Penser la résilience

Sept principes pour le renforcement de la résilience dans les systèmes socio-écologiques

Stockholm Resilience Centre
Research for Biosphere Stewardship and Innovation

Stockholm University

A PARTNER WITH
The Beijer Institute of Ecological Economics
Kungl. Vetenskaps-Akademien
The Royal Swedish Academy of Sciences

FUNDED BY
MISTRA
The Swedish Foundation for Strategic Environmental Research

Sommaire :

Introduction page 3

PRINCIPE 1
Entretenir la diversité et la redondance page 4

PRINCIPE 2
Gérer la connectivité page 6

PRINCIPE 3
Gérer les variables lentes et les rétroactions page 8

PRINCIPE 4
Favoriser la réflexion portant sur les systèmes adaptatifs complexes page 10

PRINCIPE 5
Encourager l'apprentissage page 12

PRINCIPE 6
Élargir la participation page 14

PRINCIPE 7
Promouvoir les systèmes de gouvernance polycentriques page 16

Glossaire page 18

Suggestions de lecture page 19

CETTE PUBLICATION A ÉTÉ ÉCRITE PAR :
Sturle Hauge Simonsen, Reinette (Oonsie) Biggs, Maja Schlüter, Michael Schoon, Erin Bohensky, Georgina Cundill, Vasilis Dakos, Tim Daw, Karen Kotschy, Anne Leitch, Allyson Quinlan, Garry Peterson, Fredrik Moberg.

AUTRES CONTRIBUTEURS :
Marty Anderies, Derek Armitage, Jacopo Baggio, Elena Bennett, Duan Biggs, Örjan Bodin, Katrina Brown, Shauna BurnSilver, Nathan Engle, Louisa Evans, Christo Fabricius, Carl Folke, Victor Galaz, Line Gordon, Chanda Meek, Ciara Raudsepp-Hearne, Martin Robards, Lisen Schultz, Brian Walker, Paul West.

CONCEPTION GRAPHIQUE :
Blomquist & Co, Azote

IMAGES DE PREMIÈRE PAGE :
Azote images

Introduction

Au cours des dernières décennies, peu de concepts ont pris une importance aussi grande que la résilience, c.à.d. la capacité d'un système à faire face aux changements et à continuer à se développer. On a vu une véritable explosion de la recherche sur les façons de promouvoir (ou sur les risques pesant sur) la résilience de divers systèmes, que ce soit un paysage, une région côtière ou une ville. Cependant, l'existence d'une multitude de facteurs étant sensée améliorer la résilience, a entraîné une compréhension plutôt dispersée et fragmentée du sujet et de son application.

Une 'approche résilience' appliquée dans un contexte de développement durable a pour objectif de renforcer les capacités afin d'affronter des changements inattendus. Cette approche ne considère pas les gens comme des facteurs externes influençant la dynamique des écosystèmes, mais étudie plutôt comment nous faisons partie de la biosphère et comment nous interagissons avec elle – cette sphère d'air, d'eau et de terre qui entoure la planète et qui contient toute vie. L'une des principales façons dont les hommes interagissent avec la biosphère est à travers l'utilisation des différents services écosystémiques, tels que l'eau qu'on utilise pour boire et cuisiner, les plantes que nous cultivons pour nous nourrir, la régulation du climat et nos liens spirituels et culturels avec les écosystèmes. Les hommes modifient également la biosphère par une myriade d'activités telles que l'agriculture et la construction de routes et de villes. Une 'approche résilience' tente d'étudier comment les systèmes humains et naturels interagissants – les systèmes socio-écologiques – peuvent être gérés de manière optimale afin d'assurer un approvisionnement durable et résilient en services écosystémiques essentiels dont l'humanité dépend.

Cette publication est un abrégé populaire du livre "Principles for Building Resilience : Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems", publié par Cambridge University Press (2014). Ce livre s'inspire à son tour, de l'examen approfondi "Towards principles for enhancing the resilience of ecosystem services" publié dans la revue Annual Reviews of Environment and Resources (2012). Ces deux publications examinent et évaluent les différents facteurs sociaux et écologiques qui ont été proposés pour améliorer la résilience des systèmes socio-écologiques et des services écosystémiques qui y sont associés. Elles présentent sept principes cruciaux pour le renforcement de la résilience dans les systèmes socio-écologiques et traitent de la manière dont ces principes peuvent être appliqués. Les sept principes sont : 1) entretenir la diversité et la redondance, 2) gérer la connectivité, 3) gérer les variables lentes et les rétroactions, 4) favoriser la réflexion portant sur les systèmes adaptatifs complexes, 5) encourager l'apprentissage, 6) élargir la participation et 7) promouvoir les systèmes de gouvernance polycentriques.

Dans les pages qui suivent, chaque principe est présenté ainsi qu'un exemple de son application. Bien entendu, il n'existe pas de panacée pour le renforcement de la résilience. En effet, tous les principes présentés dans ce document exigent une compréhension nuancée de la façon, du lieu et du moment de leur application, et de la manière dont les différents principes interagissent et dépendent les uns des autres. Avant d'appliquer l'un des principes, il est essentiel d'examiner de quel type de système et de résilience il s'agit (p. ex. la résilience face aux incendies, aux inondations, à l'urbanisation etc.). Si l'on se contente de renforcer la résilience des services écosystémiques présents dans un paysage, on peut enraciner et exacerber les inégalités, par exemple lorsque les communautés urbaines pauvres subissent les effets des inondations causées par les activités agricoles ou forestières sur des terres privées situées en amont. Des compromis difficiles sont parfois inévitables entre les différents services écosystémiques (p. ex. la production agricole et la biodiversité), et il est impossible de renforcer la résilience de tous les services écosystémiques simultanément. En gardant à l'esprit ces réserves, les sept principes fournissent des orientations sur les opportunités clés pour intervenir dans et "collaborer avec" des systèmes socio-écologiques, afin d'assurer qu'ils maintiennent leur résilience et leur capacité à fournir les services écosystémiques nécessaires pour entretenir et soutenir le bien-être des gens dans un monde en évolution rapide.

Principe un

Entretenir la diversité et la redondance

Les composants d'un système socio-écologique, tels que les espèces, les types de paysages, les systèmes de connaissance, les acteurs, les groupes culturels ou les institutions, offrent tous des options différentes pour faire face au changement et pour affronter l'incertitude et l'effet de surprise.

Les petits exploitants agricoles plantent souvent plusieurs cultures alimentaires de sorte que la perte d'une des récoltes n'ait pas d'effets catastrophiques sur l'approvisionnement alimentaire. De même, les systèmes d'exploitation des ressources naturelles qui ciblent plusieurs espèces sont plus résilients que les systèmes qui ciblent une seule espèce. Il ressort des données de plusieurs autres domaines d'études que les systèmes avec de nombreux composants différents sont généralement plus résilients que les systèmes avec peu de composants. La redondance fonctionnelle, c'est à dire la présence de plusieurs composants qui peuvent assumer la même fonction, peut fournir une "assurance" dans un système en permettant à certains composants de compenser la perte ou l'échec des autres. En bref, la redondance est incarnée par le proverbe "il ne faut pas mettre tous ses œufs dans le même panier."

La redondance a encore plus de valeur si ses composants réagissent différemment aux changements et aux perturbations. C'est ce que nous appelons la diversité de réponse (des différences de taille ou d'ampleur des composants qui exercent une fonction particulière leur procurent différentes forces et faiblesses, de sorte qu'une perturbation particulière ne soit pas susceptible de présenter le même risque pour tous les composants). Par exemple, la dispersion des graines dans les forêts ougandaises est effectuée par une gamme de mammifères de tailles différentes, allant des souris aux chimpanzés. Tandis que les petits mammifères sont affectés de manière négative par des perturbations locales, cela ne vaut pas pour les grandes espèces qui sont plus mobiles et qui peuvent donc conserver leur fonction comme semeurs de graines.

Dans un système de gouvernance, un éventail de formes d'organisation comme des ministères, des ONG et des associations locales peuvent se recouper fonctionnellement et fournir une diversité de réponses. En effet, des organisations qui diffèrent par leur taille, leur culture, leurs mécanismes de financement et leurs structures internes, sont susceptibles de répondre différemment aux changements économiques et politiques. Divers groupes d'acteurs avec des rôles différents sont fondamentaux pour la résilience des systèmes socio-écologiques, car ils fournissent un éventail de fonctions. Dans une communauté bien connectée, où les fonctions se chevauchent et la redondance se manifeste, la créativité et l'adaptabilité peuvent s'épanouir.

Une diversité d'usagers et de gestionnaires peut également maintenir l'exploitation durable d'une ressource. Au sein des communautés de pêcheurs par exemple, des gens d'âges et de sexes différents, disposant de moyens financiers variés, pourront préférer des méthodes de pêche et des types d'engins différents. Cette diversité renforce la capacité de l'ensemble de la communauté à détecter et à comprendre les changements d'ordre écologique, car chaque usager a sa propre perspective du système.

L'investissement dans la diversité et la redondance peut améliorer la résilience des moyens de subsistance parce qu'il permet aux gens de s'adapter en répondant aux changements du marché ou de l'environnement. Par exemple, un nombre considérable d'agriculteurs dans les régions les plus sèches de l'Afrique du Sud et de la Namibie sont passés de l'élevage à l'écotourisme (en réponse à une préférence du marché devenant de plus en plus grande pour ce type de services écosystémiques culturels). Les agriculteurs peuvent effectuer cette transition plus facilement quand la biodiversité naturelle sur leurs fermes est relativement bien conservée.

Comment entretenir la diversité et la redondance ?

La gestion des systèmes socio-écologiques se doit de reconnaître et intégrer la valeur de la diversité et de la redondance afin de renforcer leur résilience. Cela peut se réaliser en prenant en compte les aspects suivants :

Préservez et accordez de l'importance à la redondance. La redondance est rarement préservée ou gérée de manière explicite, alors qu'elle est tout aussi importante que la diversité en termes de résilience. Une attention particulière devrait être portée aux fonctions ou services importants avec un niveau de redondance faible, tels que ceux contrôlés par des espèces ou des acteurs clés. Dans certains cas, il peut s'avérer possible d'augmenter la redondance liée à ces fonctions.

Entretenez la diversité écologique. La biodiversité a une importance fondamentale pour des services écosystémiques tels que la pollinisation, la lutte contre les nuisibles, le cycle des nutriments et l'assimilation des déchets. En outre, la biodiversité naturelle peut optimiser la résilience de ces services, en fournissant un réservoir de redondance et de diversité de réponse, et en diminuant la dépendance des systèmes agricoles aux intrants extérieurs tels que le fourrage, les engrais et les pesticides. Les stratégies pour entretenir ou améliorer la diversité écologique comprennent la préservation de la complexité structurelle du paysage, la création de zones tampons autour des secteurs sensibles, la mise en place de corridors écologiques pour la connectivité et le contrôle des espèces envahissantes.

Dans un contexte urbain, une "infrastructure verte' sous la forme de réseaux d'espaces verts peut constituer un moyen plus adéquat (et plus résilient) pour l'approvisionnement en services écosystémiques tels que la gestion des eaux pluviales, par rapport à une "infrastructure grise' comme des conduites en béton.

Intégrez la diversité et la redondance dans les systèmes de gouvernance. Les organisations doivent reconnaître et mieux intégrer la valeur de diverses sources de connaissance. À condition d'être équilibrée (en termes de coûts et d'objectifs potentiellement antagonistes), une diversité de perspectives peut améliorer la résolution de problèmes tout en soutenant à la fois l'apprentissage et l'innovation. Ceci permet au système de se remettre plus rapidement après une perturbation.

Ne vous concentrez pas que sur l'efficacité maximale, même s'il en coûte davantage. La pensée économique traditionnelle encourage l'efficacité maximale, tandis que le concept de résilience favorise les politiques qui permettent de mieux faire face aux chocs écologiques, aux chocs du marché ou aux chocs liés à des conflits. Les programmes de développement alternatif peuvent s'inspirer des principes de diversité de réponse. Par exemple, dans les communautés agricoles, les moyens de subsistance non-agricoles, tel que le tourisme plutôt que des alternatives productives, fourniront une diversité de réponse plus grande, et par conséquent une plus grande résilience aux chocs. Des incitations spécifiques peuvent encourager une telle diversification au niveau de l'agriculteur individuel.

Message clé

Les systèmes avec de nombreux composants différents (p. ex. espèces, acteurs ou sources de connaissance) sont généralement plus résilients que les systèmes avec peu de composants. La redondance fournit une "assurance" en permettant à certains composants de compenser la perte ou l'échec d'autres composants. La redondance a encore plus de valeur si les composants qui la construisent réagissent également différemment aux changements et aux perturbations (la diversité de réponse).

PHOTOGRAPHIE T. DAW

Étude de cas

Diversité des moyens d'existence et redondance dans les communautés littorales d'Afrique de l'Est.

Le long de la côte d'Afrique de l'est, des ménages se lancent souvent dans la pêche artisanale dans le cadre d'un éventail de moyens d'existence diversifié, qui peut inclure le travail dans le tourisme, l'agriculture ou les petits travaux occasionnels. Pendant que certains ménages maximisent leur revenu total en se spécialisant dans une seule activité, les ménages qui ont une palette d'options plus large ont tendance à être plus résilients, notamment quand les différents moyens de subsistance ne sont pas affectés par les mêmes perturbations. Les différentes activités développent ainsi une diversité de réponses et une redondance en terme de moyens d'existence. Par exemple, dans les ménages avec un portefeuille de moyens d'existence diversifié, la pêche peut se poursuivre lorsque le tourisme souffre d'une baisse de la fréquentation causée par des perceptions d'insécurité. Une diversité de moyens d'existence fournit également plus de flexibilité face au déclin de certaines activités telles que la pêche. Il a été démontré au Kenya, en Tanzanie, dans les Seychelles, sur l'île Maurice et à Madagascar qu'il est plus probable que les pêcheurs côtiers quittent une pêcherie en réponse au déclin des stocks s'ils viennent de ménages avec des portefeuilles de moyens d'existence plus diversifiés. Une telle flexibilité en matière de moyens de subsistance n'augmente pas seulement la résilience des ménages individuels, elle réduit également la pression sur les composants du système qui produisent un service écosystémique particulier, comme une pêcherie, et améliorent ainsi la résilience.

Principe deux

Gérer la connectivité

La connectivité a à la fois des avantages et des désavantages. Un niveau de connectivité élevé peut faciliter la récupération après une perturbation, mais des systèmes étroitement connectés peuvent également propager les perturbations de manière plus rapide.

La connectivité concerne la structure et la force avec laquelle des ressources, des espèces ou des acteurs se dispersent, migrent ou interagissent à travers des parcelles, des habitats ou des domaines sociaux dans un système socio-écologique. Considérons par exemple, des parcelles de forêts connectées dans un paysage : le paysage forestier est le système, les parcelles de forêt font partie du système. La manière dont elles sont reliées entre elles détermine la facilité pour un organisme de se déplacer d'une parcelle à l'autre. Dans chaque système, la connectivité se réfère à la constitution et à la force des interactions entre les différents composants. D'un point de vue des réseaux sociaux, les hommes sont des acteurs individuels au sein d'un système incorporé dans un réseau de connections.

La connectivité peut influencer la résilience des services écosystémiques de diverses manières. Elle peut protéger les services écosystémiques contre une perturbation, soit en facilitant la récupération, soit en empêchant la propagation d'une perturbation. L'effet sur la récupération est démontré dans les récifs coralliens. Les habitats des récifs proches les uns des autres et n'étant pas séparés par des obstacles physiques, optimisent la recolonisation par des espèces qui peuvent avoir été perdues après des perturbations telles que des tempêtes. Le mécanisme de base est celui des liens avec des zones-refuge qui permettent d'accélérer la restauration des zones perturbées, assurant ainsi l'entretien des fonctions nécessaires pour maintenir le récif et ses services écosystémiques associés.

Sa contribution potentielle à l'entretien de la biodiversité est peut-être l'effet le plus bénéfique de la connectivité du paysage. Cela est dû au fait qu'au milieu des parcelles d'habitat bien reliées entre elles, des extinctions d'espèces locales peuvent être compensées par l'afflux d'espèces provenant des environs. Une connectivité réduite provoquée par la fragmentation d'origine anthropique, comme les routes et les barrages, influence négativement la viabilité des populations, en particulier chez les populations de grands mammifères. Le projet Yellowstone-to-Yukon (y2y.net) en Amérique du Nord constitue un exemple de planification de la conservation qui reconnecte de grandes parcelles d'habitats en rétablissant des corridors pour la faune sauvage, dans une zone s'étendant sur 1,3 million de kilomètres carrés. L'objectif principal de Y2Y est de relier huit zones prioritaires qui fonctionnent soit comme habitat principal, soit comme corridor, par le biais de différentes initiatives de collaboration avec divers groupes d'acteurs concernés.

Cependant, trop de connectivité peut aussi constituer un problème. Une connectivité limitée peut parfois stimuler la résilience d'un service écosystémique en agissant comme une barrière à la propagation des perturbations, comme des incendies de forêt. D'autre part, un système excessivement relié peut réduire la probabilité de survie d'une population lorsque toutes les populations sont affectées par la même perturbation, telle qu'un incendie ou une maladie.

Dans des réseaux sociaux humains, la connectivité peut renforcer la résilience des services écosystémiques grâce aux opportunités pour le développement de systèmes de gouvernance de plus grande qualité. Une connectivité élevée entre différents groupes sociaux peut augmenter l'échange d'informations et contribuer à établir la confiance et la réciprocité. Certains acteurs peuvent servir de connecteur entre acteurs et peuvent apporter des points de vue extérieurs et des idées nouvelles sur les questions locales. Toutefois, de la même manière qu'une grande connectivité du paysage peut augmenter le risque de l'exposition simultanée à une perturbation, des acteurs bien connectés, avec des types de connaissances similaires et des préférences pour les profits immédiats plutôt que la résilience à long terme, peuvent entraîner des résultats négatifs. Des études montrent qu'en cas d'homogénéisation des normes, la capacité exploratoire des acteurs sociaux diminue. Ceci conduit à une situation dans laquelle tous les membres du réseau pensent dans le même sens et peuvent avoir l'impression de bien s'en sortir alors qu'ils foncent en fait droit dans le mur (vers des issues non-durables).

Comment gérer la connectivité ?

Ainsi qu'il en va de tous les principes, leur application dépend inévitablement du contexte. L'opérationnalisation de la connectivité est une tâche ambitieuse, mais voici quelques lignes directrices :

Schématisez la connectivité. Pour comprendre l'effet de la connectivité sur la résilience d'un service écosystémique, la première étape consiste à identifier les éléments pertinents, leur ampleur, leurs interactions et la force des liens entre les éléments. Ceci étant fait, des outils de visualisation et d'analyse peuvent aider à révéler la structure du réseau.

Identifiez des éléments et interactions importants. Afin de guider les éventuelles interventions et d'optimiser la connectivité, il est important d'identifier des nœuds centraux ou des parcelles isolées du système. Ceci aide à identifier les parties vulnérables et résilientes du système.

Restaurez la connectivité. Cela implique la préservation, la création ou l'élimination des nœuds dans le réseau. Un exemple est le Projet Connexion Montérégie dans le sud du Québec, au Canada, où les forêts et les gens sont reliés afin de rendre le paysage et ses services écosystémiques plus résilients aux changements environnementaux (voir ci-dessous).

Optimisez les modes actuels de connectivité. Dans certains cas, il peut être utile de réduire ou de changer structurellement la connectivité d'un système (p. ex. en le rendant plus modulaire) afin d'augmenter sa résilience. Par exemple, la panne du réseau électrique dans l'est des Etats-Unis et du Canada en 2003, qui a touché environ 50 millions de personnes, est un exemple d'un réseau où des problèmes locaux dans un système étroitement connecté ont finalement entraîné un effondrement total et systémique.

Message clé

La connectivité peut à la fois améliorer et réduire la résilience des systèmes socio-écologiques et des services écosystémiques qu'ils délivrent. Des systèmes bien reliés peuvent surmonter les perturbations et récupérer de manière plus rapide, mais des systèmes excessivement reliés peuvent conduire à la propagation rapide de perturbations dans l'ensemble du système de telle façon que tous les composants du système sont affectés.

PHOTOGRAPHIE P. LANGLOIS

Étude de cas

La prestation des services écosystémiques dans un paysage multifonctionnel au Québec, Canada.

La Montérégie, située dans le sud-ouest du Québec est une mosaïque de champs agricoles, de forêts et de villages près de la grande ville de Montréal. La région abrite de nombreuses activités récréatives et de subsistance, y compris la randonnée, la chasse, la production de sirop d'érable et l'agriculture. Dans ce paysage multifonctionnel, des chercheurs ont identifié six ensembles de services écosystémiques bien définis qui sont groupés dans des zones spécifiques du paysage et qui correspondent à des sous-systèmes socio-écologiques bien connus. Par exemple, un ensemble dit "village" correspond aux lieux spécifiques du paysage contenant des communautés villageoises dynamiques. Cet ensemble est caractérisé par des valeurs élevées pour la récréation forestière, le piégeage du carbone, le phosphore du sol, la matière organique du sol, la qualité de l'eau et pour la chasse aux cervidés. En revanche, on y a trouvé des valeurs basses pour le tourisme, l'appréciation de la nature, la production de viande de porc et pour les cultures. D'autres ensembles, cartographiés au niveau municipal, ont été identifiés comme : terres de cultures, cultures et production de viande de porc, tourisme, péri-urbain ("exurban") et chaumières. Le fait que ces ensembles existent à plusieurs reprises dans tout le paysage soutient l'idée qu'il y a un lien entre des éléments structurels du paysage, comme la connectivité, et la fourniture des services écosystémiques. Bien qu'il reste beaucoup à apprendre sur les effets directs de la connectivité de paysage sur les services écosystémiques, des recherches récentes en Montérégie démontrent que des fragments forestiers affectent l'approvisionnement en services écosystémiques dans les champs alentour. Ainsi, la gestion de la fragmentation des habitats peut contribuer à une amélioration de la quantité et de la résilience des services.

Principe trois

Gérer les variables lentes et les rétroactions

Souvent, des systèmes socio-écologiques peuvent être “configurés” de diverses manières. Les variables d’un système peuvent être connectées et interagir les unes avec les autres de différentes façons. Ces différentes configurations fournissent des services écosystémiques différents.

Imaginons un écosystème comme un lac d’eau douce qui fournit de l’eau potable facilement accessible. La qualité de cette eau est liée à des variables qui se modifient lentement, comme la concentration de phosphore dans le sédiment, qui est à son tour liée à l’écoulement des engrais dans le lac. Dans le domaine social, des systèmes juridiques, des valeurs et des traditions peuvent également constituer des variables lentes importantes. Ils peuvent affecter les services écosystémiques existants, par exemple, au travers des pratiques agricoles, comme les fréquences d’applications et les quantités d’engrais épandus sur les champs entourant le lac.

Les rétroactions sont des ‘connecteurs’ bidirectionnels entre les variables qui peuvent soit amplifier (rétroaction positive – ou renforçante), soit atténuer (rétroaction négative – ou atténuante) des changements. Un exemple d’une rétroaction positive sont les herbes qui ont été introduites à Hawaï et qui causent des incendies, promouvant d’autant plus leur croissance tout en supprimant celle des arbrisseaux indigènes. Plus d’herbes mènent à plus d’incendies, ce qui, à son tour, mènent à plus d’herbes. Ceci devient une boucle de rétroaction renforcée. Un exemple d’une rétroaction négative est la sanction (formelle ou informelle) infligée lorsque quelqu’un enfreint une règle. La sanction appropriée peut éviter davantage de mauvaise conduite et peut dissuader d’autres personnes de mal se conduire dans le futur.

Comment les variables lentes et les rétroactions améliorent-elles la résilience ?

Les systèmes socio-écologiques sont des systèmes adaptatifs complexes, ou des systèmes auto-organisants qui peuvent s’adapter et se réorganiser en réponse aux perturbations, telles que des inondations ou des mouvements d’émigrants vers les zones urbaines. Dans la plupart des cas, des rétroactions atténuantes aident à contrer les perturbations et les changements de telle manière que le système récupère et continue de fonctionner de la même façon, produisant le même ensemble de services écosystémiques.

On citera par exemple l’évolution d’une eau claire vers une eau chargée en algues dans des lacs peu profonds. Ces lacs à l’eau claire abritent généralement beaucoup de plantes enracinées au fond du lac. Celles-ci absorbent le ruissellement du phosphore et de l’azote d’origine agricole et urbaine dans le bassin versant et aident à garder l’eau propre. Autrement dit, elles fournissent une rétroaction atténuante qui contre les effets de la pollution par les nutriments. Cependant, il existe une limite à la quantité de perturbation ou de changement qu’un système peut recevoir avant que les rétroactions atténuantes ne soient surchargées. Lorsque cela se produit, certaines rétroactions peuvent être rompues, et d’autres connexions de rétroaction peuvent se former. Le système peut alors être configuré de manière différente, produisant un autre ensemble de services écosystémiques. Dans le cas du lac, l’intensification de l’agriculture dans les environs peut entraîner une augmentation des niveaux de phosphore et d’azote dans l’eau (variables lentes), qui finissent par dépasser la capacité d’absorption des plantes. Une fois que ce seuil a été franchi, l’excès de substances nutritives dans l’eau mène à la croissance d’algues flottantes. Ces algues diminuent à leur tour, la pénétration de la lumière, et induisent ainsi progressivement la mort de la végétation enracinée et la perte de la rétroaction négative qu’elle fournissait. La restauration d’un régime à eau claire exige généralement l’enlèvement manuel des algues de façon répétée, ainsi que la réduction du ruissellement des matières nutritives à un niveau largement inférieur à celui d’avant le changement du régime. C’est alors

seulement que les plantes à racines peuvent se rétablir et aider à recréer un régime à eau claire.

Comment gérer les variables lentes et les rétroactions ?

Le défi clé de la gestion des variables lentes et des rétroactions est d'identifier ces variables et rétroactions clés qui maintiennent les régimes socio-écologiques produisant les services écosystémiques souhaités. En outre, le défi consiste à identifier où se situent les seuils critiques qui peuvent mener à une reconfiguration du système. Une fois ces seuils identifiés, même provisoirement, les indications mentionnées ci-après peuvent être appliquées :

Renforcez les rétroactions entretenant les régimes souhaités. Par exemple, les récifs coralliens fournissent des services écosystémiques tels que les pêcheries et l'écotourisme, mais des pressions comme le changement climatique et la pêche peuvent amener le système à passer à un régime dominé par des algues. La résilience d'un régime de corail peut être améliorée en promouvant l'abondance des herbivores, comme les poissons-perroquets, qui se nourrissent d'algues, fournissant ainsi une rétroaction atténuante. Les structures de gouvernance qui préviennent la surpêche et protègent les usagers du récif peuvent également créer des rétroactions atténuantes qui aident à maintenir la dominance de corail sur le récif.

Évitez toute action qui masque les rétroactions. Certaines activités et subventions peuvent masquer ou fausser des rétroactions atténuantes. Dans le secteur de la pêche, la plupart des organisations sont restreintes par la loi à des endroits prédéfinis. Cela implique qu'elles n'ont aucun intérêt à surpêcher, car cela porterait atteinte à leurs moyens d'existence sur le long terme. Par contre, des 'bandits itinérants' de la mer, c.à.d. des navires de pêche illégaux et non enregistrés qui se déplacent partout dans le monde épuisant les pêcheries locales, n'ont aucune raison d'assurer leur durabilité. C'est ainsi qu'ils minent les institutions locales. En d'autres termes, ils esquivent la rétroaction entre les stocks et la récolte de poisson en se déplaçant continuellement à travers le monde.

Surveillez les variables lentes importantes. Ceci est essentiel pour détecter les changements lents qui peuvent amener le système à franchir un seuil et à se réorganiser en un autre régime. Cependant, sur le plan mondial, des contraintes financières provoquent la réduction des programmes de surveillance. Comprendre le rôle des variables lentes et les rétroactions pourrait aider les gestionnaires de ressources naturelles à reconnaître que l'investissement dans des programmes de surveillance axés sur les variables qui sont à la base du fonctionnement du système, peut être très rentable.

Établissez des structures de gouvernance qui peuvent répondre aux informations prodiguées par la surveillance. La connaissance et les informations relatives à la surveillance ne suffissent pas, en elles-mêmes, pour éviter des changements de régime capables de menacer les services écosystémiques. L'établissement de structures de gouvernance qui peuvent répondre d'une manière efficace aux informations de surveillance est tout aussi crucial. Un exemple novateur est l'approche mise en œuvre dans le Parc national Kruger en Afrique du Sud. Leur système, intitulé "seuils d'alerte potentiels", est fondé sur une connaissance continuellement actualisée d'indicateurs environnementaux clés. Si la surveillance révèle qu'un certain seuil critique a été atteint ou est sur le point de l'être, une réunion officielle est organisée nécessitant une décision sur des mesures correctives à prendre ou sur le réajustement du seuil en cause.

PHOTOGRAPHIE R. KAUTSKY/AZOTE

Étude de cas

Éviter les pièges de la pauvreté en Tanzanie.

Tandis que les rétroactions peuvent maintenir un système dans un régime souhaité, elles peuvent également l'enfermer dans une configuration indésirable. Dans les zones arides de la Tanzanie par exemple, la croissance démographique a fait grimper la demande pour la production agricole et a réduit la durée de la mise en jachère. Cela a conduit à l'épuisement de la matière organique du sol et à la baisse de la fertilité des terres. Par conséquent, les récoltes vivrières sont faibles et les agriculteurs n'ont que très peu de surplus à vendre et donc, pas d'argent pour acheter les engrais nécessaires à l'amélioration de la fertilité des sols. Il en résulte un cercle vicieux qui enferme les agriculteurs dans une situation de pauvreté. Dans ces cas-là, il peut s'avérer nécessaire de perturber ou atténuer les rétroactions qui maintiennent le système dans des configurations indésirables. En Tanzanie, par exemple, la collecte des eaux de pluie et l'agriculture de conservation peuvent aider à restaurer la fertilité des sols et à diminuer les effets de la sécheresse. Cela peut aider à augmenter les récoltes de manière à ce que les petits exploitants agricoles commencent à économiser, ce qui leur permet en retour d'acheter des engrais, d'augmenter encore les récoltes et d'échapper au piège de la pauvreté dans lequel nombre d'entre eux sont pris.

Message clé

Dans un monde en évolution rapide, la gestion des variables lentes et des rétroactions est cruciale pour maintenir les systèmes socio-écologiques "configurés" et opérationnels de façon à ce qu'ils produisent des services écosystémiques essentiels. Si ces systèmes passent à une autre configuration ou à un autre régime, il peut se révéler extrêmement difficile de les inverser.

Principe quatre

Favoriser la réflexion portant sur les systèmes adaptatifs complexes

Pour que nous puissions continuer à bénéficier d'un éventail de services écosystémiques, il est nécessaire de comprendre les interactions et les dynamiques complexes entre les acteurs et les écosystèmes au sein d'un système socio-écologique. Une gestion axée sur 'la réflexion portant sur les systèmes adaptatifs complexes' qui comprend ces interactions et les dynamiques qu'elles créent, peut améliorer la résilience des systèmes socio-écologiques.

Alors que la complexité du monde qui nous entoure devient de plus en plus évidente, notre compréhension par rapport aux comportements à adopter est modifiée en conséquence. Des chercheurs provenant d'une vaste gamme de disciplines discutent, adoptent et prônent la prise en considération de la complexité, décrite comme étant indispensable pour faire face aux défis socio-écologiques urgents actuels. Néanmoins, favoriser un changement de cadre de référence représente bien plus qu'une simple contribution à leur connaissance ; cela implique une modification de leur état d'esprit et de leur comportement.

Une approche basée sur les systèmes adaptatifs complexes (SAC) implique que l'on quitte la pensée réductionniste et que l'on accepte que, dans un système socio-écologique, plusieurs liens existent à différents niveaux en même temps. De plus, la pensée complexe implique l'acceptation de l'imprévisibilité et de l'incertitude, ainsi que la reconnaissance de l'existence d'une multitude de perspectives. Pour comprendre un système socio-écologique, on doit comprendre la façon dont les acteurs du système pensent, et comment leurs modèles mentaux influencent leurs actions. Les modèles mentaux sont des structures cognitives sur lesquelles le raisonnement, la prise de décision et le comportement des individus sont fondés. Cela implique qu'il faut découvrir comment un acteur comprend le système, comment il ou elle le gère, et comment il ou elle répond aux changements au sein de ce système. En ce qui concerne l'approche d'un problème, aujourd'hui les gestionnaires de ressources naturelles reconnaissent de plus en plus qu'il n'existe ni formulation définitive ni solution unique adaptée à tous les cas. Bien qu'il y ait peu de preuves démontrant que la réflexion portant sur les SAC améliore la résilience d'un système d'une manière directe, il existe plusieurs exemples encourageants qui vont dans ce sens. Par exemple le Parc national Kruger en Afrique du Sud, où l'on est passé d'une gestion axée sur des stratégies maintenant les conditions écosystémiques à un niveau fixe (telles que les populations d'éléphants ou la fréquence d'incendies) à un modèle de gestion permettant à ces conditions de fluctuer entre des niveaux spécifiés. L'utilisation des indicateurs de seuil donne aux gestionnaires des signaux d'alerte lorsqu'un composant du système (p. ex. le nombre d'éléphants) s'approche d'un niveau critique. L'objectif général est de réduire l'intervention humaine (et l'investissement) et d'élargir la diversité des écosystèmes et types d'habitats.

Comment favoriser la réflexion portant sur les SAC ?

La réflexion portant sur les SAC peut être développée, favorisée et appliquée de différentes façons en utilisant les directives suivantes :

Adoptez un cadre de systèmes. Ceci peut aider les gens à organiser leurs idées et à cristalliser la compréhension des interdépendances et des liens entre l'homme et son environnement.

Préparez-vous aux changements et à l'incertitude et prenez-les en compte. Ceci peut se faire par la mise en œuvre d'un processus structuré comme la

planification de scénarios ayant comme objectif l'exploration et l'évaluation des voies de développement différentes, et permettant de jauger les conséquences intentionnelles et non-intentionnelles de différentes décisions. Les processus collaboratifs encourageant la réflexion portant sur les SAC ont plus de chances de promouvoir des systèmes résilients. Une grande diversité de méthodes participatives et systématiques permet d'engager différents groupes ayant des intérêts et des connaissances divers.

Examinez les seuils critiques et les effets non linéaires. Lorsqu'un seuil dans un système socio-écologique est franchi, des conséquences importantes pour sa gestion se présentent. Il est donc essentiel que les gestionnaires prennent en considération les limites et seuils du système d'une manière déterminée et délibérée.

Reliez les institutions aux processus de systèmes socio-écologiques. Cela pourrait impliquer des changements institutionnels ou la réorganisation des responsabilités et compétences pour passer d'une gestion traditionnelle 'ressource par ressource' à une gestion plus intégrée des systèmes socio-écologiques.

Détectez les obstacles au changement cognitif. Ceux qui bénéficient d'un régime existant pourraient s'opposer à l'adoption de la réflexion portant sur les SAC parce qu'ils craignent que cela puisse encourager une ouverture à des éléments nouveaux et surprenants mettant en péril leur position.

Message clé

Bien que la réflexion portant sur les SAC n'améliore pas d'une manière directe la résilience d'un système, la première étape vers des mesures de gestion favorisant la résilience est de reconnaître que les systèmes socio-écologiques sont fondés sur un tissu complexe et imprévisible de liens et d'interdépendances.

PHOTOGRAPHIE J. SENDZIMIR

Étude de cas

Une nouvelle gestion du réseau hydrographique pour le bassin de la Tisza.

L'évolution des paradigmes de gestion pour le bassin de la Tisza en Europe est un exemple de comment la réflexion portant sur les SAC a soutenu la modification de la gestion des cours d'eau. Caractérisée par un bassin hydrographique montagneux et par des terres alluviales plates et larges, la Tisza est exposée à des fluctuations du niveau d'eau parmi les plus extrêmes d'Europe. Cette situation est encore aggravée par la présence d'un système de digues et de canaux de drainage supportant les industries et l'agriculture. À la fin des années 1990, les inondations, la modification des paysages et la perte de biodiversité atteignaient des proportions de crise. Il en a résulté un "réseau non officiel" de chercheurs et militants locaux qui se sont engagés dans le dialogue sur la gestion alternative des rivières. Le réseau a eu recours aux sciences participatives pour développer une compréhension des SAC qui a reconnu les 'catalyseurs inter-échelles', l'incertitude, et l'importance d'intégrer de multiples perspectives dans la gestion des cours d'eau. Utilisant des outils participatifs pour la modélisation de la dynamique de systèmes, le réseau non officiel a tenté de comprendre quels étaient les facteurs nécessaires pour recentrer le débat relatif à la gestion des rivières : comment passer d'une gestion traditionnellement axée sur le transport de matériaux et l'atténuation des inondations à une gestion axée également sur le maintien de la biodiversité et sur les pratiques durables de gestion des terres. Ainsi, la présence d'un forum participatif a été un élément décisif du développement d'une vision commune des SAC, et a encouragé l'expérimentation de la politique de l'eau. Néanmoins, malgré l'adoption d'une approche SAC par le réseau non officiel, seuls des changements éphémères de politique ont été réalisés. Cela souligne encore l'existence d'obstacles à l'application de la réflexion portant sur les SAC lorsque la mise en œuvre des politiques est bloquée. Bien qu'une approche SAC ait donc aidé à développer une compréhension commune et ait créé du capital social, elle doit encore aboutir à des changements de gestion dans le bassin du fleuve Tisza.

Principe cinq

Encourager l'apprentissage

La connaissance d'un système est toujours partielle et incomplète et les systèmes socio-écologiques ne constituent pas une exception. Des efforts visant à améliorer la résilience des systèmes socio-écologiques devront donc être soutenus par l'apprentissage continu et par des expérimentations.

La résilience est avant tout une approche permettant de faire face aux changements, et de s'adapter et de se transformer en réponse aux changements. Comme les systèmes socio-écologiques se développent sans cesse, il faut constamment mettre à jour les connaissances existantes pour permettre l'adaptation au changement ainsi que les approches de gestion. La gestion adaptative, la cogestion adaptative et la gouvernance adaptative sont toutes centrées sur l'apprentissage comme partie intégrante du processus de prise de décision. Les premières fondent leurs stratégies sur le fait que la connaissance est incomplète et que l'incertitude, le changement et la surprise jouent un rôle important dans la gestion des systèmes socio-écologiques.

Dans la gestion adaptative, la formulation, la mise à l'essai et l'évaluation des hypothèses alternatives sur la façon dont le système fonctionne, sont toutes essentielles. La gestion adaptative, c'est donc l'apprentissage par la pratique en expérimentant des méthodes de gestion alternatives. La cogestion adaptative se concentre également sur l'apprentissage par la pratique, mais met l'accent plus explicitement sur le partage de connaissances entre différents acteurs, souvent issus des communautés locales ou des décideurs. La gouvernance adaptative se concentre sur la stimulation de l'apprentissage à travers le partage de connaissances à différentes échelles afin de concilier les diverses organisations et institutions. Cette concentration sur l'apprentissage de manière inter-échelle est poursuivie afin de créer de nouvelles normes sociales et de la coopération.

Bien que des agences spécialisées et des scientifiques effectuent souvent des activités de surveillance et d'expérimentation, et bien qu'ils apprennent par conséquent au cours de ce processus, l'importance d'une participation plus grande est désormais reconnue, afin de stimuler l'apprentissage parmi différents acteurs sociétaux. Des processus plus collaboratifs peuvent également aider à expliciter davantage les valeurs de différents services écosystémiques. L'un des exemples les plus connus est celui de Kristianstad Vattenrike, une zone humide dans le sud de la Suède. Là, des pressions croissantes liées au développement ont mené à une dégradation accrue de ce qui était considérée comme une vaste zone peu attractive de marais saturés d'eau. Toutefois, grâce à un processus étendu et collaboratif, incluant à la fois les habitants et les politiciens, la perception des milieux humides a changé, et la zone est maintenant considérée comme ayant une grande valeur pour des usages diverses, y compris la récréation.

De même en Australie, un changement de perceptions chez les politiciens et le public vis à vis de la Grande Barrière de corail – considérée maintenant comme gravement menacée, plutôt que vierge – a ouvert la voie à une meilleure protection du récif et des services écosystémiques associés. Ces deux changements de perceptions se sont produits au travers de processus d'apprentissage collaboratifs.

Comment encourager l'apprentissage ?

Il existe un certain chevauchement des lignes directrices concernant la manière de favoriser l'apprentissage afin d'obtenir de résultats

résilients. Parmi celles-ci, les plus importantes sont :

- Soutenez la surveillance à long terme des composants sociaux et écologiques clés
- Fournissez des opportunités d'interaction permettant un engagement étendu entre les participants
- Attirez un éventail de participants
- Établissez un contexte social adapté pour le partage de connaissances
- Garantissez des ressources suffisantes pour permettre la réalisation des processus d'apprentissage
- Permettez aux gens d'établir un réseau de contacts et de créer des communautés de pratique

La conception du processus d'apprentissage est déterminante. C'est pourquoi il est si important de garder à l'esprit les conditions qui peuvent rendre inefficace l'apprentissage. Un apprentissage mal adapté ou dysfonctionnel peut mener à des stratégies et à des comportements menaçant la fonction de systèmes socio-écologiques entiers. Par exemple, les campagnes systématiques anti-environnementales décrites par Naomi Oreskes et Erik Conway dans leur livre "Les Marchands de doute" (2011) avaient comme but de nuire délibérément à la science environnementale en soulignant l'incertitude et en produisant 'le débat'. La dynamique du pouvoir peut également influencer la façon dont l'apprentissage s'effectue. Il y a de nombreux exemples où la priorité a été donnée aux connaissances scientifiques plus qu'à d'autres systèmes de connaissance, ignorant en particulier les connaissances traditionnelles ou locales. L'effondrement de la pêche à la morue au Canada est un exemple emblématique où les préoccupations des pêcheurs locaux ont été ignorées alors qu'ils avaient exprimé de graves inquiétudes concernant les stocks de morue.

PHOTOGRAPHIE J. O'BRIEN/COMPASSLIVE

Étude de cas

Un apprentissage social pour la gestion des incendies dans le sud-est des États-Unis

Auparavant, le sud-est des États-Unis était entièrement constitué de savane de pin des marais. Aujourd'hui, par contre, la foresterie, l'agriculture et la suppression des incendies ont entraîné une situation dans laquelle cet écosystème dépendant du feu ne représente plus que quelques pour cent de son ancienne aire. La gestion des incendies est l'élément clé de l'entretien de cet écosystème, qui constitue un habitat pour beaucoup d'espèces menacées et qui fournit de nombreux services écosystémiques. Un partenariat de gestion adaptative entre The Nature Conservancy et Eglin Air Force base (contenant la plus grande étendue restante de savane de pin de marais), a employé une approche de modélisation participative, afin de développer un modèle intégré de la dynamique forestière à long terme, et afin d'évaluer des stratégies alternatives de gestion des incendies. Au cours de cinq années, ce processus a permis de mieux comprendre la dynamique historique et actuelle des incendies. Certaines des conclusions principales furent les suivantes : il faut mettre le feu aux zones forestières plus fréquemment, les politiques protégeant les vieux arbres font plus de mal que de bien, et les politiques traitant des rétroactions de feu et de végétation pourraient améliorer considérablement l'efficacité des brûlages dirigés. La création de modèles simples et aisément compréhensibles de la dynamique de la végétation pyrophile, et de voies futures éventuelles, a permis à cette compréhension d'être traduite en politiques et pratiques nouvelles. Il en a résulté le développement de nouvelles politiques de gestion des écosystèmes ainsi que d'outils d'aide à la décision afin de gérer les incendies et d'entretenir et d'améliorer la savane de pin des marais.

Message clé

L'apprentissage et l'expérimentation par le biais de la gestion adaptative et collaborative sont des mécanismes importants pour le renforcement de la résilience dans les systèmes socio-écologiques. Cela permet que les différents types et sources de connaissances soient appréciés et considérés lors de l'élaboration de solutions, et entraîne une plus grande volonté d'expérimenter et de prendre des risques.

Principe six

Élargir la participation

La participation à travers l'engagement actif de tous les acteurs concernés est cruciale pour le renforcement de la résilience socio-écologique. Cela aide à instaurer la confiance et les liens nécessaires à l'amélioration de la légitimité d'information et d'autorité pendant les processus de prise de décisions.

Impliquer une diversité d'acteurs concernés dans la gestion des systèmes socio-écologiques peut aider à renforcer la résilience en améliorant la légitimité, en élargissant l'étendue et la variété des connaissances, et en aidant à la détection et à l'interprétation des perturbations. Cette participation peut aller d'une simple information des acteurs concernés à une délégation complète de pouvoir. Elle peut avoir lieue à plusieurs moments au cours d'un processus de gestion, bien qu'une participation diversifiée puisse s'avérer particulièrement utile dans la phase préparatoire. Cela est dû au fait qu'une participation précoce permet d'incorporer les connaissances des groupes d'usagers au moment de la définition des priorités et des besoins de gestion.

Il y a de nombreux avantages à une large participation. Un groupe averti et fonctionnant bien instaure la confiance et permet de construire une compréhension partagée, ces deux aspects étant fondamentaux pour l'action collective. Citons par exemple le vaste processus de participation et de consultation publique en Australie, qui avait été lancé afin de sensibiliser l'opinion aux menaces pesant aur la Grande Barrière de corail. À travers une meilleure sensibilisation aux menaces, le processus a réussi à obtenir l'appui du public pour des plans de conservation améliorés.

La participation d'un large éventail de personnes d'origines diverses, permet de découvrir des perspectives qui n'auraient pas été identifiées à travers des processus scientifiques traditionnels. La participation peut également aider à renforcer le lien entre la collecte de données et la prise de décision. Dans les Philippines, par exemple, la surveillance participative des zones de récifs protégés a amélioré la transparence des décisions, ce qui, à son tour, a amélioré les liens entre les acteurs concernés par le projet. Elle a également amélioré la compréhension et la validité des informations, ainsi que la façon dont elles étaient utilisées par la population locale dans la prise de décision.

Cependant, la participation n'est pas une panacée. Si elle n'est pas réalisée avec soin, elle peut accroître l'influence et le pouvoir de certains acteurs au sein du système, au détriment d'autres. Ceci conduit à la compétition et même à des conflits. De plus, les formes de cogestion faibles, dans lesquelles la participation des usagers locaux des ressources implique peu d'autorité, mais beaucoup de responsabilité, peuvent dégrader la résilience des systèmes socio-écologiques et des services écosystémiques qui y sont associés. Dans les pêcheries chiliennes, par exemple, les institutions de co-gestion formalisées ont affaibli les institutions de gestion des ressources locales précédemment dominantes.

Bien que les premières visaient formellement à améliorer les objectifs gouvernementaux de protection des pêches, elles ont de fait ajouté un niveau de bureaucratie supplémentaire entre la ressource et ses utilisateurs. Cela a affaibli la capacité locale à répondre rapidement aux changements dans le fonds de ressources naturelles.

Comment élargir la participation ?

La création d'un bon processus de participation est spécifique au contexte. La détermination des participants ainsi que le choix des outils et des méthodes les plus appropriés, sont également des défis. Parmi les écueils les plus courants, citons la sous-estimation des investissements nécessaires (en termes d'argent, de temps, et de capital humain), la formation insuffisante en techniques de communication et de facilitation, le manque de clarté quant aux rôles ou aux règles de la participation, et les acteurs qui sont impliqués trop tard dans le processus pour y avoir un impact significatif.

Il existe plusieurs lignes directrices qui peuvent contribuer à une participation plus efficace :

- Clarifiez vos objectifs et vos attentes du processus de participation
- Impliquez les personnes adéquates
- Trouvez des dirigeants inspirés et motivés qui peuvent mobiliser le groupe
- Fournissez le renforcement des capacités
- Faites face aux questions de pouvoir et de conflits d'intérêt potentiels
- Assurez des ressources suffisantes permettant une participation efficace

PHOTOGRAPHIE WOLCOTT HENRY 2005/MARINE PHOTOBANK)

Étude de cas

Une évaluation de la vulnérabilité dans les communautés isolées de Kahua aux Îles Salomon.

Isolée et diversifiée du point de vue écologique, la région de Kahua aux Îles Salomon comprend une population de 4500 habitants dans 40 communautés qui n'ont qu'un accès limité au transport, aux communications et aux autres services. Les communautés dépendent de l'agriculture de subsistance, comprenant les cultures de racines, la pêche et les ressources forestières. Une structure de base locale, l'Association Kahua, a établi des précédents en termes de participation, d'apprentissage et d'action communautaire. Le projet comprenait une approche à trois niveaux pour la participation, chaque niveau étant co-conçu par l'équipe de recherche en collaboration avec l'Association Kahua, en fonction du genre de participants et leur implication. Toutes les étapes du projet prévoyaient de faciliter et d'intégrer l'apprentissage collectif, d'abord avec les participants au projet et finalement, avec toute la communauté. Pour ce faire, on a impliqué les membres de l'association en tant que partenaires de recherche dans la conception, la co-propriété, la mise en œuvre et l'utilisation de la recherche et de ses résultats. Les différents composants incluaient : la formation des populations locales à entreprendre des enquêtes sociales et environnementales ; l'encouragement des gens à réfléchir à leurs propres perspectives, leurs propres expériences et leurs propres comportements ; et le partage ouvert et opportun des résultats de la recherche au sein de la communauté. Les résultats du processus ont inclus la participation large de la communauté, la collecte de données et les présentations. Le processus a également favorisé une culture de réflexion et d'apprentissage – des éléments fondamentaux pour renforcer la résilience.

Message clé

Une large participation qui fonctionne bien peut instaurer la confiance, peut construire une compréhension partagée et peut également découvrir des perspectives qui ne seraient pas soulevées à travers les processus scientifiques plus traditionnels.

Principe sept

Promouvoir les systèmes de gouvernance polycentriques

La polycentricité, un système de gouvernance dans lequel de multiples organes directeurs interagissent afin de promulguer des règles et de les faire appliquer dans une arène politique particulière ou un endroit spécifique, est considérée comme l'un des meilleurs moyens pour réaliser l'action collective face à la perturbation et au changement.

Bien qu'il existe plusieurs façons de réaliser l'action collective, la polycentricité est considérée comme étant particulière. Les études classiques sur la gouvernance durable des systèmes socio-écologiques soulignent l'importance de ce que l'on appelle les "institutions imbriquées" (les normes et les règles régissant les interactions humaines). Il s'agit d'institutions qui sont connectées par un ensemble de règles qui interagissent à travers les hiérarchies et les structures afin de favoriser une prise en charge rapide des problèmes par les personnes appropriées au bon moment. Les institutions imbriquées permettent la création de règles d'engagement social et d'une action collective qui peuvent s'adapter au problème qu'elles doivent résoudre.

Contrairement aux stratégies plus monocentriques, la gouvernance polycentrique améliore la résilience des services écosystémiques de six façons, qui coïncident élégamment avec d'autres principes dans cette publication. En effet, elle crée des opportunités pour l'apprentissage et l'expérimentation ; elle permet une participation plus importante ; elle améliore la connectivité ; elle crée de la modularité ; elle améliore les potentiels de diversité de réponse et elle renforce la redondance qui peut réduire au maximum et corriger les erreurs de gouvernance.

Le fait que les connaissances traditionnelles et locales aient plus de chance d'être considérées est une autre raison qui explique pourquoi la gouvernance polycentrique convient mieux à la gouvernance des systèmes socio-écologiques et des services écosystémiques. D'autre part, la gouvernance polycentrique améliore le partage des connaissances et l'apprentissage à travers les cultures et les échelles. Cela est notamment le cas dans la gouvernance locale et régionale de l'eau, comme dans les groupes de gestion des bassins hydrographiques en Afrique du Sud ou dans la gestion des systèmes d'irrigation à grande échelle aux Philippines. Les approches polycentriques y ont facilité la participation d'un large éventail d'acteurs et l'incorporation de connaissances locales, traditionnelles et scientifiques.

Néanmoins, la réflexion polycentrique est rendue difficile par le manque de principes clairs quant à son opérationnalisation. Il y a plusieurs exemples de collaboration inter-échelle, mais très peu d'analyses qui évaluent leur impact sur la gouvernance. La gouvernance polycentrique soulève également trois défis, qui pourraient affaiblir la résilience des services écosystémiques, au lieu de les renforcer. Le premier est le besoin d'équilibrer la redondance et l'expérimentation avec

les coûts de la participation des membres de différents organes de gouvernance et représentant des intérêts différents. En Afrique du Sud, par exemple, la Loi Nationale sur l'Eau prône une gestion intégrée des ressources en eau et travaille à la réalisation d'un ajustement institutionnel optimisé, mais elle reconnaît également la nécessité réaliste d'équilibrer l'ampleur avec les coûts. Un deuxième défi est celui de la négociation de compromis entre les différents usagers des services écosystémiques. Ces arbitrages mènent souvent au troisième défi, qui porte non seulement sur le traitement de la résolution des conflits politiques et des bénéfices potentiellement déséquilibrés des ressources communes, mais aussi sur ce que l'on appelle "scale shopping", où les groupes mécontents de la politique à une certaine échelle approchent tout simplement une arène politique plus favorable pour représenter leurs intérêts.

Message clé

La collaboration à travers les institutions et les échelles améliore la connectivité et l'apprentissage. Les structures de gouvernance bien connectées peuvent rapidement faire face aux changements et aux perturbations parce qu'ils sont abordés par les personnes appropriées au bon moment.

PHOTOGRAPHIE B. ALVARIUS

Étude de cas

La gestion environnementale dans le sud de l'Arizona

Dans le sud de l'Arizona, un certain nombre de collaborations en matière de gestion de l'environnement et de promotion des services écosystémiques, lorsqu'elles sont prises ensemble, peuvent être traitées comme un système polycentrique. Dans Cochise County, plus de 20 groupes et acteurs différents contribuent aux processus de prise de décision à propos des défis environnementaux urgents dans la région. Les types de collaborations varient : il peut s'agir d'un simple partage d'informations ou de réseaux de collaboration plus proches. Par exemple, le projet Northern Jaguar ainsi que la planification de Chiricahua Firescape partagent les informations et créent des réseaux informels liant les différents acteurs. Le partenariat Upper San Pedro va encore plus loin et coordonne la surveillance et les investissements conjoints. Peut-être le meilleur exemple d'un système polycentrique est le Malpai Borderlands (photo), un groupe soudé par des relations de confiance construites au fil des décennies en surveillant les conditions des pâturages. Ensemble, toutes ces collaborations et ces réseaux contribuent à une approche de gestion polycentrique pour traiter les questions environnementales.

Glossaire

CO-GESTION ADAPTATIVE: Relie de manière explicite, l'apprentissage (expérientiel et expérimental) avec la collaboration, afin de faciliter une gouvernance efficace.

CONNECTIVITÉ: La façon dont et la mesure dans laquelle les ressources, les espèces ou les acteurs sociaux se dispersent, migrent ou interagissent à travers des paysages écologiques et sociaux.

DIVERSITÉ: Comprend trois aspects liés : la variété (combien d'éléments différents), l'équilibre (combien de chaque élément) et la disparité (comment sont-ils différents les uns des autres).

ÉCHELLE : L'ampleur et/ou la résolution d'un processus ou d'une analyse, ou le niveau de l'organisation d'un phénomène ou d'un processus, p. ex. un champ, une ferme, une région, un pays.

GESTION ADAPTATIVE: Une approche de gestion soulignant l'apprentissage et utilisant l'expérimentation structurée, liée à la flexibilité, afin de favoriser l'apprentissage.

GOUVERNANCE ADAPTATIVE: Rapproche les individus, les organisations, les agences et les institutions à différents niveaux organisationnels. Les systèmes de gouvernance adaptatifs s'auto-organisent souvent en réseaux sociaux avec des équipes et des groupes d'acteurs formant un milieu d'apprentissage. Ainsi, ils peuvent faire appel aux diverses systèmes de connaissance et aux expériences afin d'aborder les problèmes environnementaux complexes.

INSTITUTIONS: Les normes et les règles régissant les interactions humaines. Celles-ci peuvent être formelles, comme les règles et les lois, ou informelles, comme les normes et les conventions de la société.

INSTITUTIONS IMBRIQUÉES: Ensembles de règles hiérarchiquement imbriquées à plusieurs échelles différentes afin de s'occuper de problèmes ou de défis que l'on rencontre à différentes échelles temporelles et spatiales.

INTER-ÉCHELLE: Une étude ou un processus qui s'occupe de multiples échelles spatiales et/ou temporelles et qui se concentre explicitement sur la façon dont elles interagissent.

MODÈLES MENTAUX : Les représentations cognitives des hommes de la réalité extérieure.

MULTI-ÉCHELLE : Une étude ou un processus qui comprend deux niveaux d'organisation différents ou plus.

POLYCENTRICITÉ : Un système de gouvernance avec de multiples organes directeurs interagissants qui jouissent d'une autonomie pour promulguer des règles et les faire appliquer au sein d'une arène politique ou d'une région géographique spécifique.

REDONDANCE FONCTIONNELLE : La présence d'espèces ou de composants du système qui peuvent se compenser fonctionnellement les uns avec les autres.

RÉSILIENCE : La capacité d'un système, que ce soit un paysage, une région côtière ou une ville, à faire face aux changements et à continuer à se développer. Cela signifie la capacité à résister à des chocs et à des perturbations ou à utiliser un tel événement pour catalyser le renouvellement ou l'innovation.

RÉTROACTIONS : Un mécanisme, processus ou signal qui influe en retour sur l'élément du système socio-écologique émettant le signal ou initiant le mécanisme ou le processus.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES : Les bienfaits que les hommes obtiennent des écosystèmes, y compris les produits directs (p. ex. l'eau, les plantes), les processus régulant les conditions environnementales (p. ex. les inondations, le climat), ainsi que les bénéfices récréatifs, esthétiques et spirituels.

SYSTÈME ADAPTATIF COMPLEXE (SAC) : Un système de composants interconnectés ayant la capacité de s'adapter et de s'auto-organiser en répondant aux perturbations ou aux changements internes ou externes.

SYSTÈME SOCIO-ÉCOLOGIQUE (SSE): Un système au sein duquel êtres humains et nature sont étroitement couplés, constituant un système adaptatif complexe avec des composants écologiques et sociaux qui interagissent dynamiquement par le biais de diverses rétroactions.

VARIABLES LENTES: Une variable dont le taux de variation est lent par rapport aux délais de fourniture et de gestion des services écosystémiques, et qui est donc souvent considérée comme constante.

Suggestions de lecture

BERKES, F., J. COLDING, C. FOLKE (EDS). 2003. *Navigating Social-Ecological Systems : Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press.

BERKES, F. AND C. FOLKE (EDS). 1998. *Linking social and ecological systems : management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press.

BIGGS, R., M. SCHLÜTER, D. BIGGS, E.L. BOHENSKY, S. BURNSILVER, G. CUNDILL, V. DAKOS, T. DAW, L. EVANS, K. KOTSCHY, A. LEITCH, C. MEEK, A. QUINLAN, C. RAUDSEPP-HEARNE, M. ROBARDS, M.L. SCHOON, L. SCHULTZ AND P.C. WEST. 2012. *Towards principles for enhancing the resilience of ecosystem services*. Annual Review of Environment and Resources 37 : 421–448.

BODIN, Ö AND C. PRELL (EDS). 2011. *Social Networks and Natural Resource Management : Uncovering the Social Fabric of Environmental Governance*. Cambridge University Press.

BOYD, E. AND C. FOLKE (EDS). 2012. *Adapting Institutions : Governance, Complexity and Social-Ecological Resilience*. Cambridge University Press.

CHAPIN, F. S., G.P. KOFINAS, AND C. FOLKE (EDS). 2009. *Principles of Ecosystem Stewardship : Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World*. Springer-Verlag.

NORBERG, J. AND G.S. CUMMING (EDS). (2008. *Complexity Theory for a Sustainable Future*. Columbia University Press.

PLIENINGER, T. AND C. BIELING (EDS). 2012. *Resilience and the Cultural Landscape : Understanding and Managing Change in Human-Shaped Environments*. Cambridge University Press.

ROCKSTRÖM, J. M. FALKENMARK, C. FOLKE, M. LANNERSTAD, J. BARRON, E. ENFORS, L. GORDON, J. HEINKE, H. HOFF AND C. PAHL-WOSTL. 2014. *Water Resilience for Human Prosperity*. Cambridge University Press.

WALKER, B.H. AND D. SALT. 2006. *Resilience Thinking : Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press.

Apprenez-en davantage sur les fondements de la résilience dans notre brochure «Qu'est-ce que la résilience ?»

Cette brochure est basée sur le livre «Principles for Building Resilience : Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems».

Ce livre fournit un examen approfondi des connaissances actuelles sur la façon dont la résilience peut être appliquée à la gestion des systèmes socio-écologiques et des services écosystémiques qu'ils fournissent. Il examine et évalue les différents axes qui ont été proposés comme principes sous-jacents au renforcement de la résilience, traite de la manière dont ces principes peuvent être appliqués et expose des pistes de recherche pour l'avenir. Les sept principes sont : 1) entretenir la diversité et la redondance, 2) gérer la connectivité, 3) gérer les variables lentes et les rétroactions, 4) favoriser la réflexion portant sur les systèmes adaptatifs complexes, 5) encourager l'apprentissage, 6) élargir la participation et 7) promouvoir les systèmes de gouvernance polycentriques. Écrit pour les chercheurs, les professeurs, les praticiens et les étudiants de cycles supérieurs, le livre est intéressant aussi bien pour ceux qui exercent au cœur du concept de résilience que pour ceux qui travaillent dans les domaines plus larges du développement durable, de la gestion environnementale et de la gouvernance.

Plus d'information disponible ici : www.cambridge.org/97811070826

CAMBRIDGE

Cette brochure est produite en collaboration avec :

Sida · Resilience Alliance · ASU Global Institute of Sustainability · erc European Research Council · society in science The Branco Weiss Fellowship

Le Stockholm Resilience Centre est un centre international qui fait progresser la recherche trans-disciplinaire pour la gouvernance des systèmes socio-écologiques en mettant particulièrement l'accent sur la résilience – la capacité à faire face au changement et à continuer à se développer. Le centre est une initiative conjointe entre l'Université de Stockholm et l'Institut International Beijer d'Économie Écologique à l'Académie Royale Suédoise des Sciences. Le centre est financé par la Foundation for Strategic Environmental Research, Mistra.

Pour en savoir plus sur les recherches sur la résilience, veuillez visiter le site : www.stockholmresilience.su.se.

Suivez nous sur :

facebook.com/stockholmresilience

twitter.com/sthlmresilience

Abonnez-vous à notre bulletin électronique :
www.stockholmresilience.su.se/subs