Yann, 2010. *Intelligence territoriale : une lecture retro-prospective* [en ligne]. S.l. : s.n. ISBN 2101-647X. Disponible à l'adresse : http://www.cairn.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=RIIE_021_0065.
- BERTALANFFY, L., 2002. *Théorie générale des systèmes*. 2. Paris : DUNOD.
- BERTINI, Cesarino, FREIXAS, Josep, GAMBARELLI, Gianfranco et STACH, Izabella, 2013. Comparing Power Indices. In : *International Game Theory Review* [en ligne]. 2013. Vol. 15, n° 02, p. 1340004. DOI 10.1142/S0219198913400045. Disponible à l'adresse : <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219198913400045>.
- BESANCENOT, F., 2009. *Territoire et développement durable*. Paris : L'Harmattan.
- BOELLA, Guido, SAURO, Luigi et VAN DER TORRE, Leendert, 2004. Power and dependence relations in groups of agents. In : *Proceedings - IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology. IAT 2004*. 2004. p. 246-252. DOI 10.1109/IAT.2004.1342951.
- BONNEN, Z., 1979. *Evolution of a sociotechnical system : a model and some implications*. Cambridge : MIT. WP 1054-79.
- BORCH, C., 2005. Systemic power: Luhmann, Foucault, and analytics of power. In : *Acta Sociologica*. 2005. Vol. 48, n° 2, p. 155-167. DOI 10.1177/0001699305053769.
- BOUERI, R. et COSTA, M. A., 2013. *Brasil em desenvolvimento 2013*. v. 1. Brasília, DF : IPEA.
- BRASIL, 2008. *Institui o Programa Territórios da Cidadania e dá outras providências. Decreto de 25 de fevereiro de 2008*. 2008. Brasília, DF : Presidência da República.
- BYRNE, David, 1998. *Complexity theory and the social sciences: An Introduction*. S.l. : s.n. ISBN 0203003918.
- CAC, Coletivo, 2016. *A fábrica de adubo do Território Sul Sergipano: as tarefas para concretizar uma ação coletiva*. 2016. Estância : CaC.
- CAETANO, Philipe Alves Rolemberg, OLIVEIRA, Renata Evangelista de, FRANCO, Fernando Silveira, FERREIRA, Karoline Coelho, SOUZA, Fernanda Amorim et RABANAL, Jorge Enrique Montalvan, 2016. Metodologia Camponês a Camponês: um caminho para a transição agroecológica no Território Sul Sergipano. In : *Cadernos de Agroecologia* [en ligne]. 2016. Vol. 10, n° 3. Disponible à l'adresse : <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/17813>.
- CALLON, M., 1989. *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*. Paris : La Découverte/Unesco.
- CALLON, M. et LATOUR, Bruno, 1981. « Unscrewing the big leviathan : How actors macrostructure reality and how sociologists help them to do so ». In : KNORR-CETINA, K. et CICOUREL, A. (éd.), *Advances in Social Theory and Methodology* :

Toward an Integration of Micro and Macro Sociologies. London : Routledge & Kegan Paul.

CANIELLO, Márcio, 2016. Identidade e qualidade de vida nos Territórios da Cidadania. In : *Sociologias*. 2016. Vol. 18, n° 43, p. 300-334. DOI 10.1590/15174522-018004313.

CARABELEA, Cosmin, 2007. *Raisonnement sur l'autonomie d'un agent au sein de systèmes multi-agents ouverts : une approche basée sur les relations de pouvoir* [en ligne]. S.I. : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. Disponible à l'adresse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00786141>.

CASTELFRANCHI, Cristiano, 2003. The micro-macro constitution of power. In : *ProtoSociology*. 2003. Vol. 18-19, p. 208-268.

CASTELFRANCHI, Cristiano, MICELI, Maria et CESTA, Amedeo, 1992. Dependence relations among autonomous agents. In : WERNER, E. et DEMAZEAU, Y. (éd.), *Decentralized A.I. - 3 European Workshop on Modeling Autonomous Agents in a Multi-Agent World*. Kaiserslautern : Elsevier. 1992. p. 215-227.

CASTELLANI, B. et HAFFERTY, F., 2010. *Sociology and complexity science : a new field of inquiry*. Berlin : Springer.

CASULA, Marina, 2011. Innovation politique et changement organisationnel dans la gestion de l'eau : la création du Comité de Bassin de Corse. In : *Congrès de l'Association Française de Sociologie, GT32 Sociologie des systèmes complexes*. Grenoble : AFS. 2011.

CHAPRON, Paul, 2012. *Modélisation et analyse des organisations sociales : propriétés structurelles, régulation des comportements et évolutions*. S.I. : Université de Toulouse 1 Capitole.

CHERNS, A., 1976. The principles of sociotechnical design. In : *Human Relations*. 1976. Vol. 29, n° 8, p. 783-792.

CIALDINI, Robert B., RENO, Raymond R. et KALLGREN, Carl A., 1990. A focus theory of normative conduct: Recycling the concept of norms to reduce littering in public places. In : *Journal of Personality and Social Psychology*. 1990. Vol. 58, n° 6, p. 1015-1026.

CIOFFI-REVILLA, Claudio, 2014. *Introduction to computational social science: principles and applications*. London : Springer-Verlag.

CLAVAL, P., 2008. Espaces et territoire : les bifurcations de la science régionale. In : *Géographie Économie Société*. 2008. n° 10, p. 157-184.

CLIFF, A. D. et ORD, J. K., 1973. *Spatial autocorrelation*. London : Pion.

CODEVASF, 2017. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. In : [en ligne]. 2017. [Consulté le 10 octobre 2017]. Disponible à l'adresse : www.codevasf.gov.br/.

COELHO NETO, Agripino Souza, 2013. A política de desenvolvimento territorial rural no Brasil e a banalização do conceito de território. In : *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*. 2013. Vol. 1, n° 2, p. 107-124.

COLANDER, David et KUPERS, Roland, 2014. Complexity and the art of public policy: Solving society's problems from the bottom up. In : *Complexity and the Art of Public Policy: Solving Society's Problems from the Bottom Up* [en ligne]. 2014. p. 1-

310. Disponible à l'adresse : <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84924652751&partnerID=tZOtx3y1>.

COLE, J. P., 1992. *Geografia quantitativa*. Rio de Janeiro : IBGE.

COLEMAN, James, 1990. *Foundations of Social Theory*. Cambridge, MA : Belknap Press of Harvard University Press.

CONTE, Rosaria, EDMONDS, Bruce, MOSS, S. et SAWYER, R.K., 2001. Sociology and social theory in agent based social simulation: a symposium. In : *Computational & Mathematical Organization Theory*. 2001. Vol. 7, p. 183-205.

CONTE, Rosaria, GILBERT, Nigel, BONELLI, Giulia, CIOFFI-REVILLA, Claudio, DEFFUANT, Guillaume, KERTESZ, Janos, LORETO, Vittorio, MOAT, Suzy, NADAL, J-P, SANCHEZ, Anxo, NOWAK, Andrzej, FLACHE, Andreas, MIGUEL, Maxi San et HELBING, Dirk, 2012. Manifesto of computational social science. In : *The European Physical Journal Special Topics*. 2012. Vol. 214, n° 1, p. 325-346.

CONTE, Rosaria et SICHMAN, Jaime Simão, 1995. DEPNET: How to Benefit from Social Dependence. In : *Journal of Mathematical Sociology*. 1995. Vol. 20, n° 2--3, p. 161-177. DOI 10.1080/0022250X.1995.9990160.

CRAMA, Yves et LERUTH, Luc, 2013. Power indices and the measurement of control in corporate structures. In : *International Game Theory Review* [en ligne]. 2013. Vol. 15, n° 03, p. 1340017. DOI 10.1016/j.mrgentox.2003.10.004. Disponible à l'adresse : <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219198913400173>.

CRONK, Lee, 2011. Reciprocity and the power of giving. In : SPRADLEY, James et MCCURDY, David W. (éd.), *Conformity and Conflict: Readings in Cultural Anthropology*. 14. Upper Saddle River, New Jersey : Pearson. p. 119-124. ISBN 978-0-205-23410-3.

CROZIER, Michel, 1963. *Le phénomène bureaucratique*. Paris : Seuil.

CROZIER, Michel et FRIEDBERG, Ehrard, 1977. *L'acteur et le système*. Paris : Seuil.

CUNHA, A.d. et RUEGG, J., 2003. *Développement durable et aménagement du territoire*. Lausanne : Press Polytechniques et Universitaires Romandes.

D'AQUINO, P., 2002. Le territoire entre espace et pouvoir : pour une planification territoriale ascendante. In : *L'Espace Géographique*. 2002. n° 1, p. 3-23.

DAHL, Robert A, 1957. The concept of power. In : *Behavioral Science*. 1957. Vol. 3, n° c, p. 201.

DAVIS, Katherine L., KLIEWER, Brandon W. et NICOLAIDES, Alik, 2017. Power and reciprocity in partnerships: Deliberative civic engagement and transformative learning in community-engaged scholarship. In : *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*. 2017. Vol. 21, n° 1, p. 30-54.

DEFFUANT, Guillaume, BANOS, Arnaud, CHAVALARIAS, David, BERTELLE, Cyrille, BRODU, Nicolas, JENSEN, Pablo, LESNE, Annick, MÜLLER, Jean-Pierre, PERRIER, Édith et VARENNE, Franck, 2015. Visions de la complexité. Le démon de Laplace dans tous ses états. In : *Natures Sciences Sociétés* [en ligne]. 2015. Vol. 23, n° 1, p. 42-53. DOI 10.1051/nss/2015007. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1051/nss/2015007>.

DELEGATION A L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET A L'ACTION REGIONALE (DATAR), 2010. *La cohésion territoriale en Europe*. Paris : La

documentation française.

DELGADO, Nelson Giordano et LEITE, Sérgio Pereira, 2011. Políticas de desenvolvimento territorial no meio rural brasileiro: novas institucionalidades e protagonismos dos atores. In : *Dados - Revista de Ciências Sociais*. 2011. Vol. 54, n° 2, p. 431-473.

DIEKMANN, Andreas, 2004. The power of reciprocity: Fairness, reciprocity, and stakes in variants of the dictator game. In : *Journal of Conflict Resolution*. 2004. Vol. 48, n° 4, p. 487-505. DOI 10.1177/0022002704265948.

DIGESER, P., 1992. The fourth face of power. In : *The Journal of Politics*. 1992. Vol. 54, n° 4, p. 977-1007.

DITTRICH, P., KRON, T. et BANZHAF, W., 2003. On the scalability of social order: modeling the problem of double and multi contingency following Luhmann. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* [en ligne]. 2003. Vol. 6, n° 1. Disponible à l'adresse : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/1/3.html>.

EL-GEMAYEL, Joseph, 2013. *Modèles de la rationalité des acteurs sociaux*. S.l. : Université de Toulouse 1 Capitole.

EMBRAPA, 2017. Embrapa Tabuleiros Costeiros. In : [en ligne]. 2017. [Consulté le 9 avril 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.embrapa.br/en/tabuleiros-costeiros>.

EMDAGRO, 2017. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. In : [en ligne]. 2017. [Consulté le 10 octobre 2017]. Disponible à l'adresse : www.emdagro.se.gov.br/.

EMERSON, R. M., 1976. Social exchange theory. In : *Annual Review of Sociology* [en ligne]. 1976. Vol. 2, p. 335-362. Disponible à l'adresse : www.jstor.org/stable/2946096.

EMERSON, Richard M, 1962. Power-dependence relations. In : *American Sociological Review*. 1962. Vol. 27, n° 1, p. 31-41.

ETIENNE, Michel, 2010. *La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement durable*. Versailles : Quae éditions. ISBN 978-2759206209.

FALCONE, Rino et CASTELFRANCHI, Cristiano, 2011. Trust and relational capital. In : *Computational and Mathematical Organization Theory*. 2011. Vol. 17, n° 2, p. 179-195. DOI 10.1007/s10588-011-9095-5.

FERBER, Jacques, 1999. *Multi-agent systems: an introduction to distributed artificial intelligence*. Harlow, England : Addison Wesley Longman. ISBN 0201360489.

FERRARESE, E., 2007. *Niklas Luhmann, une introduction*. Paris : Pocket.

FILMUS, Yuval, OREN, Joel, ZICK, Yair et BACHRACH, Yoram, 2018. Analyzing power in weighted voting games with super-increasing weights. In : *Theory of Computing Systems*. 2018. p. 1-25. DOI 10.1007/s00224-018-9865-2.

FLEISCHMANN, A., 2005. A model for a simple Luhmann economy. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* [en ligne]. 2005. Vol. 8, n° 2. Disponible à l'adresse : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/8/2/4.html>.

FONTES, Marília Andrade, RIBEIRO, Genésio Tâmara, SIQUEIRA, Edmar Ramos de, SIQUEIRA, Pedro Zucon Ramos de et RABANAL, Jorge Enrique Montalván, 2013.

Sistema agroflorestal sucessional como estilo produtivo para agricultura familiar em território de identidade rural, em Sergipe, Brasil. In : *Revista Brasileira de Agroecologia*. 2013. Vol. 8, n° 2, p. 112-120.

FOUCAULT, M., 1980. *Power/knowledge : selected interviews and other writings, 1972-1977*. New York : Pantheon Books.

FOUCAULT, M., 2015. *Microfísica do poder*. 3. Rio de Janeiro : Paz e Terra.

FRENCH JR., John R. P. et RAVEN, Bertram, 1959. The bases of social power. In : CARTWRIGHT, D. (éd.), *Studies in Social Power*. Ann Arbor, MI : Institute for Social Ictsearch. p. 150-167.

FRIEDBERG, Ehrard, 1978. Les systèmes formalisés de Niklas Luhmann. In : *Revue Française de Sociologie*. 1978. Vol. 19, n° 4, p. 593-601.

FRIEDBERG, Ehrard, 1993. *O poder e a regra: dinâmicas da ação organizada*. Lisboa : Instituto Piaget.

FRIEDBERG, Erhard, 1997. *Le pouvoir et la règle*. Paris : Seuil.

FUENTES, Miguel A., TESSONE, Claudio J. et FURTADO, Bernardo A., 2019. Public policy modeling and applications. In : *Complexity* [en ligne]. 2019. Vol. 2019, p. 1-4. DOI 10.1155/2019/4128703. Disponible à l'adresse : <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2019/4128703/>.

FÜLLSACK, Manfred, 2012. Communication emerging? On simulating structural coupling in multiple contingency. In : *Constructivist Foundations*. 2012. Vol. 8, n° 1, p. 103-110.

FURTADO, Bernardo Alves et SAKOWSKI, Patrícia A. M., 2014. Complexity : a review of the classics. In : *Policy and Complex Systems*. 2014. Vol. 1, n° 2, p. 3-18.

FURTADO, Bernardo Alves, SAKOWSKI, Patrícia A. M. et TÓVOLI, Marina H. (éd.), 2015. *Modeling Complex Systems for Public Policies* [en ligne]. Brasília, DF : Institute for Applied Economic Research. Disponible à l'adresse : http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/150727_livro_modeling_complex_systems_public_policies.pdf.

GERALDI, Juliano, 2012. Análise conceitual da política de territórios rurais: o desenvolvimento territorial rural no Brasil. In : *Planejamento e Políticas Públicas*. 2012. Vol. 39, p. 155-185.

GEYER, R. et RIHANI, S., 2010. *Complexity and public policy*. London : Routledge.

GILBERT, N. et BULLOCK, S., 2014. Complexity at the social science interface. In : *Complexity*. 2014. Vol. 19, n° 6.

GILBERT, Nigel, AHRWEILER, Petra, BARBROOK-JOHNSON, Pete, NARASIMHAN, Kavin Preethi et WILKINSON, Helen, 2018. Computational modelling of public policy: Reflections on practice. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 2018. Vol. 21, n° 1. DOI 10.18564/jasss.3669.

GOULDNER, Alvin W., 1960. The norm of reciprocity: A preliminary statement. In : *American Sociological Review*. 1960. Vol. 25, n° 2, p. 161-178.

GRANOVETTER, Mark et SOONG, Roland, 1983. Threshold models of diffusion and collective behavior. In : *The Journal of Mathematical Sociology*. 1983. Vol. 9, n° 3, p. 165-179. DOI 10.1080/0022250X.1983.9989941.

- GRANT, W E, RAI, Tarla et PETERSON, Markus J, 2002. Quantitative modeling of coupled natural/human systems : simulation of societal constraints on environmental action drawing on Luhmann's social theory. In : *Ecological Modelling*. 2002. Vol. 158, p. 143-165.
- HAESBAERT, R., 2003. Da desterritorialização à multiterritorialidade. In : *Boletim Gaúcho de Geografia*. 2003. Vol. 29, n° 1, p. 11-24.
- HAMDOUCH, A., 2010. Développement durable. Dynamiques des territoires ruraux et logiques d'acteurs. In : *Économie Rurale*. 2010. Vol. 320.
- HAMDOUCH, A. et ZUINDEAU, B., 2010. Diversité territoriale et dynamiques socioinstitutionnelles du développement durable : une mise en perspective. In : *Géographie Économie Société*. 2010. n° 12, p. 243-259.
- HARDIN, Garrett, 1968. The tragedy of the commons. In : *Science* [en ligne]. 1968. Vol. 162, n° 3859, p. 1243-1248. DOI 10.1126/science.162.3859.1243. Disponible à l'adresse : <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.162.3859.1243>.
- HASHEMIAN, Mojgan, PRADA, Rui, SANTOS, Pedro A et MASCARENHAS, Samuel, 2018. Enhancing social believability of virtual agents using social power dynamics. In : [en ligne]. 2018. Vol. 18. DOI 10.1145/3267851.3267902. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1145/3267851.3267902>.
- HAYES, Don et HEXMOOR, Henry, 2006. Social power as an exchangeable resource for distributed multi-agent systems. In : *Proceedings of the 2006 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, CTS 2006*. 2006. Vol. 2006, p. 278-281. DOI 10.1109/CTS.2006.64.
- HÉDOIN, Cyril, 2010. Le réalisme critique de Tony Lawson : apports et limites dans une perspective institutionnaliste. In : *Cahiers d'économie Politique*. 2010. n° 58, p. 103-131. DOI 10.3917/cep.058.0103.
- HEXMOOR, Henry, 2002. A model of absolute autonomy and power: Toward group effects. In : *Connection Science*. 2002. Vol. 14, n° 4, p. 323-333. DOI 10.1080/0954009021000068727.
- IBGE, 2006. Censo Agropecuário: Tabela 263 - Número de estabelecimentos e Área dos estabelecimentos agropecuários por grupos de área total - série histórica (1920/2006). In : *IBGE* [en ligne]. 2006. [Consulté le 4 mars 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=263&z=p&o=2&i=P>.
- JONES, Andrew J.I., ARTIKIS, Alexander et PITT, Jeremy, 2013. The design of intelligent socio-technical systems. In : *Artificial Intelligence Review*. 2013. Vol. 39, n° 1, p. 5-20. DOI 10.1007/s10462-012-9387-2.
- JONES, Andrew J.I. et SERGOT, Marek, 1996. A formal characterisation of institutionalised power. In : *Logic Journal of IGPL* [en ligne]. 1996. Vol. 4, n° 3, p. 427-443. DOI 10.1093/jigpal/4.3.427. Disponible à l'adresse : <http://jigpal.oxfordjournals.org/content/4/3/427.abstract>.
- KAHNEMAN, Daniel et TVERSKY, Amos, 1979. Prospect theory: An analysis of decision under risk. In : *Econometrica*. 1979. Vol. 47, n° 2, p. 263-292.
- KEMPER, Theodore D., 2011. *Status, power and ritual interaction: a relational reading of Durkheim, Goffman and Collins*. New York, NY, USA : s.n.
- KEMPER, Theodore D., 2013. *Status, power and ritual interaction*. S.l. : s.n.

ISBN 9781409427360.

LANE, David C., 1999. Social theory and system dynamics practice. In : *European Journal of Operational Research*. 1999. Vol. 113, p. 501-527.

LATOUR, Bruno, 2005. *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network Theory*. New York : Oxford University Press.

LAU, Billy Pik Lik, SINGH, Ashutosh Kumar et TAN, Terence Peng Lian, 2015. A review on dependence graph in social reasoning mechanism. In : *Artificial Intelligence Review*. 2015. Vol. 43, n° 2, p. 229-242. DOI 10.1007/s10462-012-9371-x.

LEITE, Sergio Pereira et WESZ JÚNIOR, Valdemar João, 2012. Um estudo sobre o financiamento da política de desenvolvimento territorial no meio rural brasileiro. In : *Revista de Economia e Sociologia Rural* [en ligne]. 2012. Vol. 50, n° 4, p. 645-666. DOI 10.1590/S0103-20032012000400004. Disponible à l'adresse : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032012000400004&lng=pt&nrm=iso&tlng=en.

LELOUP, F, 2010. Le développement territorial et les systèmes complexes : proposition d'un cadre analytique. In : *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*. 2010. Vol. 4, p. 687-705.

LEMOIGNE, J-L, 1990. *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Dunod.

LEMOIGNE, J-L, 2007. *Les épistémologies constructivistes*. Paris : PUF.

LEWIN, Kurt, 1951. *Field theory in social science: selected theoretical papers*. New York : Harper.

LEYDESDORFF, L., 2005. Anticipatory systems and the processing of meaning: a simulation study inspired by Luhmann's theory of social systems. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* [en ligne]. 2005. Vol. 8, n° 2. Disponible à l'adresse : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/8/2/7.html>.

LEYDESDORFF, Loet, 1987. Luhmann's communication-theoretical specification of the 'Genomena' of Husserl's phenomenology. In : *Cogito*. 1987. p. 1-14.

LIMA, I., 2011. Território autônômico como sistema. In : *Revista Geográfica de América Central*. 2011. n° Número Especial EGAL, p. 1-15.

LOPES, Eliano Sérgio, DELGADO, Nelson et GRISA, Cátia, 2013. Desenvolvimento territorial, políticas públicas e enfrentamento da pobreza no Território Sertão Ocidental (SE). In : LEITE, Sergio Pereira (éd.), *Políticas de Desenvolvimento Territorial e Enfrentamento da Pobreza Rural no Brasil: Estudos de Casos*. 1. Brasília, DF : IICA. p. 139-170.

LÓPEZ, Fabiola López y, 2003. *Social power and norms: Impact on agent behaviour*. S.l. : University of Southampton.

LOTTA, Gabriela et FAVARETO, Arilson, 2016. Desafios da integração nos novos arranjos institucionais de políticas públicas no Brasil. In : *Revista de Sociologia e Política* [en ligne]. 2016. Vol. v. 24, n., n° i, p. 49-65. DOI 10.1590/1678-987316245704. Disponible à l'adresse : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-44782016000100049&lang=pt.

LUHMANN, Niklas, 1980. Book Reviews : Michel Crozier and Erhard Friedberg: *L'acteur et le système. Les contraintes de l'action collective 1977*, Paris: Editions du

- Seuil. In : *Organization Studies*. 1980. Vol. 1, n° 2, p. 193-195.
- LUHMANN, Niklas, 1992. *Poder*. 2. Brasília, DF : Editora Universitária de Brasília.
- LUHMANN, Niklas, 1995. *Social Systems*. Stanford : Stanford University Press.
- LUHMANN, Niklas, 1999. *Politique et complexité: Les contributions de la théorie générale des systèmes*. Paris : CERF.
- LUHMANN, Niklas, 2013. *Introduction to systems theory*. Cambridge : Polity Press.
- MACY, Michael W. et WILLER, Robert, 2002. From factors to factors: Computational sociology and agent-based modeling. In : *Annual Review of Sociology* [en ligne]. 2002. Vol. 28, n° 1, p. 143-166. DOI 10.1146/annurev.soc.28.110601.141117. Disponible à l'adresse : <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.soc.28.110601.141117>.
- MAILLIARD, Mattias, 2008. *Formalisation multi-agents de la Sociologie de l'Action Organisée*. S.I. : Université des Sciences Sociales, Toulouse.
- MALSCH, Thomas et SCHULZ-SCHAEFFER, Ingo, 2007. Socionics: Sociological concepts for social systems of artificial (and Human) agents. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 2007. Vol. 10, n° 1.
- MANSON, S.M., 2001. Simplifying complexity : a review of complexity theory. In : *Geoforum*. 2001. n° 32, p. 405-414.
- MASCARENHAS, Samuel, DEGENS, Nick, PAIVA, Ana, PRADA, Rui, HOFSTEDE, Gert Jan, BEULENS, Adrie et AYLETT, Ruth, 2016. Modeling culture in intelligent virtual agents: From theory to implementation. In : *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. 2016. Vol. 30, n° 5, p. 931-962. DOI 10.1007/s10458-015-9312-6.
- MASSARDIER, Gilles et SABOURIN, Eric Pierre, 2013. Internationalization and dissemination of rural territorial development public policies : model hypotheses for Latin America. In : *Sustentabilidade em Debate*. 2013. Vol. 4, n° 2, p. 83-100. DOI 10.18472/SustDeb.v4n2.2013.9489.
- MATTEO, Miguel, VASCONCELOS, Ronaldo, MATTEO, Katia de et FREIRE, Neison, 2013. O Brasil em perspectiva territorial: regionalizações como uma estratégia do desenvolvimento emergente. In : BOUERI, R. et COSTA, M. A. (éd.), *Brasil em desenvolvimento 2013*. v. 1. Brasília, DF : IPEA. p. 49-87.
- MAUSS, Marcel, 1925. Essai sur le don : Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques. In : *L'Année sociologique*. 1925. Vol. Tomme I (1, p. 30-186.
- MDA, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2003. *Referências para um programa territorial de desenvolvimento rural sustentável*. Brasília, DF : SDT.
- MDA, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2005. *Referências para a gestão social de territórios rurais*. Brasília, DF : SDT.
- MDA, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2006. *Diretrizes para o desenvolvimento rural sustentável*. Brasília, DF : CONDRAF.
- MDA, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2016a. Sistema de Gestão Estratégica. In : [en ligne]. 2016. [Consulté le 15 février 2016]. Disponible à l'adresse : sge.mda.gov.br.
- MDA, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2016b. Sistema de Informações Territoriais. In : [en ligne]. 2016. [Consulté le 1 février 2016]. Disponible à l'adresse : sit.mda.gov.br.

- MILLER, J.H. et PAGE, S.E., 2007. *Complex adaptive systems : an introduction to computational models of social life*. Princeton : Princeton University Press.
- MIN, Ministério da Integração Nacional, 2010. *A PNDR em dois tempos : A experiência apreendida e o olhar pós 2010*. Brasília, DF : Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional.
- MOINE, Alexandre, 2006. Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. In : *L'Espace Géographique*. 2006. n° 2, p. 115-132.
- MOINE, Alexandre, 2007. *Le territoire : comment observer un système complexe*. Paris : L'Harmattan.
- MOREIRA, Maria de Fátima, 2016. *Participação social, movimentos sociais e desenvolvimento territorial no Alto Sertão Sergipano*. S.I. : Universidade Federal de Sergipe.
- MORIN, Edgar, 2005. *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Seuil.
- NASSEHI, A., 2005. Organizations as decisions machines : Niklas Luhmann's theory of organized social systems. In : *The Sociological Review*. 2005. Vol. 53, n° s1, p. 178-161.
- NASSIMA, D., 2007. *Territoire et territorialité : regards pluridisciplinaires*. Paris : L'Harmattan.
- NERI, M., 2010. Brasil diminui desigualdade social a cada ano. In : *Informe ENSP*. Rio de Janeiro, 26 mars 2010.
- OCDE, 2008. *Regional integration and development : The EU-Brazil Dialogue on Regional Policy*. Paris : OCDE Publishing.
- OCDE, 2013. *OCDE Territorial Reviews : Brazil 2013*. Paris : OCDE Publishing.
- OSTROM, Elinor, 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. In : *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [en ligne]. 2007. Vol. 104, n° 39, p. 15181-7. DOI 10.1073/pnas.0702288104. Disponible à l'adresse : <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-34848908031&partnerID=tZOtx3y1>.
- OSTROM, Elinor, 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. In : *Science*. 2009. Vol. 325, p. 419-422.
- PARSONS, T. et SHILLS, E. A., 2008. *Toward a general theory of action: theoretical foundations for the social sciences*. London : TP.
- PEREIRA, Gonçalo, PRADA, Rui et SANTOS, Pedro A., 2016. Integrating social power into the decision-making of cognitive agents. In : *Artificial Intelligence*. 2016. Vol. 241, p. 1-44. DOI 10.1016/j.artint.2016.08.003.
- POLANYI, Karl, 2001. *The great transformation*. 2. Boston : Bacon Press.
- POTEETE, Amy R., JANSSEN, Marco A. et OSTROM, Elinor, 2010. *Working Together: Collective Action, the Commons, and Multiple Methods in Practice*. Princeton : Princeton University Press. ISBN 9780691146041.
- RAUB, Werner, BUSKENS, Vincent et VAN ASSEN, Marcel A.L.M., 2011. Micro-macro links and microfoundations in sociology. In : *Journal of Mathematical Sociology*. 2011. Vol. 35, n° 1-3, p. 1-25. DOI 10.1080/0022250X.2010.532263.

- REMPEL, M., 1996. Systems theory and power/knowledge. In : *International Journal of Sociology and Social Policy*. 1996. Vol. 16, n° 4, p. 58-90.
- RIBEIRO-NETO, Thompson França, SILVA, Ana Helena Gomes da, GUIMARÃES, Irã Menezes et GOMES, Marcos Vinícius Teles, 2016. Piscicultura familiar extensiva no baixo São Francisco, estado de Sergipe, Brasil. In : *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. 2016. Vol. 4, n° 1, p. 62-69. DOI 10.2312/ActaFish.2016.4.1.62-69.
- ROGGERO, Pascal, 2006. *La complexité territoriale : entre processus et projets*. Paris : L'Harmattan.
- ROGGERO, Pascal et BALDET, Bertrand, 2011. Positionnements stratégiques autour du risque d'inondation : modélisation et simulation du cas de la vallée du Touch en Haute-Garonne. In : *Congrès de l'Association Française de Sociologie, GT32 Sociologie des systèmes complexes*. Grenoble : AFS. 2011.
- ROPOHL, G., 1999. Philosophy of socio-technical systems. In : *Society for Philosophy and Technology*. 1999. Vol. 4, n° 3.
- ROSEN, R., 1985. *Anticipatory Systems*. Oxford : Pergamon Press.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2004. Dádiva e reciprocidade nas sociedades rurais contemporâneas. In : *TOMO*. 2004. n° VII, p. 75-103. DOI <http://dx.doi.org/10.21669/tomo.v0i0.5244>.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2007. *Les paysans invisibles du Brésil. Entre échange marchand et réciprocité*. Tours : Quæ.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2009. *Camponeses do Brasil. Entre a troca mercantil e a reciprocidade*. Rio de Janeiro : Garamond.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2012a. Reciprocidade e análise de políticas públicas. In : *RURIS*. 2012. Vol. 6, n° 2, p. 53-90.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2012b. Reciprocidade e análise de políticas públicas rurais no Brasil. In : *RURIS*. 2012. Vol. 6, n° 2, p. 53-90.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2013. Réciprocité et organisation rurales. In : *Revue Tiers Monde* [en ligne]. 2013. Vol. 215, n° 3, p. 165. DOI 10.3917/rtm.215.0165. Disponible à l'adresse : <http://www.cairn.info/revue-tiers-monde-2013-3-page-165.htm>.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2015. Politiques de développement rural territorial au Brésil : entre participation et clientélisme. In : *Esprit Critique*. 2015. Vol. 21, n° 1.
- SABOURIN, Eric Pierre, 2017. La théorie de la réciprocité : une explication de l'origine des valeurs du capital social. In : ACFAS (éd.), *Congrès de l'ACFAS*. Montréal : Université McGill. 2017. p. 1-21.
- SABOURIN, Eric Pierre, AVELINE, Igor et PETERSEN, Paulo, 2018. Construcción social del acceso a los mercados por agricultores familiares en Brasil. In : *Revista de Política Económica y Desarrollo Sostenible*. 2018. Vol. 3, n° 1, p. 1-19. DOI 10.15359/peds.3-1.1.
- SABOURIN, Eric Pierre, MASSARDIER, Gilles et SOTOMAYOR, Octavio, 2016. As políticas de desenvolvimento territorial rural na América Latina: uma hibridação das fontes e da implementação. In : *Revista Latinoamericana de Políticas y Acción Pública*. 2016. Vol. 3, n° 1, p. 75-98.
- SACHS, Ignacy, 2007. *Rumo à ecossocioeconomia : teoria e prática do*

desenvolvimento. São Paulo : Cortez.

SALGADO, Mauricio et GILBERT, Nigel, 2013. Emergence and communication in computational sociology. In : *Journal for the Theory of Social Behaviour*. 2013. Vol. 43, n° 1, p. 87-110. DOI 10.1111/jtsb.12004.

SANTOS, Abeaci et GÓIS, Magaly Nunes de, 2009. O Território Alto Sertão Sergipano: reflexões sobre seu protagonismo. In : *III Seminário de Geoecologia e Planejamento Territorial*. São Cristóvão, SE : Editora da UFS. 2009. p. 1-16.

SANTOS, Andréia Vieira et SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2016. Avaliação de características habitacionais de domicílios rurais em recortes territoriais sergipanos. In : *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2016. Vol. 54, n° 1, p. 109-130. DOI 10.1590/1234-56781806-9479005401006.

SANTOS, Eline Almeida et SOUZA, Rosemeri Melo e, 2015. Territorialidade das catadoras de mangaba no litoral sul de Sergipe. In : *Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais*. 2015. Vol. 6, n° Extra 3, p. 629-642.

SANTOS, M., 1996. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo : Hucitec.

SANTOS, Marilene, 2017. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário - Território da Cidadania do Baixo São Francisco*. 2017. Aracaju : Nedet.

SAWYER, R.K., 2003. Artificial Societies: Multiagent systems and the micro-macro link in sociological theory. In : *Sociological Methods Research*. 2003. Vol. 31, n° 3, p. 325-363. DOI 10.1177/0049124102239079.

SCHELLING, Thomas C., 1971. Dynamic models of segregation. In : *Journal of Mathematical Sociology*. 1971. Vol. 1, p. 143-186. DOI 10.1080/0022250X.1971.9989794.

SCHILLO, Michael, FISCHER, Klaus et KLEIN, Christof T., 2001. The micro-macro link in DAI and sociology. In : *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 2001. Vol. 1979, p. 133-148. DOI 10.1007/3-540-44561-7.

SCHLÜTER, Maja, BAEZA, Andres, DRESSLER, Gunnar, FRANK, Karin, GROENEVELD, Jürgen, JAGER, Wander, JANSSEN, Marco A., MCALLISTER, Ryan R J, MÜLLER, Birgit, ORACH, Kirill, SCHWARZ, Nina et WIJERMANS, Nanda, 2017. A framework for mapping and comparing behavioural theories in models of social-ecological systems. In : *Ecological Economics*. 2017. Vol. 131, p. 21-35. DOI 10.1016/j.ecolecon.2016.08.008.

SCOTT, J., 1998. *Seeing like a state*. New Haven : Yale University Press.

SEAGRI, 2017. Secretaria de Estado da Agricultura, Desenvolvimento Agrário e da Pesca de Sergipe. In : [en ligne]. 2017. [Consulté le 6 septembre 2017]. Disponible à l'adresse : www.seagri.se.gov.br/.

SÉBASTIEN, L. et BRODHAG, C., 2004. A la recherche de la dimension sociale du développement durable. In : *Développement durable et territoires* [en ligne]. 2004. Vol. Dossier 3. Disponible à l'adresse : <http://developpementdurable.revues.org/1133>.

SÈDE-MARCEAU, Marie-Hélène de, 2011. Le développement d'observatoires territoriaux, entre complexité et pragmatisme. In : *L'Espace géographique*. 2011. Vol. 40, n° 2.

- SÈDE-MARCEAU, Marie-Hélène de et MOINE, Alexandre, 2012. Les observatoires territoriaux. Une représentation collective du territoire. In : *Communication & langages* [en ligne]. 2012. Vol. 2012, n° 171, p. 55-65. DOI 10.4074/S0336150012011052. Disponible à l'adresse : http://www.necplus.eu/abstract_S0336150012011052.
- SEIDL, D. et BECKER, K. H., 2006. Organizations as distinction generating and processing systems: Niklas Luhmann's contribution to organization studies. In : *Organization*. 2006. Vol. 13, n° 9, p. 9-35.
- SHANNON, C E, 1948. A mathematical theory of communication. In : *Mobile Computing and Communications Review (reprint)*. 1948. Vol. 5, n° I, p. 3-55.
- SIBERTIN-BLANC, Christophe, 2018. Une analyse formelle du jeu des acteurs autour du projet de barrage de Sivens. In : *Natures Sciences Sociétés* [en ligne]. 2018. Vol. 26, n° 3, p. 291-307. DOI 10.1051/nss/2018041. Disponible à l'adresse : <https://www.nss-journal.org/10.1051/nss/2018041>.
- SIBERTIN-BLANC, Christophe, ADREIT, Françoise, CHAPRON, Paul, EL-GEMAYEL, Joseph, MAILLIARD, Mattias, ROGGERO, Pascal et VAUTIER, Claude, 2010. Compte-rendu d'une recherche interdisciplinaire entre sociologues et informaticiens: de la sociologie de l'action organisée au logiciel SocLab. In : *Techniques et Sciences Informatique*. 2010. Vol. 29, n° 8, p. 1082-1116.
- SIBERTIN-BLANC, Christophe, ROGGERO, P., ADREIT, F., BALDET, B., CHAPRON, P., EL-GEMAYEL, Joseph, MAILLARD, M. et SANDRI, S., 2013. SocLab: A Framework for the Modeling, Simulation and Analysis of Power in Social Organizations. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* [en ligne]. 2013. Vol. 16, n° 4, p. 1-30. DOI 10.18564/jasss.2278. Disponible à l'adresse : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/4/8.html>.
- SIBERTIN-BLANC, Christophe et VILLA-VIALANEIX, N., 2014. Data analysis of social simulations outputs: Interpreting the dispersion of variables. In : *Multi-Agent-Based Simulation XV*. Cham : Springer International Publishing. p. 133-150.
- SICHMAN, Jaime Simão, 1995. *Du raisonnement social chez les agents : une approche fondée sur la théorie de la dépendance* [en ligne]. S.l. : Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG. Disponible à l'adresse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00005063/>.
- SICHMAN, Jaime Simão, 1998. DEPINT: dependence-based coalition formation in an open multi-agent scenario. In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* [en ligne]. 1998. Vol. 1, n° 2, p. 3. Disponible à l'adresse : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/1/2/3.html>.
- SICHMAN, Jaime Simão et DEMAZEAU, Yves, 2001. On social reasoning in multi-agent systems. In : *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. 2001. Vol. 13, p. 68-84.
- SIGNORET, Philippe, 2011. Territoire , observation et gouvernance. Outils , méthodes et réalités. In : . 2011. p. 386.
- SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2014. Modeling and simulation of a socioterritorial system: an exploratory analysis of the Southern Rural territory of Sergipe, Brazil. In : *Brazilian Workshop on Social Simulation*. São Paulo, Brasil : UFRG. 4 novembre 2014.
- SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2015a. O território como um sistema social complexo. In : FURTADO, Bernardo Alves, SAKOWSKI, Patrícia A.M. et TÓVOLI,

Marina H. (éd.), *Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas*. 1. Brasília : Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. p. 403-436.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2015b. The territory as a complex social system. In : FURTADO, Bernardo Alves, SAKOWSKI, Patrícia A.M. et TÓVOLLI, Marina H. (éd.), *Modeling complex systems for public policies* [en ligne]. 1. Brasília, Brazil : Institute for Applied Economic Research. p. 363-396. Disponible à l'adresse : http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=25858

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2016. *Análise da pauta das reuniões do colegiado Sul 2013-2016*. 2016. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2019a. Models for assessing empowerment through public policies in rural areas in Brazil” (Version 1.0.0). In : *CoMSES Computational Model Library* [en ligne]. 2019. Disponible à l'adresse : <https://www.comses.net/codebases/95fe7816-f9e6-475b-af36-412e974cc01c/releases/1.0.0/>.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, 2019b. Stylized Spatial-Social Subsystem based on Luhmann's theory (S4Luhmann) model (Version 1.0). In : *CoMSES Computational Model Library* [en ligne]. 2019. [Consulté le 6 avril 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.comses.net/codebases/ef66a42d-6dc6-4f8a-8344-14f72713a7c2/releases/1.0.0/>.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, DOMPIERI, Márcia Helena Galina, SANTOS, Andréia Vieira, ALMEIDA, Márcio Rogers Melo de et MEDEIROS, Sonise dos Santos, 2015a. *Análise da autocorrelação espacial das principais atividades agropecuárias na área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros*. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, DOMPIERI, Márcia Helena Galina, SANTOS, Andréia Vieira, ALMEIDA, Márcio Rogers Melo de et MEDEIROS, Sonise dos Santos, 2015b. *Regionalização da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER* [en ligne]. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponible à l'adresse : <https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/1041978/regionalizacao-da-area-de-atuacao-da-embrapa-tabuleiros-costeiros-a-partir-do-algoritmo-skater>.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, MARTINS, Carlos Roberto, ALMEIDA, Márcio Rogers Melo de, GALVÃO, Deise maria de Oliveira et BARROS, Inácio de, 2016. *Panorama da Citricultura Sergipana por Meio de Análise Multivariada* [en ligne]. 2016. Aracaju : Embrap. Disponible à l'adresse : <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064836/panorama-da-citricultura-sergipana-por-meio-de-analise-multivariada>.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, MEDEIROS, Sonise dos Santos, MANOS, Maria Geovânia Lima et SIQUEIRA, Edmar Ramos de, 2014. Modelagem social computacional como instrumento de análise de sistemas sociais territoriais complexos. In : *Campo - Território* [en ligne]. 1 avril 2014. Vol. 9, n° 17, p. 55-85. Disponible à l'adresse : <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/22488>.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, SANTOS, Andréia Vieira, GALINA, Márcia Helena, MEDEIROS, Sonise Dos Santos et DE ALMEIDA, Márcio Rogers Melo, 2016. Análise exploratória de simulações sociais computacionais por meio de estatística multivariada e mapas auto-organizáveis. In : *Scientia Plena*. 2016. Vol. 12, n° 7.

DOI 10.14808/sci.plena.2016.071301.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da et SIBERTIN-BLANC, Christophe, 2018. A Stylized Model of Individual-Society Interaction Based on Luhmann's Theory. In : DIMURO, G. et ANTUNES, L. (éd.), *Lecture Notes in Computer Science* [en ligne]. 1. Cham : Springer International Publishing. p. 121-140. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-91587-6_9.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, SIBERTIN-BLANC, Christophe et GAUDOU, Benoit, 2011. Modélisation des processus sociaux pour le développement rural durable. In : *Colloque National - Ecologisation des politiques et des pratiques agricoles*. Avignon : INRA PACA. 2011.

SILVA, Marcos Aurélio Santos da, SIQUEIRA, Edmar Ramos de, SOUZA, Fernanda Amorim, SIQUEIRA, Pedro Zucon Ramos de, FONTES, Marília Andrade, RABANAL, Jorge Enrique Montalván, ANJOS, Joézio Luiz dos, FERREIRA, Karoline Coelho et SÁ, Cristiane Otto de, 2016. *Social network analysis of agroecological knowledge construction in areas of settled farmers in Sergipe, Brazil* [en ligne]. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponible à l'adresse : <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064847/social-network-analysis-of-agroecological-knowledge-construction-in-areas-of-settled-farmers-in-sergipe-brazil>.

SILVA, Vera Lúcia da, MARIETTO, Maria das Graças Bruno et RIBEIRO, Carlos H Costa, 2008. A multi-agent model for the micro-to-macro linking derived from a computational view of the social systems theory by Luhmann. In : *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 2008. Vol. 5003 LNAI, p. 52-68. DOI 10.1007/978-3-540-70916-9_5.

SILVA, F. B. R. e, SANTOS, J. C. P. dos, SOUZA NETO, N. C. de, SILVA, A. B. da, RICHE, G. R., TONNEAU, J. P., CORREIA, R. C., BRITO, L. T. de L., SILVA, F. H. B da, SOUZA, L. de G. M. C., SILVA, C. P. da, LEITE, A. P. et OLIVEIRA NETO, M. B. de, 2000. *Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico*. 2000. Petrolina : Embrapa Solos.

SILVERMAN, Eric et BRYDEN, John, 2007. From Artificial Societies to new social science theory. In : *Advances in Artificial Life* [en ligne]. 2007. n° 7, p. 565-574. Disponible à l'adresse : http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74913-4_57.

SIMON, Hebert A., 1955. A behavioral model of rational choice. In : *Quarterly Journal of Economics*. 1955. Vol. 69, p. 99-118.

SIMON, Hebert A., 1978. Rationality as process and as product of thought. In : *American Economic Review*. 1978. Vol. 68, n° 2, p. 1-16.

SIQUEIRA, Edmar Ramos de, 2012. Território da Cidadania Sul Sergipano. In : [en ligne]. 2012. [Consulté le 2 novembre 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www.cpatc.embrapa.br/territoriosul/index.htm>.

SIQUEIRA, Edmar Ramos de, SILVA, Marcos Aurélio Santos da et ARAGÃO, A. G. de, 2010. *O território rural centro-sul de Sergipe*. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros.

SIQUEIRA, Pedro Zucon Ramos de, 2014. *A roça do futuro: agroecologia e campesinato em assentamentos de reforma agrária no território sul de Sergipe*. S.l. : Universidade Federal de Sergipe.

- SQUAZZONI, Flaminio, 2008. The micro-macro link in social simulation. In : *Sociologica. Italian Journal of Sociology Online* [en ligne]. 2008. n° 1, p. 1-26. DOI 10.2383/26578. Disponible à l'adresse : <http://www.rivisteweb.it/doi/10.2383/26578>.
- SUTTON, R. S. et BARTO, A.G., 1998. *Reinforcement learning: an introduction*. Cambridge : MIT Press.
- TEIXEIRA, Olívio Alberto, MELO, Ricardo Lacerda de et FRANÇA, Vera Lúcia Alves, 2011. A experiencia de territorialização para o planejamento regional em Sergipe. In : *Revista Economia Política do Desenvolvimento*. 2011. Vol. 4, n° 12, p. 91-128.
- TEIXEIRA, Olívio Alberto, SILVA, Marcos Aurélio Santos da, SIQUEIRA, Edmar Ramos de et SANTOS, Rosalvo F, 2010. A la recherche d'une méthode pour la modélisation des processus de développement ruraux. In : *Symposium on Innovation and Sustainability Development in Agriculture and Food*. Montpellier : Cirad-Inra-SupAgro. 2010.
- TEMPLE, D., 1998. Les structures élémentaires de la réciprocité. In : *Revue du MAUSS*. 1998. Vol. 12, n° 2, p. 234-242.
- TEMPLE, D., 2018. *La réciprocité négative. les Tupinamba. 2*. S.l. : Hélène Temple-Boy.
- TEMPLE, D. et CHABAL, M., 1995. *La réciprocité et la naissance des valeurs humaines*. Paris : L'Harmattan.
- TERÁN, Oswaldo, CHRISTOPHE SIBERTIN-BLANC, Ravi Rojas et ROMERO, Licia, 2018. The venezuelan system of potato production: a simulation model to understand roots of deficiencies. In : *Social Simulation for a Digital Society: Applications and Innovations in Computational Social Science*. Dublin : Springer Nature.
- TRIST, E., 1981. *The evolution of socio-technical systems : a conceptual framework and an action research program*. Ontario : OML.
- TWB, The World Bank, 2015. *Mind, society and behavior*. Washington, DC : World Bank Group. World Development Report.
- UEHARA, Edwina S., 1995. Reciprocity reconsidered: Gouldner's 'moral norm of reciprocity' and social support. In : *Journal of Social and Personal Relationships*. 1995. Vol. 12, n° 4, p. 483-502. DOI 10.1177/0265407595124001.
- UN, United Nations, 1987. *Report of the world commission on environment and development: our common future*. New York : United Nations Pubns.
- UN, United Nations, 1992. *Agenda 21: Earth summit - the united nations programme of action from Rio*. New York : United Nations Pubns.
- VARENNE, Franck, 2010. Les simulations computationnelles dans les sciences sociales. In : *Nouvelles perspectives en sciences sociales*. 2010. Vol. 5, n° 2, p. 17-49.
- VARENNE, Franck, 2011. *Modéliser le social: Méthodes fondatrices et évolutions récentes*. Paris : Dunod. ISBN 9782100562800.
- VEIGA, J.E. da., 2006. Territórios para um desenvolvimento sustentável. In : *Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*. 2006. Vol. 58, n° 1, p. 20-24.
- VILLA-VIALANEIX, N., SIBERTIN-BLANC, C. et ROGGERO, P., 2014. Statistical

- exploratory analysis of agent-based simulations in a social context. In : *CS-BIGS*. 2014. Vol. 5, n° 2, p. 132-149.
- VILLAÇA, Bruno, 2016a. *Diagnóstico Rápido e Participativo - Estância*. 2016. Estância : CODETER TRSS.
- VILLAÇA, Bruno, 2016b. *Diagnóstico Rápido e Participativo - Itabaianinha*. 2016. Itabaianinha : CODETER TRSS.
- VILLAÇA, Bruno, 2016c. *Diagnóstico Rápido e Participativo do Território Rural Sul Sergipano*. 2016. Estância : CODETER TRSS.
- VILLAÇA, Bruno, 2017. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável - Território Sul Sergipano*. 2017. Aracaju : Nedet.
- WARD, Derrick et HEXMOOR, Henry, 2003. Deception as a means for power among collaborative agents. In : *Int. WS on Collaborative Agents: Autonomous Agents for Collaborative Environments*. S.l. : s.n. 2003. p. 61-66.
- WEBER, Christiana et GÖBEL, Markus, 2010. Reciprocity and interorganizational governance: A multicase analysis of exchange systems. In : *Scandinavian Journal of Management*. 2010. Vol. 26, n° 2, p. 134-150. DOI 10.1016/j.scaman.2010.01.004.
- WOOD, J. R. et GIVEL, M., 2014. Systematic power from a complexity theory point of view. In : *Policy and Complex Systems*. 2014. Vol. 1, n° 2, p. 19-41.
- ZIMMERMANN, Silvia Aparecida, GRISA, Catia, TECCHIO, Andréia, LEITE, Sérgio Pereira, BONNAL, Philippe, CAZELLA, Ademir Antônio, DELGADO, Nelson Giordano, MALUF, Renato Jamil et MATTEI, Lauro, 2014. Desenvolvimento territorial e políticas de enfrentamento da pobreza rural no Brasil. In : *Campo - Território : Revista De Geografia Agrária* [en ligne]. 2014. Vol. 9, n° 17, p. 540-573. Disponible à l'adresse : <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/23828>.
- ZOYA, Leonardo Gabriel Rodríguez et ROGGERO, Pascal, 2014. La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. In : *Polis* [en ligne]. 2014. Vol. 39, p. 2-16. DOI 10.4000/polis.10568. Disponible à l'adresse : <http://www.redalyc.org/html/305/30533388019/>.
- ZOYA, Leonardo Gabriel Rodríguez et ROGGERO, Pascal, 2015. Modelos basados en agentes: aportes epistemológicos y teóricos para la investigación social. In : *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* [en ligne]. 2015. Vol. 60, n° 225, p. 227-261. DOI 10.1016/S0185-1918(15)30025-8. Disponible à l'adresse : [http://dx.doi.org/10.1016/S0185-1918\(15\)30025-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0185-1918(15)30025-8).
- ZUINDEAU, B., 2000. *Développement durable et territoire*. Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires de Septentrion.

Glossaire

- Acteur** L'acteur est une représentation d'un individu, d'un groupe social, d'une institution ou d'une organisation, qui agit sur et interagit avec les autres acteurs dans la société.
- Acteur du modèle** L'acteur du modèle est un acteur qui a été représenté dans un modèle computationnel.
- Acteur du terrain** L'acteur du terrain est un acteur qui a été étudié et observé dans le processus de modélisation des CODETER.
- Action** Les actions sont les pratiques des acteurs.
- Agence** L'agence est un élément dynamique dans l'acteur social qui traduit sa capacité potentielle vers des pratiques concrètes.
- Apprentissage par renforcement** Dans le domaine de systèmes multi-agents, l'apprentissage par renforcement est le processus où l'agent prend en considération l'impact (positifs et négatifs) des actions précédentes dans le but de prendre de nouvelles décisions.
- Base sociale** La base sociale est l'ensemble d'acteurs qui soutient directement ou pas une organisation sociale, un mouvement social ou tout simplement une idéologie.
- Capacité d'action** Avoir de la capacité d'action signifie d'avoir les moyens pour exécuter ses plans pour atteindre ses objectifs.
- Communication sociale** Dans le contexte de la théorie de Luhmann, la communication sociale est l'ensemble de trois processus contingents : le processus du choix du contenu à être envoyé ; le processus du choix de la manière comme le contenu sera envoyé à l'autre ; le processus de compréhension (attribution d'un sens pour le message).
- Constructivisme opérationnel** Le constructivisme opérationnel de Luhmann propose une théorie sociale radicalement constructiviste, c'est-à-dire, une théorie fondée sur l'explication de la société à partir des artefacts abstraits comme du système.
- Double contingence** La double contingence est un des problèmes fondamentaux de la sociologie luhmannienne. Le problème apparaît quand deux individus interagissent et échangent de messages. En fait, il n'y a pas aucune garantie que les messages seront parfaitement entendus comme prévu par l'émetteur. Donc, la résolution de cette double contingence donne lieu à l'ordre social et aux systèmes sociaux eux-mêmes.
- Échange symbolique** L'échange symbolique est l'échange de choses qui ont une valeur symbolique et non économique. L'idée de l'échange symbolique s'oppose à l'échange marchandise.

Extension rurale	L'extension rurale est l'une des branches des sciences agraires chargées de fournir des services d'éducation permanente de nature continue pour l'environnement rural et de pêche, d'aider et de promouvoir les processus de gestion, de production, de transformation et de commercialisation des produits agricoles, y compris « agroextractivistes », activités forestières et artisanales.
Individualisme méthodologique	L'individualisme méthodologique est un paradigme des sciences sociales, selon lequel les phénomènes sociaux peuvent être décrits et expliqués à partir des propriétés et des actions des individus et de leurs interactions mutuelles.
Interpénétration	L'interpénétration est le processus où les sous-systèmes sociaux de Luhmann agissent sur les systèmes psychiques, et vice-versa.
Modélisation sociale	La modélisation sociale est le processus de transcription de l'observation du phénomène social vers un langage formel, computationnel ou mathématique.
Mouvements sociaux	L'expression « mouvements sociaux » est un terme générique qui désigne l'ensemble des organisations de la société civile formelles et informelles qui cherchent à augmenter son rôle dans le scénario de décisions politiques.
Phénomène complexe	Un phénomène sera complexe s'il présente des caractéristiques comme l'émergence, haut degré d'indétermination, sensibilité à l'état initial du système, etc.
Pouvoir social	Le pouvoir social est la capacité d'un acteur influencé les choix des autres acteurs.
Rationalité	La rationalité d'un acteur social est sa capacité d'évaluer sa situation actuelle, de prendre en compte sa potentialité interne, de considérer ses objectifs pour prendre de décisions logiques et plus performantes son un sujet spécifique.
Réciprocité symbolique	La réciprocité symbolique est une forme de prestation mutuelle, avec de valeur non-marchandise, entre les individus ou groupes.
Société artificielle	Les sociétés artificielles sont de représentations formelles de la société à partir des modèles de systèmes ou de réseaux sociaux qui utilisent le paradigme de modélisations par agents pour simuler les phénomènes sociaux.
Structure sociale	La structure sociale est la description de patterns persistants d'un phénomène social.
Système autopoïétique	Un système autopoïétique est un système qui produit ses propres composants et structures dans un processus opérationnellement fermé.
Système multi-agent	Système multi-agent est un système composé d'un ensemble d'agents autonomes hétérogènes qui interagissent dans un environ

selon des règles préétablit.

- Système social** Un système social est une conceptualisation d'un phénomène social où il est possible d'identifier les composants et ses interdépendances, ainsi comme les entrées et sorties du système.
- Système social complexe** Un système social complexe est un système social qui présente des propriétés complexes comme l'incertitude, l'impossibilité de prédiction de résultats du système, etc.
- Système socioécologique** Le système socioécologique est une conceptualisation qui représente des systèmes qui lient les outils techniques, les êtres humains et les ressources naturelles.
- Système sociotechnique** Le système sociotechnique est une conceptualisation qui représente des organisations qui lient les outils techniques et les êtres humains.
- Territoire Rural** Le Territoire Rural est une région établie par le PRONAT et est composé de municipalités voisines similaires en ce qui concerne leurs histoires, leurs activités économiques et des indicateurs sociaux.