5
REPENSER LA GOUVERNANCE DES SYSTÈMES COMPLEXES

Étienne Delay, Jean-Pierre Müller, Sigrid Aubert

« Chaque génération, sans doute, se croit vouée à refaire le monde.
La mienne sait pourtant qu'elle ne le refera pas.
Mais sa tâche est peut-être encore plus grande.
Elle consiste à empêcher que le monde ne se défasse. »
Albert Camus, *Discours de réception du prix Nobel de littérature*, Stockholm (1957)

Ce chapitre vise à proposer un modèle de production de sens pourvoyeur d'une gouvernance polycentrique de la terre et des ressources qu'elle porte.

Pourquoi construire un modèle des systèmes de régulation produits par les communs ?
Pour démontrer que la stabilité d'un système de régulation ne repose pas sur des institutions figées, mais sur la capacité des usagers à en faire bouger les frontières et les composantes au regard des enjeux à considérer pour faire face aux aléas écologiques, sociaux ou économiques, que ceux-ci soient internes ou externes.

Que nous apporte la modélisation du « faire commun » ?
La démonstration que l'auto-organisation des usagers de la terre et des ressources qu'elle porte est porteuse d'une dynamique adaptative pour les socio-écosystèmes dans leur ensemble.

En quoi l'approche par les communs est-elle porteuse d'un changement pérenne et véritable ?
En privilégiant l'autodiscipline à l'obéissance, elle permet aux individus et aux collectifs de se mettre au service d'une solution créative conduisant à la satisfaction des besoins des êtres vivants sur les territoires plutôt que de se soumettre à des dispositifs incitatifs ou coercitifs énoncés par une autorité extérieure.

On considère qu'un système complexe est constitué d'un grand nombre de composants en interaction qui empêchent l'observateur de prévoir le comportement et l'évolution de manière analytique ; les interactions des composants sont non linéaires. La seule possibilité d'explorer un tel système est de passer par le calcul de chacun des états des composantes et de leurs interactions. Ce qui amène Jean-Pierre Müller (2004) à réfléchir séparément la notion de système et la notion de complexité.

Un système complexe est donc constitué de composants en interaction les uns avec les autres. C'est exactement ce triptyque composant$_1$-interaction-composant$_2$ qui, en considérant l'ensemble constitué de composants en interaction, permet de définir la frontière du système complexe. Nous y reviendrons en détail plus tard. Être en mesure de considérer des ensembles de triptyques, constituant un système, implique implicitement un observateur. Or nous avançons que la place et le rôle de cet observateur dans le système sont centraux et vont pouvoir influencer radicalement la manière dont va évoluer le système.

Pour promouvoir une gouvernance effective et légitime des communs, nous posons donc la modélisation comme moyen d'envisager la régulation d'un système d'usage des ressources. Une modélisation devra être organisée autour de la capacité des composants (les usagers) à percevoir et considérer leurs actions sur le système, avec autant d'incertitudes (et de certitudes) qu'un système planificateur (de production de ressources) régulé par des approches d'optimisation imposées depuis l'extérieur du système par des mécanismes de *command and control*.

LA GOUVERNANCE DES COMMUNS

Gouverner vient du grec *kubernaein*, terme utilisé notamment par Platon dans *La République*. Il a le sens de guider, piloter un navire. Le latin s'inspirant du grec donnera *gubernare*. La gouvernance est mise

Araignée et sa toile à contre-jour dans une carrière abandonnée de Saint-Martin-de-Londres (Hérault), en macrophotographie (2019), © Jonathan Lhoir.

sur le devant de la scène, dans les années 1990, par les instances internationales pour promouvoir de nouveaux modes de gestion mieux intégrés dans les affaires publiques. À sa sortie, le livre d'Elinor Ostrom (1990), *Governing the Commons*, trouve donc un public dont l'enjeu est de promouvoir des décisions effectives et légitimées par les différents niveaux d'organisation sociale (légitimité démocratique).

Les propositions d'Ostrom plaident pour une pensée systémique, et il n'est pas étonnant de la retrouver dans de nombreux travaux en lien avec les sciences de la complexité et les systèmes multi-agents (Janssen et Ostrom, 2006). Dans cette section, nous proposons une lecture de « l'approche par les communs de la terre et des ressources qu'elle porte » par les systèmes complexes. Cette proposition met en lumière un ensemble d'éléments nécessaires pour penser les systèmes complexes et renouvelle l'éclairage sur notre compréhension des communs.

GOUVERNER AU TRAVERS DE SYSTÈMES COMPLEXES

Il existe autant de communs que de collectifs d'usagers des ressources et, dans le même temps, le commun n'est pas, il devient, par l'usage et les règles de régulation continuellement réactualisées. Arriver à saisir la diversité des situations d'actions qui conduisent des usagers du système à reconnaître et à faire reconnaître un commun nécessite, en vue de la modélisation, une montée en abstraction. Ce mouvement consiste à abstraire les principes généraux des dynamiques de gouvernance qui conduisent à « coordonner » les usages des ressources territorialisées. Cette coordination impose le choix d'un point de vue pour effectuer ou appuyer cette coordination. À l'instar d'Émile Durkheim (2013) lorsqu'il traite de solidarité sociale en 1893, on parlera de régulation organique lorsque le coordinateur (le régulateur) est à l'intérieur du système, et de régulation mécanique lorsque celui-ci est à l'extérieur. Nous verrons que les systèmes complexes permettent de problématiser le positionnement de la coordination vis-à-vis de la dynamique du système.

Les usages, lorsqu'ils sont coordonnés pour contribuer à la réduction des inégalités sociales et à la prise en compte de l'urgence écologique (voir chapitre 1), permettent l'autoreproduction du système au fil du temps. Pour autant, l'autoreproduction porte en elle le germe de sa propre contradiction. En effet, la formalisation des organisations informelles qui tiennent lieu de communs, en groupes institutionnalisés de gestion de ressources partagées, tend inévitablement à réduire leurs capacités d'adaptation à des changements rapides (Chevallier, 2011). Il faut donc considérer un délai non négligeable pour que les décisions, face à une situation d'action, soient prises. Pour Franck Auriac (2000), « le degré de fermeture ou de clôture du système est un signe de maturité. […] L'autoreproduction porte en elle l'autodestruction. Mais comme

n'importe quel organisme, le terme final n'est jamais connu d'avance ». En considérant les usages de la terre et des ressources qu'elle porte sur le temps long, il s'agira pour les usagers du système d'avoir une organisation fluide dans la production des règles et des modèles de comportements, afin de ne pas les condamner à la sénilité par des structures trop rigides.

LA QUESTION DES RÈGLES CONSTITUTIVES ET DE LA POSTURE DE L'ÉTAT

Gouverner les communs à travers les systèmes complexes pose l'importance du cadre institutionnel du « faire commun », énoncé par l'État. Les deux postures archétypiques (organique et mécanique) du régulateur, susceptibles d'être prises par l'autorité de régulation du système, peuvent être envisagées comme deux pôles. Dans les situations d'action, ces postures sont plus ou moins combinées en fonction des enjeux et de l'ouverture de l'autorité au dialogue sociétal.

La régulation mécanique est alors associée aux systèmes de gouvernance fondés sur le *command and control*, et matérialisée par l'omnipotence de l'économie et l'omniscience du droit pour inciter et punir. Dans ce système de régulation, l'objectif de la régulation des usages de la terre et de ses ressources vise le développement et conduit à une reproduction sociale qui fait de la contestation le moteur principal de l'évolution des règles, si toutefois celle-ci est érigée en contre-pouvoir. Avec l'État, la production, la mise en œuvre et les conditions du respect des règles transcendent la société.

La régulation organique participe quant à elle du « faire commun ». Face à une perturbation liée à un usage de la terre ou de ses ressources, la mise en discussion, la négociation et la recherche d'accords libres et questionnables constituent à chaque fois une opportunité de réactualisation des règles. La production de normes est immanente : elles sont produites par les usagers dans des situations d'actions. Les règles mettent à contribution les usagers vis-à-vis du respect de l'harmonie, de la paix au sein du collectif auquel il se rattache. Les effets de la régulation induisent une autonomisation de ces collectifs et une auto-organisation des individus qui le composent.

Les formes structurées, mécanistiques sont généralement représentées par des sociétés modernes/occidentales, ordonnées, tandis que les formes organiques ont plutôt tendance à évoquer des formes sociales archaïques ou exotiques, désordonnées. Ainsi, si les simplifications sociales portées par la régulation mécanique amènent à mobiliser des modèles composables à partir d'objets manipulables (voir chapitre 2), la complexité étant constitutive des modes d'organisation sociale, la régulation organique conduit à mobiliser les systèmes complexes (le tout étant supérieur à la somme des parties). Les objectifs y sont mouvants et renégociables

sans que cette dynamique mette en péril la structure du système, car les usagers s'adaptent continuellement aux nouveaux contextes.

Nous proposons dans la section suivante d'aborder plus en détail les notions véhiculées par les systèmes complexes pour comprendre en quoi leur mobilisation peut nous aider à mieux appréhender une approche par les communs de la terre et des ressources qu'elle porte.

LA NOTION DE SYSTÈME COMPLEXE

LE SYSTÈME

Pour aborder la notion de système, il faut distinguer la posture réaliste, qui va interroger comment un ensemble de composants en interaction d'un système existant « font système », de la posture épistémique, qui va interroger les critères permettant de décider si des composants en interaction font, ou non, partie de ce qui va constituer *a posteriori* le système. Dans le premier cas, on suppose l'existence d'un système « en soi » qui va s'imposer ou être imposé à l'observateur, ce qui va lui permettre d'en envisager la gestion. C'est le cas des systèmes gérés de manière centralisée, et dans lesquels les acteurs locaux (composants du système) n'ont pas le pouvoir de gérer eux-mêmes l'immergence, c'est-à-dire l'action du système comme un tout sur ses composants. C'est ce type de système auquel font référence Insa Theesfeld (2019) et Casper Bruun Jensen (2017) lorsqu'ils appréhendent les communs dans les ex-pays communistes. Dans le second cas, c'est l'intention de l'observateur et la situation d'action qui vont servir à découper une partie du réel en fonction de sa pertinence dans une situation d'action donnée. On pensera alors aux situations décrites depuis Ostrom (1990) jusqu'à Haller *et al*. (2019) ou Delay et Linton (2019), dans lesquelles les acteurs locaux s'auto-organisent pour gérer collectivement une ressource. Dans tous les cas, on doit tenir compte d'une frontière, de composants en interaction et d'un observateur. À noter qu'une interaction est ici toujours prise comme une suite d'actions réciproques, concomitantes (synchroniques) ou successives (diachroniques).

En partant des réflexions dans le domaine de l'écologie, Ratzé *et al*. (2007) mettent en avant la difficulté d'objectiver une frontière. En effet, tout est en interaction avec tout et, si on suit les chaînes causales, elles traversent allègrement les parois cellulaires, les peaux de nos organismes, de nos sociétés humaines et jusqu'aux frontières supposées des continents ou de la planète. Tout est affaire d'échelle d'observation. Ainsi, une paroi cellulaire n'est pas étanche au niveau moléculaire mais l'est pour tout objet plus gros, et c'est donc vis-à-vis de ces objets plus gros qu'elle constitue une frontière. Une analyse similaire peut être faite

quant à la fréquence des interactions : les interactions biochimiques vont être plus « denses » à l'intérieur d'une cellule qu'entre son intérieur et son extérieur. Mais tout est aussi affaire d'intention, d'objectif, de posture. C'est l'observateur qui va déterminer quelles sont les interactions qui l'intéressent, et ainsi définir la frontière pertinente du système à considérer (là où les interactions deviennent moins fréquentes), et donc ses composants. Par exemple, faut-il prendre en compte uniquement les cultivateurs dans la régulation de l'usage des sols au sein d'un système irrigué, ou inclure les éleveurs nomades non résidents du territoire qui y font paître leur bétail entre deux cultures ? Une frontière définit ainsi un intérieur et un extérieur, appelé en général « l'environnement » (tout ce qui n'est pas à l'intérieur). Cette démarche renvoie clairement au premier principe fondamental pour l'établissement et le maintien d'un commun proposé par Ostrom, à savoir des limites clairement définies. De ce premier principe vont découler tous les autres (édiction et modification des règles).

La délimitation du système nous amène à la seconde dimension d'un système, ses composants en interaction. Nous avons identifié une unité appelée « système », avec sa frontière qui définit son intérieur (le système) et son extérieur (l'environnement). La frontière (objectivation de la limite entre l'intérieur et l'extérieur) va aussi nous amener à structurer son intérieur. De la même façon qu'une frontière peut être objectivée à partir des interactions ou des composants, l'analyse de la structure interne du système peut elle aussi se faire à partir des interactions ou des composants. Par exemple, l'interaction « chasse » va permettre d'identifier la partie des humains ou non-humains qui chassent, les « chasseurs », et la partie des espèces animales chassées, les « proies ». Ainsi le système sera constitué des chasseurs, des proies, ainsi que des autres humains et animaux sur la base d'une activité de chasse. Inversement, on peut partir des humains (à l'intérieur du système préalablement identifié), énumérer les usages (les interactions) et secondairement ce sur quoi portent ces usages (animaux, plantes, portions d'espace, etc.). On voit que ces deux approches sont duales : les interactions permettent d'identifier ce qui va devenir les composants du système, les composants du système permettent d'identifier les interactions pertinentes du système. Par ailleurs, cette analyse proprement systémique, en introduisant la notion de composant, n'a aucunement besoin de distinctions entre humain et non-humain. De la même façon que la chasse « fait » le chasseur, que la chasse « fait » la proie, on peut poser la question du jeu d'interactions qui « fait » l'humain dans l'analyse. En mobilisant l'approche par les communs, les composants peuvent être des humains et des non-humains, organisés (ou non) en

collectifs d'usagers des ressources, qui elles-mêmes peuvent être ces composants humains et non humains. Les activités sont les interactions, agencées en usages eux aussi interdépendants des composants.

Ce qui nous conduit naturellement à la troisième dimension du système, à savoir l'observateur. Dans tout ce qui précède, le choix de ce qui compte comme système, composant, interaction, est nécessairement fait par quelqu'un. Que ces choix soient guidés explicitement ou implicitement par un objectif ou une question, fût-elle une question de recherche, il va y avoir choix des interactions et des composants qui vont présider à la définition à la fois du système comme unité par la définition de sa frontière, et comme structure par l'identification de ses composants et des interactions parmi ceux-ci, et, dans une moindre mesure, avec l'extérieur du système. Nous reviendrons sur ce jeu avec l'extérieur. À partir des notions de système, de frontière, de composant et d'interaction, c'est l'observateur qui va définir le système comme unité en objectivant la frontière qui entoure ses composants en interaction. Cette frontière est dynamique et se réagence au gré des reconfigurations des interactions et de l'évolution des collectifs d'usagers de la terre et des ressources qu'elle porte.

LA COMPLEXITÉ ET SA NOTION CENTRALE : L'ÉMERGENCE

Qu'est-ce qui fait qu'un système est complexe ? Müller (2004) suggère avec d'autres (Jean, 1997 ; Dessalles *et al.*, 2007) qu'un système est complexe lorsque les interactions des composants sont non linéaires. La non-linéarité possède une définition mathématique, mais nous en retiendrons que les effets sont linéaires quand ils peuvent s'additionner (ajouter de l'eau fait qu'il y a plus d'eau). Un phénomène est non linéaires lorsqu'il y a des rétroactions : une action produit une action en retour qui contribue à l'action elle-même. Ces actions peuvent être « positives » : le réchauffement de la planète fait fondre le pergélisol qui libère du gaz carbonique qui réchauffe la planète ; elles peuvent également être « négatives » : en économie, le manque de liquidité réduit les échanges commerciaux qui diminuent la liquidité disponible. La non-linéarité convoque l'arsenal mathématique de la physique non linéaire avec des concepts comme les attracteurs (pluralité de régimes stables vers lesquels tend la dynamique des systèmes), la sensibilité aux conditions initiales (effet papillon) ou les régimes chaotiques. Les interactions non linéaires ont la propriété de faire émerger un comportement (réchauffement global ou effondrement financier) au niveau du système considéré (planète ou système financier) qui va avoir une sorte d'autonomie par rapport aux interactions sous-jacentes (échanges thermiques ou commerciaux). On dit que ce système, complexe, produit un comportement qui est plus que

la somme des comportements des parties, puisque les interactions sont non linéaires, et que donc on ne peut pas les « sommer ». Au centre de la complexité, il y a donc la notion d'émergence. Distinguons deux définitions de l'émergence : la définition diachronique d'émergence, qui est le surgissement de quelque chose de nouveau, et la définition synchronique, qui est un comportement global (au niveau du système) irréductible aux seuls comportements des composants. Nous allons nous concentrer sur la définition synchronique qui résume intuitivement ce que nous venons de présenter. De plus, il ne s'agit pas d'une définition ontologique de l'émergence, mais d'une définition épistémique dans le sens qu'elle est une articulation particulière de points de vue.

Allons plus loin pour caractériser l'émergence dans un système complexe. Il y a émergence si et seulement si :

– un observateur a identifié un système (et sa frontière) formé de composants en interaction, ce qui implique la modélisation de ses composants et de ses interactions sous la forme d'une théorie D (par exemple, les pratiques d'usagers de ressources situées sur un territoire donné) ;

– la production d'un comportement (de régularités) global(es) au niveau du système (par exemple, la récurrence des pratiques collectives d'accès à la terre et aux ressources) ;

– l'observation de ce comportement global par un observateur et sa modélisation dans une théorie D' (par exemple, les règles de distribution des ressources qui décrivent ces récurrences et leurs conséquences sur l'inclusion sociale et la disponibilité des ressources) ;

– l'irréductibilité de la théorie D' à la théorie D (Bunge, 1977), c'est-à-dire que le comportement global du système décrit par la théorie D' ne peut pas être formellement dérivé à partir de la théorie D des comportements des composants.

La théorisation du comportement global est basée sur des caractéristiques globales du système (par exemple, nombre d'individus, propension moyenne à payer). Un contre-exemple d'émergence est l'agitation des molécules d'un système particulaire : les composants sont les molécules et les interactions sont les collisions/frottements intermoléculaires décrits dans une théorie D de mécanique statistique. Un des comportements globaux de ce système est l'évolution de sa température, que l'on peut décrire avec des équations spécifiques utilisant des coefficients de diffusion (D'). Mais D' est réductible à D dans la mesure où cette température est linéairement proportionnelle à l'énergie cinétique moyenne des molécules qui composent le système. D'un point de vue synchronique, il n'y a donc pas émergence : le tout n'est que la somme des comportements de ses parties.

La définition de l'émergence amène à distinguer l'émergence faible de l'émergence forte. L'émergence est dite « faible » si ce comportement

global ne rétroagit pas avec les interactions des composants. C'est-à-dire que le phénomène émergent n'existe que dans le point de vue d'un observateur extérieur. Un exemple peut être trouvé dans le modèle de Schelling (1971), qui met en scène l'émergence d'une ségrégation spatiale en milieu urbain (comportement global) sur la seule base de décisions de mouvements en fonction du voisinage immédiat (comportement local). Un autre exemple est la « main invisible » en économie, dans laquelle les mécanismes d'offre et de demande de ressources dans un marché parfait feraient émerger une distribution équitable des ressources. La plupart du temps, l'émergence faible est une simplification de la réalité sous forme de modèles dans lesquels les composants ne sont pas capables de se construire une image du phénomène global auquel ils participent.

L'émergence est dite « forte » si les interactions des composants sont causalement influencées par les caractéristiques globales au niveau du système. Cette forme de causalité descendante est aussi appelée « immergence ». C'est notamment le cas si les composants sont les observateurs de l'émergence et ont leur comportement influencé par lui. On considère donc que les composants du système doivent pouvoir prendre conscience de l'émergence pour pouvoir à leur tour l'influencer. Pour ce faire, il suffit que certains composants à l'intérieur du système deviennent des représentations/représentants du comportement émergent et lui soient causalement reliés. Cela implique donc une forme de réflexivité du global vers le local à travers une représentation, dans tous les sens du terme, du phénomène global dans le local des composants. Pour le dire autrement et en reprenant David J. Chalmers (2008), « l'émergence forte, si elle existe, peut être utilisée pour rejeter l'image physicaliste du monde comme fondamentalement incomplète. En revanche, l'émergence faible peut être utilisée pour soutenir l'image physicaliste du monde, en montrant comment toutes sortes de phénomènes qui peuvent sembler nouveaux et irréductibles à première vue peuvent néanmoins être fondés sur des lois simples sous-jacentes »[1]. Un exemple de représentation est la carte d'un territoire, qui permet de prendre des décisions d'aménagement local (modification des comportements des composants) en fonction d'objectifs globaux, mais nécessite une organisation sociale de retranscription sur la carte des modifications dans le territoire (l'observation). Ainsi, une carte constitue une image à vol d'oiseau du paysage collectivement constitué. Un exemple de représentant est le cas des peuples sahéliens en situation de conflit sur l'usage de la terre

1. "Strong emergence, if it exists, can be used to reject the physicalist picture of the world as fundamentally incomplete. By contrast, weak emergence can be used to support the physicalist picture of the world, by showing how all sorts of phenomena that might seem novel and irreducible at first sight can nevertheless be grounded in underlying simple laws."

au moment des transhumances des troupeaux. Les personnes impliquées font intervenir des représentants (les sages) pouvant appartenir à différents systèmes normatifs dont ils en deviennent les porteurs. Ces représentants chercheront une issue au conflit d'abord en convoquant des principes aux « fondements naturels […] (boire, manger, dormir, procréer, coopérer…) » (Weber et Bailly, 1993).

Ce processus réflexif d'émergence forte, s'il se stabilise et perdure dans le temps, permet de maintenir les caractéristiques globales du système et donc les composants, leurs interactions et la frontière à l'origine de cette émergence. On parle alors d'auto-organisation, d'autoreproduction (reproduction de soi-même), voire d'autopoïèse (création de soi-même, Varela et Maturana, 1994). Nous restreignons donc les conditions d'émergence et de maintien de communs à des situations dans lesquelles l'émergence forte est possible. L'autoreproduction du système est la mobilisation, en permanence, de toutes les ressources internes (Auriac, 2000), au moins à environnement constant. Quand l'environnement vient à changer, « dans les sociétés non industrielles, la destruction de bien [ressource] est fréquemment codifiée, comme si elle permettait d'assurer une minimisation des changements sociaux qu'une accumulation incontrôlée ne manquerait pas d'engendrer » (Weber et Bailly, 1993). Pour mettre en place un rétrocontrôle tel que celui évoqué par Jacques Weber et Denis Bailly et introduire de nouvelles règles, les agents doivent nécessairement percevoir les évolutions de leur environnement. C'est cet environnement, et la manière dont le sens se construit au travers des perceptions, que nous allons aborder maintenant.

L'ÉMERGENCE DU SENS

Besoin du milieu…

Intéressons-nous maintenant aux interactions qui traversent la frontière du système. Nous avons vu que l'on peut partir des interactions pour définir les composants en interaction, ce que Gilbert Simondon (2005) appelle « les relations transductives ». Donc, une interaction ne va pas seulement définir les composants du système, mais littéralement constituer ce qui compte comme composant à l'extérieur du système à travers son interaction avec lui. Les besoins des usagers de la terre et des ressources qu'elle porte vont définir ce qu'ils considèrent comme ressource et adapter leurs activités de prélèvement en fonction de la situation dans l'espace et dans le temps de cette ressource – et donc implicitement ou explicitement de leurs interactions avec les autres usagers du milieu à travers les ressources partagées. La frontière est dans ce cas-là une abstraction qui permet de penser les composants en interaction. Pour reprendre notre exemple sur les transhumants sahéliens,

ceux-ci vont envisager leurs déplacements en fonction de leur connaissance de l'espace, des informations qui leur sont transmises (réseau social), et de leur perception limitée de leur environnement direct – qui, notons-le, s'étend aujourd'hui fortement avec la généralisation des téléphones portables. Par exemple, les étapes seront organisées de point d'eau en point d'eau. La notion de point d'eau peut être appréhendée de deux façons : soit la notion de point d'eau est utilisée pour définir les interactions que l'on va avoir avec lui : va-t-on utiliser les forages (abreuvement payant, mais certain) ou les points d'eau temporaires (gratuit, mais sujet à incertitude) ? Mais on peut aussi partir des interactions indispensables à la conduite des troupeaux (abreuvement, ramassage de bois pour la cuisine, usages des plantes pour la médecine traditionnelle, etc.) pour caractériser la notion de point d'eau comme endroit où s'abreuver. Les composants ainsi déterminés constituent, pour certains auteurs, le « milieu » (ou *Umwelt*) du système, qui est contenu dans son environnement. Ce « milieu » est ce qui fait sens pour le système relativement à ses interactions avec l'extérieur. C'est une acception possible de l'émergence de sens pour tout système non clos, en analysant l'extérieur vis-à-vis de l'intérieur. Nous dirons que quand les interactions sont le support de chaînes causales de l'intérieur vers l'extérieur, le système agit sur son milieu. Inversement, quand les interactions sont le support de chaînes causales de l'extérieur vers l'intérieur, nous dirons que le système perçoit son milieu. Les chaînes causales qui ne percolent pas à l'intérieur ne sont simplement pas perçues du système. Concernant la perception, Bertrand Russell (1949) affirme que toutes les idées prennent leur source dans l'expérience des sens. Pour lui, la construction du savoir n'est pas à chercher du côté de la pensée, mais de l'expérience vécue. Russell soutient que les déclarations sur le monde physique peuvent être traduites en déclarations sur les « données sensorielles », les données de l'expérience immédiate (Barlas et Carpenter, 1990). Dans le langage systémique, la pénétration de ces chaînes causales dans le système est appelée « perturbations ». Il n'y a donc pas de perturbations à l'intérieur d'un système, mais seulement de l'extérieur vers le système. *A priori*, elles n'ont pas de sens en soi, c'est la définition/caractérisation du milieu dans lequel évolue le système qui permet de donner sens à ces perturbations au regard de son fonctionnement interne. Sur la base de ces descriptions, il est possible de définir les notions de donnée, d'information et de connaissance. Ainsi, les perturbations ont le statut de données que le système obtient de son environnement. L'association de cette donnée au composant du milieu qui en est la source, permettant ainsi de dire sur quoi porte la donnée, lui confère le statut d'information. Seul un observateur extérieur peut faire le lien entre la perturbation reçue par le système (la donnée) et sa source, et donc une donnée ne devient une information au sens shanonien du terme que pour cet observateur

extérieur. Bien sûr, un système peut jouer ce rôle en utilisant un effet miroir, appelé aussi la « spécularité » (Vullierme, 1998). Concrètement, si, par exemple, les droits fonciers ne sont envisagés que sous le prisme d'un bien approprié par une personne physique ou morale et évaluable en argent (le prisme de sa fonction économique), les communs, qui donnent la primauté aux interactions fondant les fonctions sociales et écologiques de la terre et des ressources qu'elle porte, seront *a priori* exclus du système. Les interactions ne porteront pas d'information sur les fonctions sociales et écologiques de la terre et de ses ressources, mais seulement sur la fonction économique. C'est donc bien le regard porté qui va conférer à la perturbation un potentiel informationnel spécifique.

Ces chaînes causales engendrées par le milieu peuvent éventuellement contribuer au comportement global et même à l'homéostasie (maintien à l'équilibre) de ce comportement global. C'est cette exploitation de cette perturbation, donc de cette donnée, dans une chaîne causale interne contribuant au comportement global du système, donc l'opérationnalisation de la donnée dans la logique du système, qui en fait une connaissance. Son statut éventuel d'information va en faire une connaissance sur quelque chose. Cette contribution d'une donnée au comportement global étant aussi la base d'une intentionnalité pour un observateur extérieur, la perturbation devient « faite pour » le fonctionnement du système.

Émergence et connaissance pour le suivi-évaluation

La conjonction de l'émergence forte, d'une part, et de la notion de connaissance telle qu'introduite ici, d'autre part, permet de déduire l'intérêt des systèmes de suivi-évaluation réflexifs* coconstruits par et pour les usagers humains de la terre et des ressources qu'elle porte. Le système de suivi-évaluation est alors pensé comme une organisation sociale de la retranscription de l'état global du système dans des indicateurs qui deviennent des objets à l'origine de chaînes causales concourant à l'évolution du système dans sa globalité, à travers les interactions des usagers, et les indicateurs qui, par ce processus, acquièrent le statut de connaissances. Nous pensons que ces définitions peuvent servir de base à une véritable sémiotique des interactions des systèmes, mais ce n'est pas ici le lieu de la développer. Par contre, nous voyons que le jeu d'interactions à travers la frontière concerne n'importe quel système, mais plus particulièrement les systèmes organisés, pensés comme des unités agissantes et douées de perception. De fait, l'action et la perception par un système sont une émergence des systèmes organisés. Ils forment la base d'un niveau supérieur d'interactions de systèmes servant possiblement de base à des systèmes de niveau supérieur dont les composantes seraient les systèmes eux-mêmes. C'est ce qu'on appelle les structures holoniques

(Koestler, 1970) : un holon est un système qui est un ensemble de composants au niveau N – 1 et se comporte comme une unité au niveau N.

MODÉLISER LES SYSTÈMES COMPLEXES

La modélisation permet de formaliser la démarche de définition d'un système complexe suivie jusqu'ici. Elle va permettre aux usagers de se construire une image réflexive du système. En proposant un modèle formel, nous posons l'hypothèse suivante : la représentation d'un système sous la forme abstraite de modèles va permettre aux différents acteurs concernés de mieux saisir et expliciter les relations entre les composants du système. En d'autres termes, nous pensons que la modélisation constitue une étape fondamentale dans le processus de conscientisation (ou *a minima* de spécularisation, de miroir) des différents acteurs intervenant dans une situation d'action donnée.

Le processus de modélisation invite à partir d'une question, d'un objectif ou d'un enjeu, par exemple l'enjeu de faire « commun », à délimiter le système sur lequel il porte, c'est-à-dire à en définir sa frontière, ses composants et les interactions à prendre en considération, et à en obtenir une représentation que l'on appellera un modèle. Une définition très générale résume bien la nature d'un modèle : « A* est un modèle de A si manipuler A* permet de répondre à la question (ou l'objectif) Q sur A posé par X » (Minsky, 1997). Dans cette définition, n'importe quel objet (A*) peut être un modèle s'il tient suffisamment lieu d'un autre (A) pour répondre à une question spécifique (Q) pour un observateur particulier (X). Un modèle peut être une maquette, un objet conceptuel comme un objet logique ou mathématique, ou n'importe quoi d'autre qui « parle » à l'observateur du point de vue de sa question.

LES SYSTÈMES MULTI-AGENTS, OUTILS DE MODÉLISATION

Si on exclut momentanément les holons, donc des hiérarchies à plusieurs niveaux, les systèmes complexes sont construits *a minima* sur une analyse à deux niveaux :

– le niveau microscopique des composants en interaction (et possiblement avec un extérieur donc une frontière explicite), qui peuvent être les usagers (composants) et leurs usages de la terre et des ressources qu'elle porte ;

– le niveau macroscopique du système, qui peut représenter le collectif d'usagers (système) et leurs modes d'organisations.

Il est possible de modéliser uniquement le niveau microscopique, ou uniquement le niveau macroscopique, ou les deux, possiblement en interaction (réflexivité et immergence). Au niveau macroscopique, le système va être caractérisé par un certain nombre de variables

globales (évolution des populations d'êtres vivants, distribution des rôles de ressources retenues dans le cadre de la solidarité écologique « de fait ») dont on va décrire la variation de leur valeur au fil du temps, en général par des équations. Au niveau microscopique, on va décrire les comportements des différents composants ainsi que leurs interactions. On a alors recours aux systèmes multi-agents ou individu-centrés qui, quoique moins formellement caractérisés que les équations, représentent naturellement de tels systèmes. Un système multi-agent est un ensemble d'agents (entités physiques ou virtuelles) en interactions (structure en réseaux) et, possiblement, dans et avec un environnement (agents spatialement situés). Un agent est muni d'un comportement qui consiste à engendrer des forces (perturbations), donc des actions vers les autres agents et, possiblement, l'environnement sur la base des forces (perturbations), donc des perceptions qu'il reçoit lui-même et de son état interne. Cet état interne peut être aussi sophistiqué que l'on veut, de quelques variables à la représentation d'un système cognitif complet. Un agent peut donc représenter des composants qui vont de simples éléments biophysiques aux êtres vivants (humains comme non-humains). En sciences sociales, les systèmes multi-agents s'ancrent le plus souvent dans l'individualisme méthodologique (Boudon, 1984), un courant de la sociologie qui considère l'individu singulier comme l'unité élémentaire. Mais d'autres approches, dites « organisation-centrées », introduisent les organisations (donc les systèmes) comme des entités de premier ordre.

L'OBSERVATEUR DE LA SIMULATION

Il est également facile d'ajouter à un système multi-agent un agent observateur, dont le rôle sera de construire l'état macroscopique et de suivre son évolution en identifiant les régularités des comportements des composants qui émergent des interactions. Nous pouvons ainsi représenter le système simultanément aux deux niveaux. L'agent observateur est alors pensé comme une entité abstraite à laquelle les composants se réfèrent pour obtenir de l'information sur le système : l'agent observateur est le témoin de certaines actions. Par analogie, l'observateur du « faire commun » peut être adopté par un collectif d'usagers s'il est en capacité de projeter une image partagée du système qui évolue au cours du temps. Dans le monde réel, ce type de représentation théorique a été largement décrit en anthropologie (Mauss, 1968 ; Rogin-Anspach, 2002). La science produit des « lois de la nature » en observant des régularités comportementales (comportements biophysiques, sociaux, psychologiques). Les connaissances sont caractérisées comme scientifiques (sciences humaines et sociales, et sciences dures/expérimentales),

mais pas seulement (vernaculaires, empiriques…), par les collectifs qui les produisent et se donnent des normes de construction de ces connaissances. De la même façon, la production de normes (ou « lois humaines et sociales ») est un processus de modélisation et donc de conscientisation/réification des usages récurrents des collectifs d'usagers de la terre et des ressources qu'elle porte. Ces approches mobilisant la modélisation à base d'agents comme outils des sciences de la complexité permettent de représenter une situation d'action donnée (arène d'action au sens d'Ostrom, 2005) où différents usagers de la terre et des ressources qu'elle porte s'organisent intentionnellement (émergence forte) ou de fait (émergence faible) pour réguler leurs usages respectifs. Cette modélisation permet également d'apprécier les effets de l'enchâssement et de l'emboîtement de communs sur l'usage de la terre et des ressources qu'elle porte. Finalement, nous remettons en perspective les formalismes utilisés dans ces processus de modélisation. En ce qui concerne la description structurelle des composants, y compris ceux qui font partie du milieu du système qui nous intéresse et des systèmes qu'ils composent, on utilise des langages de représentation des connaissances tels que les logiques formelles, les graphes conceptuels ou des versions simplifiées comme les ontologies, quand ce ne sont pas juste des variables (possiblement organisées en vecteurs ou matrices). Pour les dynamiques ou processus, on utilise couramment les équations différentielles, les automates et autres réseaux de Petri, des diagrammes de flux ou, plus pragmatiquement, des langages de script dédiés, voire des langages de programmation généralistes. À part pour les approches objets ou agents et les équations sur les variables, l'articulation entre les descriptions structurelles et les dynamiques est plus ou moins *ad hoc*. Le modélisateur se trouve donc devant une grande variété de formalismes plus ou moins articulés entre eux. La théorie des catégories (Spivak, 2014), en tant que modélisation des formalismes mathématiques, offre une perspective intéressante d'articulation de ces formalismes hétérogènes.

CONCLUSION

Les systèmes complexes sont des outils pour penser l'émancipation et les solidarités sociales et écologiques. En explicitant le système, son dedans et son dehors, nous avons montré après Ostrom ou encore René Thom (2009) que la conscientisation/réification des limites est une condition nécessaire à sa définition. L'introduction de la notion de complexité et de système complexe nous a amenés à considérer des systèmes non linéaires pouvant être le terreau d'émergence de deux types : les émergences faibles et les émergences fortes. Cette distinction

entre émergence faible et émergence forte renvoie à la notion de conscientisation des interactions et des solidarités. En effet, dans le cadre d'une émergence faible, les agents ne sont pas capables de percevoir leur influence sur le monde et par là même sont incapables de modifier leur effet sur ledit système. En gardant à l'esprit les huit principes fondamentaux à la création et au maintien dans le temps d'un commun proposés par Ostrom et les six entrées proposées par le CTFD (2017)[2], on comprend bien que le système capable de mobiliser une approche par les communs doit reposer sur la mise en œuvre d'une émergence forte. Cette émergence forte nécessite, de la part des agents/acteurs/composants du système, de percevoir les perturbations extérieures au système, d'être en mesure de leur donner un sens dans leur propre conception (dans le système). Cette « mise en sens » de la perturbation est le prérequis à la gestion collective de ressources. Mais une fois ces assertions admises, et le sens donné aux événements, encore faut-il que les composants soient en mesure de percevoir les variations de leur environnement. C'est pourquoi la construction d'outils de suivi-évaluation de ces variations est primordiale à l'échelle locale pour renforcer les capacités de gestion des acteurs. Ainsi seulement serons-nous à même de sortir du paradigme néoclassique de la gestion des ressources naturelles renouvelables, qui « prétend intégrer la durée par une pirouette tragique : incapable de penser une solidarité intergénérationnelle minimale, elle développe des discours sur la "solidarité intergénérationnelle" basée sur l'optimum parétien… » (Weber et Bailly, 1993).

La démarche d'opérationnalisation de l'approche par les communs de la terre et des ressources qu'elle porte peut être formalisée en quatre étapes que nous associerons dans ce chapitre à l'approche par les systèmes complexes :

– identifier des situations d'action et les contextes dans lesquels les projets de développement (de territoire) sont initiés, et nous verrons que la notion même de système permet de mieux les caractériser, notamment au regard de l'émergence du sens au sein du système ;

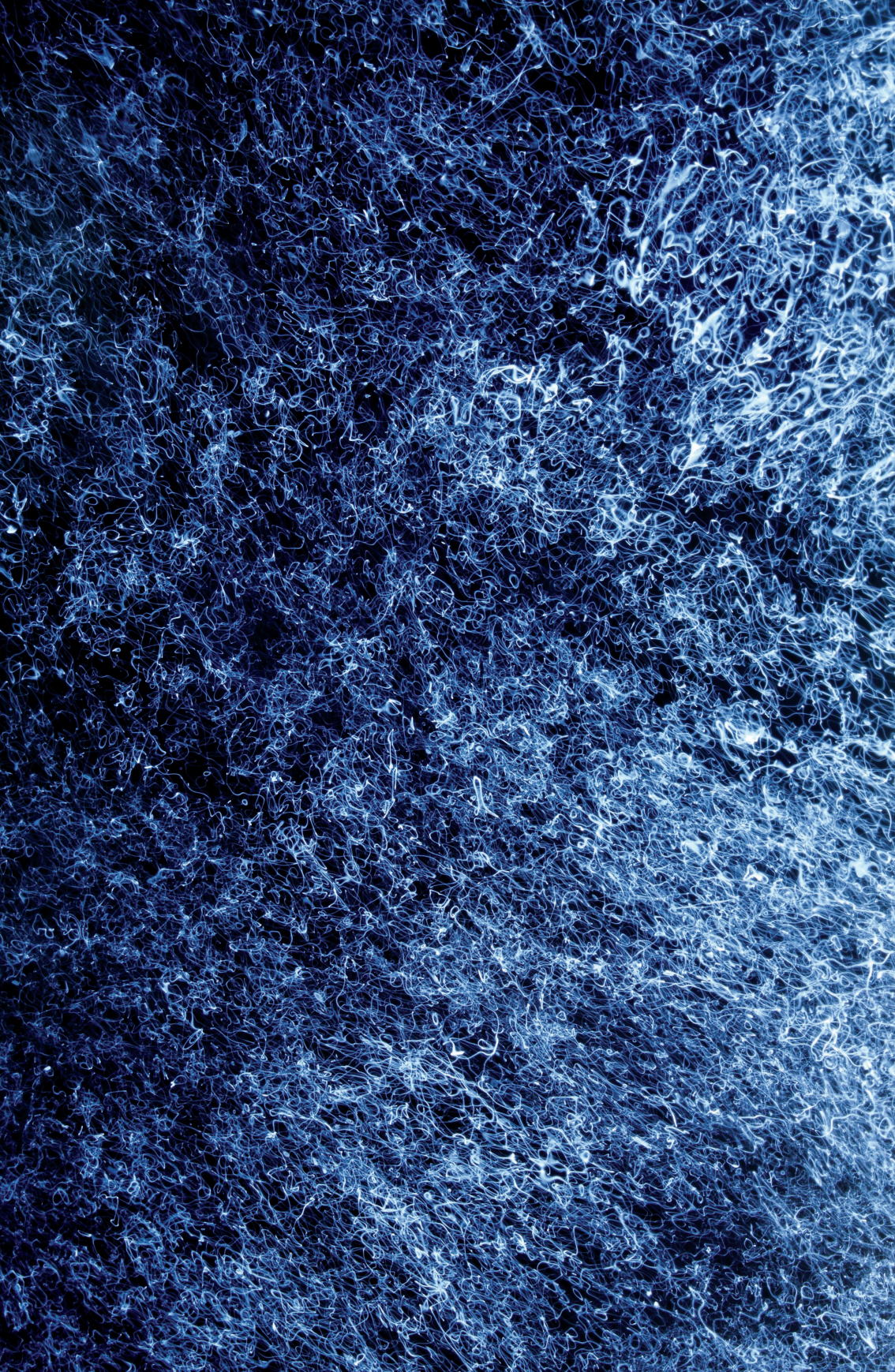
2. « Pour définir, dans une situation d'action donnée, les communs tissés autour de la terre et des ressources qu'elle porte, il est proposé d'apprécier la dynamique de l'action collective en entrant par les ressources, les régimes d'appropriation, l'écosystème, les communautés, la gouvernance ou les pratiques. Chacune de ces entrées permet de porter le regard sur une dimension particulière de la solidarité sociale et écologique, telle qu'elle est exprimée au sein des territoires. Un enjeu important sera de faire les liens entre ces différentes entrées afin de restituer les communs dans une représentation fractale permettant aux différents acteurs en présence de s'en saisir » (p. 30).

– recourir à la notion de complexité pour définir les communs en considérant le concept d'émergence comme constitutif de modes d'organisation du système. Nous identifions ainsi certaines propriétés nécessaires au système pour explorer la capacité régulatrice des communs ;
– investir et enrichir une grille de lecture permettant de déconstruire la réalité pour la reconstruire sous le prisme des solidarités sociales et écologiques. La modélisation des systèmes complexes constitue un moyen de conscientisation par les différents acteurs intervenant dans une situation d'action donnée. La modélisation à base d'agents en tant qu'outils des sciences de la complexité peut conduire à conscientiser des phénomènes d'interdépendance ayant éventuellement comme effet l'autonomisation-émancipation (caractérisation de l'auto-organisation) des acteurs qui les mobilisent ;
– appréhender les modalités de capitalisation, de transmission et d'enrichissement des savoirs et des pratiques dans une perspective inclusive par la promotion de la cogestion adaptative selon différents points de vue sur le système. Cette appréhension repose ici sur une conceptualisation de la gouvernance polycentrique des systèmes complexes. La production normative dans ce contexte résulte essentiellement de l'usage. Ces usages, modélisés, produisent des comportements récurrents alors vus comme des émergences.

Par cette démarche de modélisation, l'étude des relations qu'entretiennent les humains (en tant que sujets) avec les autres objets environnementaux, et entre eux au travers de ces objets (et parmi ceux-ci les représentations du système lui-même et de ses émergences comme un tout), est essentielle pour rendre plus probable une amélioration durable de la situation. Cette amélioration centrée sur les représentations des relations nous amènerait à glisser d'une représentation d'un monde d'objets à un monde de sujets. Cette nouvelle conception du monde constitue *de facto* la condition de possibilité pour penser une écologie sociale (Bookchin, 2011) et réduire les situations de domination de l'homme sur son environnement.

Cette proposition peut être rapprochée de développements envisagés dans le cadre des approches territoriales (Brédif, 2021), de modélisation (Aubert et Müller, 2013), d'accompagnement (Becu *et al.*, 2016) ou d'une approche « paysages ». Elle repositionne la science en envisageant sa contribution aux transitions sociales et écologiques. Dès lors, la question éthique devient importante, non pas tant pour édicter les valeurs prépondérantes que pour permettre aux acteurs sociaux de s'entendre sur des finalités et des modes opératoires favorisant l'adoption de nouvelles représentations. En cela, nous nous inscrivons dans la continuité de Weber et Bailly (1991) ou encore Durand et Antona (2013) : les systèmes

de valeur des groupes sont les principales tendances lourdes à très long terme. Et par là même l'éthos devient le moteur sur le long terme de l'adoption de pratiques ou de l'implication des individus (agents du développement, chercheurs, bénéficiaires ou simples citoyens) dans les projets de territoire.

L'approche systémique que nous défendons dans cette proposition, et qui mobilise des concepts des sciences de la complexité, permet de replacer l'éthique socio-environnementale pour repenser la place des humains et non-humains dans l'espace. L'incidence des uns sur les autres représente un enjeu qui les dépasse en partie, mais qui les concerne directement. Les débats éthiques que suppose une telle approche portent sur la requalification de la fonction de l'humain, de sa place dans l'écosystème et de la place qu'il laisse aux autres êtres vivants.

Nous pensons que notre approche offre l'opportunité de repenser les problèmes liés aux inégalités sociales et à l'urgence écologique. Il ne s'agit pas (ou plus) de faire face à des conflits entre l'homme et la nature, mais de repenser la situation d'action et d'expliciter dans quelle nature nous voulons vivre (Descola, 2015).