

L'ACCÉLÉRATEUR DE TRANSITION : TRACER DES VOIES VERS UN AVENIR DURABLE

James Meadowcroft, PhD

Professeur, School of Public Policy and Administration, Université Carleton
Chaire de recherche du Canada en gouvernance et développement durable

David Layzell, PhD, MRSC

Professeur et Directeur, Canadian Energy Systems
Analysis Research (CESAR), Université de Calgary

Normand Mousseau, PhD

Professeur, Département de Physique, Université de Montréal
Directeur académique, Institut de l'énergie Trottier, Polytechnique Montréal

Les auteurs sont également les Directeurs de recherche de l'Accélérateur de transition

Avec les recherches de Cameron Roberts, PhD

Chercheur postdoctoral, Université Carleton

Pour citer ce rapport :

Meadowcroft J, Layzell DB and Mousseau N. 2019. L'accélérateur de transition : Construire des voies vers un avenir durable. Transition Accelerator Reports Vol. 1, Iss. 1, Pg 1-76. ISSN 2562-6264

Ce rapport est disponible en français et en anglais sur le site <http://www.transitionaccelerator.ca>

Image de couverture : The Transition Accelerator

Remerciements

La publication de ce rapport a été rendue possible par le soutien généreux des fondations caritatives canadiennes suivantes :



Jarislowsky Foundation



DISTRIBUTION : Les publications de l'Accélérateur de transition sont disponibles en ligne sur le site www.transitionaccelerator.ca.

AVIS LÉGAL : The opinions expressed in this publication are the authors' alone.

DROIT D'AUTEUR : Copyright © 2019 par l'Accélérateur de transition. Tous droits réservés. Aucune partie de la présente publication ne peut être utilisée ou reproduite sous aucune forme, ni par aucun moyen, sans une autorisation préalable écrite, exception faite dans le cas de brèves citations dans une évaluation écrite destinée à être incluse dans une revue, un journal ou un reportage.

ISSN : Transition Accelerator Reports (Online format): ISSN 2562-6264

MÉDIAS ET DEMANDES D'INFORMATION : Pour toute requête en provenance des médias, veuillez écrire à jmeadowcroft@transitionaccelerator.ca.

LIEU DE PUBLICATION : The Transition Accelerator, Calgary, AB

VERSION : 2

Préface

Le présent rapport a été commandé à l'origine par des fondations caritatives canadiennes intéressées à explorer de nouvelles approches pour relever le défi posé par les changements climatiques. Pour développer la méthodologie présentée ici, nous nous sommes inspirés de l'expérience que nous avons accumulée sur plusieurs décennies en matière de recherche et d'implication pratique dans les domaines du climat, de l'énergie et du développement durable. Nous avons également consulté de nombreux individus et groupes de différentes régions du Canada qui s'impliquent activement dans les dossiers liés au climat et à l'énergie. Parmi ceux-ci, on compte des universitaires œuvrant dans diverses disciplines, des chercheurs et des conseillers indépendants, des responsables gouvernementaux à différents niveaux, des membres du personnel politique, des chefs d'entreprises et des groupes environnementaux.

Ce rapport présente une « approche basée sur les trajectoires de transition ». Une approche qui, selon nous, peut stimuler les innovateurs, améliorer la conception et la mise en œuvre de politiques et orienter le débat sur le changement climatique dans une direction plus constructive que ce que nous avons observé ces dernières années.

Pour ce faire, nous décrivons d'abord une philosophie de base qui met l'accent sur la nécessité de lier les préoccupations climatiques aux efforts plus larges visant à améliorer la société et à gérer les courants perturbateurs et transformateurs qui modifient le monde qui nous entoure. De cette philosophie émerge l'importance de proposer des visions et des trajectoires pour inspirer et orienter les efforts de changement. Pour y parvenir, il est nécessaire d'élaborer une méthodologie qui peut rassembler des chercheurs et des acteurs de la société, provenant des entreprises, de différents niveaux de gouvernement et de groupes de la société, en vue de concevoir et mettre en place conjointement de telles trajectoires de transition. C'est pourquoi ce rapport suggère, en conclusion, la création d'un nouvel organisme à but non lucratif – l'Accélérateur de transition – qui pourra travailler à la mise en œuvre de ces idées.

Les idées présentées dans ce rapport ont déjà reçu un accueil enthousiaste de la part des fondations et l'Accélérateur de transition a été créé au printemps 2019. Il a déjà commencé à travailler avec des groupes à travers le pays afin de concevoir des trajectoires régionales et sectorielles permettant un changement en profondeur. Et nous espérons étendre rapidement ces activités dans les années à venir.

Le présent rapport décrit la base intellectuelle sur laquelle s'appuient les activités de l'Accélérateur de transition, en expliquant son fondement idéologique ainsi que ses méthodes et objectifs fondamentaux. Avec le temps et l'expérience accumulée, nous nous attendons à ce que l'approche et les méthodes présentées ici soient étendues, modifiées et affinées. Quoiqu'il advienne, toutefois, vous trouverez ici une analyse étoffée qui permette de comprendre la motivation et l'approche initiale qui définissent le travail et la mission de l'Accélérateur de transition.

James Meadowcroft
David Layzell
Normand Mousseau
Juin 2019

Les auteurs

James Meadowcroft est professeur à la School of Public Policy and Administration de l'Université Carleton où il est titulaire de la Chaire de recherche du Canada de niveau 1 en gouvernance et développement durable. Il est l'auteur de nombreuses publications abordant des questions liées à la gouvernance environnementale, à la participation du public, aux politiques climatiques et énergétiques ainsi qu'aux transitions en matière de développement durable.

David Layzell est directeur de l'initiative CESAR (*Canadian Energy Systems Analysis Research*) [le Centre de recherche sur l'analyse des systèmes énergétiques canadiens] à l'Université de Calgary. Ses travaux portent sur la compréhension des systèmes énergétiques et sur la manière dont ils peuvent être transformés pour atteindre les objectifs de développement durable. Le travail d'avant garde du CESAR dans ce domaine a directement contribué aux activités de l'Accélérateur de transition.

Normand Mousseau est professeur de physique à l'Université de Montréal et directeur académique de l'Institut de l'énergie Trottier à Polytechnique Montréal. Ses recherches portent sur l'étude de matériaux complexes, de l'énergie et des ressources naturelles. Activement impliqué dans la politique énergétique et climatique, il a coprésidé la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec en 2013 et publié plusieurs ouvrages dans ce domaine portant sur l'importance des approches intégrées pour avancer sur la question climatique.

La publication du présent rapport a été rendue possible grâce au généreux soutien des organismes suivants :

- Le Clean Economy Fund
- La Edmonton Community Foundation
- La Fondation Ivey
- La Fondation Jarislowsky
- La Fondation McConnell
- La Fondation familiale Trottier

Table des matières

Remerciements	III
Préface	IV
Les auteurs	V
Table des matières	VI
Liste des figures	VII
Résumé	VIII
1. Introduction	1
2. Les transitions et les changements climatiques	6
2.1. Systèmes sociotechniques, changements de système et transitions	9
2.2. Comprendre les transitions sociotechniques	12
2.3. Transitions et progrès vers une économie sobre en carbone	17
3. Une approche fondée sur des trajectoires de transition	21
3.1. Des trajectoires crédibles, performantes et convaincantes	22
3.2. Les avantages d'une approche fondée sur des trajectoires de transition	25
3.3. Pour répondre à certaines objections potentielles	26
4. Une méthodologie pour le développement des trajectoires	30
4.1. Le processus de développement de trajectoires	30
4.2. Points de départ	38
4.3. La contribution des chercheurs	39
4.4. La contribution des parties prenantes	41
4.5. Scénarios et modélisation quantitative	43
5. Construire un Accélérateur de transition	45
5.1. Qu'est-ce que l'Accélérateur de transition?	45
5.2. Pourquoi un organisme conçu expressément?	47
5.3. La structure, les valeurs et les principes organisationnels	49
5.4. Quel est le fonctionnement concret de l'Accélérateur?	51
6. Conclusion	53
Notes	55

Liste des figures

Figure 2.1 Les émissions de GES du Canada, totales (A) et par habitant (B), historiques (ligne bleue) et projetées (ligne pointillée rouge) nécessaires pour respecter les engagements pris par le Canada à Paris en matière de changements climatiques	7
Figure 2.2 Les émissions de gaz à effet de serre liées à des secteurs et catégories au Canada	8
Figure 2.3 La diffusion des produits dans les ménages américains de 1900 à 2015	13
Figure 3.1. L'image de la montagne et de ses contreforts souligne l'importance de suivre un sentier capable de nous permettre d'atteindre des objectifs à long terme	23
Figure 3.2 La différence entre la façon dont l'approche traditionnelle et l'approche fondée sur des trajectoires de transition abordent les changements climatiques	28
Figure 4.1 Processus itératif dans le cadre d'une méthodologie visant à développer et mettre en œuvre des trajectoires de transition permettant d'atteindre des objectifs sociétaux, y compris la gestion des gaz à effet de serre	31
Figure 4.2 Passer de l'analyse à l'action : un exemple pratique de la méthodologie utilisée pour la création d'une trajectoire de transition	40
Figure 5.1 Les valeurs, les principes et la structure de l'organisation de l'Accélérateur de transition	49

Résumé

Si nous voulons que le Canada réduise ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et respecte ses engagements à long terme en matière de changements climatiques, il est nécessaire de transformer les structures que nous utilisons pour produire les biens et services nécessaires à la société. Ces biens et services incluent la manière dont nous produisons et consommons de l'électricité, transportons les personnes et les biens, construisons les espaces urbains, organisons le système agro-alimentaire et exploitons les industries.

Aujourd'hui, cependant beaucoup de Canadiens ne considèrent pas que les changements climatiques constituent une raison suffisante pour déployer des transformations de cette ampleur. Néanmoins, quoi que nous décidions, l'innovation technologique et sociale qui caractérise notre époque impose des changements rapides qui perturbent profondément nos habitudes.

Et s'il était possible d'exploiter ces forces de transformation pour obtenir des résultats qui répondent à un éventail d'aspirations sociales tout en abordant aussi le problème climatique? En liant plus étroitement l'atténuation des changements climatiques à la réalisation d'autres objectifs sociétaux, tels que la création de nouvelles opportunités économiques, l'amélioration des résultats en matière de santé et l'augmentation de notre confort au quotidien, il est possible de bâtir un Canada meilleur tout en atteignant les objectifs climatiques.

Pour encourager un tel changement en profondeur des systèmes, il est nécessaire à la fois de préciser notre vision de ce qu'est un avenir meilleur et de définir des trajectoires de transition qui proposent une avenue possible pour passer de la situation actuelle à cette avenir souhaité.

Les transitions sont des processus de changement à long terme qui imposent des modifications importantes aux systèmes de la société. Les trajectoires décrivent les voies qui peuvent être empruntées pour réaliser ces transitions. Ce sont des récits, fondés sur des données, des analyses et des aspirations communes, créés avec l'aide de groupes de la société. Les trajectoires de transition intègrent les connaissances technologiques, économiques, sociales, culturelles et politiques indispensables à la création d'un avenir meilleur.

Élaborer de telles visions et trajectoires communes, et travailler à les concrétiser, peut aider à recentrer le débat sur les changements climatiques, à dynamiser les forces

« Les trajectoires de transition sont des récits, fondés sur des données, des analyses et des aspirations communes, créés avec l'aide de groupes de la société. Elles intègrent les connaissances technologiques, économiques sociales, culturelles et politiques indispensables à la création d'un avenir meilleur. »

intéressées par le progrès et à encourager l'adoption de mesures plus efficaces. Dans le contexte canadien, les approches régionales sont particulièrement importantes, car les visions et les trajectoires de transition refléteront les différences qui existent entre les régions en matière de dotation en ressources, de voies de développement économique, d'institutions de réglementation et de traditions politico-culturelles.

Pour relever ce défi, nous avons développé une méthodologie systématique. Celle-ci peut être appliquées à divers secteurs, régions et problèmes afin d'accélérer le développement conjoint de trajectoires de transition crédibles, performantes et convaincantes. Les quatre étapes de cette méthodologie qui met en relation chercheurs et acteurs de l'innovation impliquent :

1. **La compréhension** du système qui nécessite un changement, notamment : ses forces et ses faiblesses; ses liens avec les systèmes connexes; les forces qui perturbent les façons de faire actuelles; et les pistes susceptibles de permettre un changement positif.
2. **Le développement conjoint** avec des acteurs de l'innovation (issus de l'industrie, des gouvernements, d'universités, d'organismes environnementaux et d'autres groupes de la société) de visions et de trajectoires de transformation permettant de faire face aux défis que la société doit surmonter, notamment la réduction des GES.
3. **L'analyse** et la modélisation des trajectoires retenues afin d'évaluer les coûts, les avantages, les compromis, l'acceptabilité publique ainsi que les obstacles et les blocages liés à chacune d'elles. Ces informations permettent d'adapter les visions et les trajectoires de transformation pour s'assurer qu'elles soient crédibles, performantes pour atteindre les objectifs sociétaux visés et convaincantes aux yeux des acteurs clés de la société.
4. **La promotion** de la réalisation concrète des trajectoires prometteuses en soutenant les stratégies d'innovation, en faisant participer les décideurs des gouvernements et de l'industrie, en prenant part au débat public et, surtout, en renforçant l'action concertée des parties qui s'enthousiasment pour la mise en œuvre de la trajectoire choisie.

Cette méthodologie est particulièrement appropriée pour une application dans des systèmes qui :

- **Gènèrent d'importantes émissions de GES**, de sorte que leur transformation peut contribuer de manière significative à la résolution du problème des changements climatiques.
- **Soulèvent d'autres problèmes que les émissions de GES**. La recherche d'efficacité ou de commodité, l'amélioration des services ou des résultats économiques, l'avancement de la collectivité ou de l'équité, ou encore l'amélioration de la qualité de vie sont aujourd'hui des facteurs plus convaincants pour stimuler un changement en profondeur.

- **Sont perturbés par des technologies, des modèles commerciaux, des politiques ou des innovations sociales perturbatrices** qui peuvent alimenter les processus de définition et de mise en œuvre des trajectoires de transition.

Pour identifier les trajectoires prometteuses et mettre en œuvre la méthodologie décrite ici, nous proposons la création d'un **Accélérateur de transition**, une organisation pan-canadienne de bienfaisance. Cet organisme permettrait de créer divers réseaux d'innovateurs intéressés à élaborer une vision commune et à définir une ou plusieurs trajectoires permettant de la concrétiser. Il engagera des chercheurs dont le mandat consistera à effectuer des analyses sociotechniques, technico-économiques et environnementales, à concevoir des trajectoires de transition et à accélérer leur mise en œuvre. Un tel Accélérateur contribuerait au débat public, éclairerait les politiques, conseillerait les décideurs et créerait des « consortiums » concrètement impliqués dans la mise en œuvre du processus envisagé.

1. Introduction

Au cours des dix dernières années, les divers niveaux de gouvernements au Canada ont lancé de multiples initiatives pour lutter contre les changements climatiques. Celles-ci incluent, notamment, des politiques visant l'élimination progressive de l'utilisation du charbon pour la production d'électricité, l'application de normes relatives aux carburants propres, le soutien à la production d'énergie renouvelable et la tarification du carbone. Certaines de ces mesures ont déjà contribué, ou pourraient contribuer de manière importante si elles étaient pleinement mises en œuvre, à l'atteinte des objectifs climatiques du pays.

Pourtant, le débat public et l'élaboration des politiques concernant les changements climatiques au Canada posent de graves problèmes. Malgré plus de deux décennies de discussions, les initiatives politiques demeurent fragmentées, instables et largement liées aux réductions progressives à court terme des émissions de gaz à effet de serre (GES). Les politiques et les programmes semblent changer avec chaque nouveau gouvernement. Nous manquons de visions communes et convaincantes permettant de décrire ce à quoi pourrait ressembler une future société à faibles émissions de carbone et de définir les étapes nécessaires pour y parvenir. Les grandes déclarations d'intentions politiques sont rarement assorties de plans clairs et efficaces. C'est pourquoi la plupart des analystes s'accordent pour dire que le Canada n'est pas en voie de respecter ses engagements climatiques à long terme¹.

« Nous manquons de visions communes et convaincantes permettant de décrire ce à quoi pourrait ressembler une future société à faibles émissions de carbone et définir les étapes nécessaires pour y parvenir. »

« ... le débat public et l'élaboration des politiques concernant les changements climatiques au Canada posent de graves problèmes. »

Les résultats des sondages suggèrent que les Canadiens prennent la menace climatique au sérieux et souhaitent que leurs gouvernements agissent². Ils sont indécis, toutefois, face aux approches politiques particulières, restent méfiants à l'égard des nouvelles taxes et s'inquiètent de la hausse des prix de l'énergie. Le débat politique et la couverture médiatique sont dominés par deux questions : les oléoducs et la tarification du carbone. Les deux sont importantes, mais les conflits autour de

ces questions occultent un engagement plus substantiel face aux véritables défis posés par les changements climatiques. Surtout, l'ampleur des ajustements sociaux nécessaires pour surmonter le défi climatique n'est pas bien comprise ni prise en compte dans les politiques actuelles³.

Il ne fait aucun doute que les changements climatiques constituent un problème difficile à résoudre pour les décideurs canadiens. Les différentes régions du pays ne sont pas dotées des mêmes ressources ni d'économies politiques régionales semblables. Le Canada est un important exportateur de combustibles fossiles et le secteur pétrolier et gazier génère des revenus substantiels ainsi que des milliers d'emplois. Nous avons un système politique décentralisé qui rend difficile toute action à l'échelle du pays⁴. De plus, le Canada est économiquement lié aux États-Unis et, de ce fait, inévitablement influencé par les fluctuations incessantes de la politique climatique américaine.

Cela dit, nous ne sommes pas condamnés à l'échec et une autre approche de la question peut faire toute la différence. C'est la raison pour laquelle ce rapport offre un point de vue original sur la manière d'aborder le défi climatique. Il

soutient que, au Canada, une *approche fondée sur des trajectoires de transition* pourrait aider à recentrer le débat public sur la question du climat, mobiliser de nouveaux acteurs, renforcer le soutien politique pour la lutte contre les changements climatiques, encourager l'adoption de mesures politiques plus efficaces, motiver les initiatives de croissance propre menées par l'industrie et dynamiser les forces intéressées à réaliser le changement.

La justification de cette approche est présentée de manière assez détaillée dans les pages suivantes. Mais il est utile de résumer les éléments clés de notre point de vue dès le départ.

Premièrement, la lutte contre les changements climatiques nécessite une transformation en profondeur des principales structures sociales de production de biens

« ... une approche fondée sur des trajectoires de transition pourrait aider à recentrer le débat public sur la question du climat, mobiliser de nouveaux acteurs, renforcer le soutien politique pour la lutte contre les changements climatiques, encourager l'adoption de mesures politiques plus efficaces, motiver les initiatives de croissance propre menées par l'industrie et dynamiser les forces intéressées à réaliser le changement. »

et services, notamment la manière dont nous générons et consommons de l'électricité, transportons les personnes et les biens, concevons nos systèmes agricole et alimentaire et construisons nos espaces urbains. Pour éviter des changements climatiques hors de contrôle, il faudra parvenir à l'élimination virtuelle des émissions mondiales nettes de GES⁵. Cela implique une transformation majeure des technologies, des modèles commerciaux et des pratiques sociales. Les émissions responsables des changements climatiques proviennent principalement de la production et de la combustion de combustibles fossiles utilisés pour les transports, la production d'électricité, le chauffage, l'industrie, la production alimentaire, etc. Ainsi, la lutte contre les changements climatiques ne concerne pas uniquement la modification des systèmes énergétiques, mais aussi la transformation du fonctionnement de plusieurs systèmes utilisant l'énergie pour fournir divers services à la société⁶.

Deuxièmement, les solutions permettant de relever le défi climatique doivent être plus étroitement intégrées aux efforts plus vastes visant à bâtir un Canada meilleur. Les changements climatiques ne sont pas le seul problème auquel nos communautés sont confrontées. Et, pris isolément, le problème climatique ne peut aujourd'hui susciter un changement en profondeur au sein des multiples systèmes de la société. Au lieu de cela, il est nécessaire de souligner les avantages positifs qui peuvent être obtenus en reconfigurant ces systèmes : de nouvelles opportunités économiques, l'amélioration de la santé et du bien-être, l'accroissement de la commodité ou la baisse des coûts, un environnement plus propre, etc. En outre, comme il existe de nombreux futurs possibles à faibles émissions de carbone (impliquant des technologies et des pratiques alternatives, ainsi que des schémas de coûts et d'avantages différents), qui reflètent les valeurs et aspirations de l'ensemble des citoyens; il est inévitable, pour la politique climatique qui en découlera, de s'attaquer aux questions fondamentales d'amélioration sociétale dans de multiples systèmes et d'identifier les trajectoires compatibles avec les objectifs définis collectivement.

Troisièmement, les systèmes de la société subissent déjà de vastes changements, dont certains sont perturbateurs. Le défi consiste donc à maîtriser et orienter ces changements pour obtenir des résultats sociaux positifs qui incluent, mais ne sont pas limités à, la réduction des émissions de GES. Le changement se produit tout autour de nous, et à un rythme qui est aujourd'hui plus rapide que jamais. Il suffit pour s'en convaincre de penser aux changements radicaux découlant de la révolution de l'information et des communications numériques qui ont des implications dans toutes les sphères de la société, des techniques de fabrication aux soins de santé en passant par le divertissement et la surveillance de masse. Il n'est pas question de choisir entre l'inertie ou le changement, mais entre différents modèles de changement, et entre des futurs plus ou moins souhaitables. Le véritable défi consiste donc à orienter les courants technologiques et sociaux émergents de manière à promouvoir

la transformation souhaitée par les Canadiennes et les Canadiens des systèmes qui génèrent des valeurs sociétales positives, notamment de faibles émissions de carbone⁷.

Quatrièmement, les visions et les trajectoires de transition constituent un point de départ essentiel pour initier un changement du système, lier l'atténuation du problème climatique à d'autres objectifs sociétaux et exploiter les courants perturbateurs en vue de créer un monde meilleur. Les transitions sont des processus de changement à long terme qui entraînent des modifications majeures des systèmes de la société. Les visions présentent des images d'un avenir souhaitable, ce qui motive et coordonne les mouvements porteurs de changement⁸. Les trajectoires créent un lien entre le présent et l'avenir et permettent d'évaluer des voies alternatives, d'éviter les voies qui ne mènent nulle part et de définir les étapes à franchir pour atteindre les objectifs sociétaux⁹. À notre avis, les trajectoires ne sont pas simplement définies par une tendance à la baisse des émissions sur un graphique, ou par le choix d'une option technologique ou d'un instrument politique. Ce sont plutôt des récits, créés de concert avec des groupes de la société et fondés sur des données, des analyses et des aspirations communes, qui portent sur des dimensions technologiques, économiques, sociales, culturelles et politiques du mouvement visant un avenir plus durable. Ce développement de visions communes ainsi que de trajectoires performantes et convaincantes, et ce travail pour les concrétiser, peut aider à recentrer le débat sur les changements climatiques, à stimuler les forces intéressées par le progrès et à encourager l'adoption de mesures politiques plus efficaces.

Cinquièmement, dans le contexte canadien, les approches régionales sont particulièrement importantes. Les visions et les trajectoires varieront d'une partie du pays à l'autre. Il importe de mettre en perspective les différences en matière de dotation en ressources, de trajectoires de développement économique, d'institutions de régulation et de traditions politico-culturelles¹⁰. L'effort de changement doit être adapté aux conditions locales et soutenu par les acteurs locaux. Plus généralement, *les visions et les trajectoires seront multiples, en raison de l'importance d'explorer diverses solutions, à différentes échelles, pour prendre en compte des valeurs plurielles et de nombreuses incertitudes.*

Sixièmement, une approche ou une méthodologie systématique, susceptible d'être appliquée à divers secteurs, régions et problèmes, peut accélérer le développement de trajectoires crédibles, convaincantes et performantes. Une telle approche comprend les éléments clés suivants : une connaissance approfondie de la pensée systémique et de la dynamique de la transition; une attention empirique portée sur la collecte de données et l'analyse de la nature des systèmes existants; une intégration des dimensions techniques, socio-économiques, culturelles et politiques; la création conjointe grâce à des interactions itératives structurées entre chercheurs, innovateurs et autres acteurs de la

société; l'analyse quantitative et la modélisation de scénarios; et une orientation pratique afin de passer de l'analyse à l'action¹¹.

Pour ce faire, nous proposons la création d'un Accélérateur de transition dont le mandat est d'appliquer et promouvoir cette approche. Un tel organisme peut faciliter le développement et la mise en œuvre concrète de visions et de trajectoires. Sa mission consisterait à soutenir la recherche et la formation; à effectuer des analyses sociotechniques, techno-économiques et environnementales; à élaborer des scénarios et à dialoguer avec les acteurs du monde des affaires, des groupes de la société et du gouvernement. Il utiliserait une approche collaborative, avec une architecture ouverte, afin de renforcer les initiatives existantes et maximiser l'impact collectif. Un tel Accélérateur contribuerait au débat public, soutiendrait l'élaboration des politiques, conseillerait les décideurs et créerait des « consortiums » concrètement impliqués dans la réalisation de trajectoires spécifiques.

Les transitions sont des processus difficiles de changements sociétaux à long terme. Elles impliquent des incertitudes, des controverses et des ajustements parfois douloureux. La dynamique des structures existantes et la trajectoire économique actuelle sont solides, et des forces puissantes résistent au changement. Les problèmes en jeu ne sont pas seulement technologiques ou économiques, mais également sociaux, culturels et politiques¹². Une façon de faire avancer les choses consiste à élaborer des visions et des trajectoires de transition, non seulement des projets sur papier ou des exercices de modélisation académiques, mais des créations

Selon nous :

- La lutte contre les changements climatiques nécessitera une transformation en profondeur des principales structures sociales de production de biens et services;
- Les solutions permettant de relever le défi climatique doivent être plus étroitement intégrées aux efforts plus vastes visant à bâtir un Canada meilleur;
- Les systèmes de la société subissent déjà de vastes changements perturbateurs. Le défi consiste donc à orienter ces changements pour obtenir des résultats sociaux positifs;
- Les visions et les trajectoires de transition constituent un point de départ essentiel pour initier un changement du système;
- Les approches régionales sont particulièrement importantes;
- Une méthodologie systématique peut accélérer le développement de trajectoires crédibles, convaincantes et performantes;

Nous proposons la création d'un Accélérateur de transition afin d'appliquer et promouvoir cette approche.

sociétales conjointes axées sur des résultats concrets. Des initiatives allant dans cette direction sont déjà en cours partout au Canada, par exemple dans le cadre de plans énergétiques communautaires ou de projets municipaux de développement durable¹³. *Nous voulons donner une impulsion supplémentaire à ce processus en lui fournissant une assise théorique et empirique plus solide et en liant plus étroitement le milieu de la recherche avec les agents de changement parmi les acteurs de la société.*

En préparant ce rapport, nous avons mené une consultation auprès de particuliers et de groupes du Canada actifs dans les dossiers du climat et de l'énergie. Les personnes consultées comprenaient des universitaires de diverses disciplines, des chercheurs et des conseillers indépendants, des responsables gouvernementaux à différents niveaux, des membres du personnel politique, des chefs d'entreprises et des membres de groupes environnementaux. Et nous avons l'intention de communiquer avec beaucoup d'autres personnes dans les mois à venir. En effet, l'approche que nous proposons implique une interaction directe et ciblée avec des parties prenantes et le public dans de nombreux domaines différents.

Le reste de ce rapport est divisé en quatre sections. La deuxième section tire les enseignements pertinents des études universitaires portant sur les transitions dans les systèmes sociétaux à grande échelle. La troisième section précise ce que nous entendons par approche fondée sur des trajectoires de transition. La quatrième section présente une méthodologie de base pour le développement conjoint de visions et de trajectoires de transformation. Et la cinquième section présente notre proposition pratique pour la création d'un Accélérateur de transition au Canada.

2. Les transitions et les changements climatiques

Les discussions globales quant à l'existence d'un réchauffement climatique d'origine anthropique remontent à plusieurs décennies et ont conduit, au cours des 21 dernières années, à la signature de trois accords internationaux visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Bien que le Canada ait infléchi la courbe de ses émissions de GES, il n'a pas rencontré ni ses engagements pris à Kyoto, ni ceux pris à Copenhague. Compte tenu du temps perdu et de la volonté de limiter les changements climatiques mondiaux à une hausse moyenne des températures inférieure à 2°C, les engagements pris à Paris pour 2030 et 2050 sont encore plus ambitieux (voir figure 2.1).

Pour atteindre les objectifs climatiques à long terme du Canada, il faudra transformer en profondeur les structures sociales actuelles de production

de biens et services. Sans compter les efforts d'adaptation qu'un réchauffement climatique imposera aux activités humaines, l'atténuation des changements climatiques – soit la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) qui entraînent le réchauffement – implique un ajustement important de la façon dont nous produisons et consommons l'électricité, transportons les personnes et les biens, construisons les espaces urbains, organisons le système agro-alimentaire et exploitons les industries.

L'ampleur de ce changement découle de la nature du problème climatique et des caractéristiques des systèmes de production et de consommation actuels. D'un côté, les évaluations scientifiques suggèrent que, pour mettre fin à la pression anthropique sur le système climatique, il faudrait éliminer presque complètement les émissions nettes de GES. D'autre part, les sociétés d'aujourd'hui restent fortement dépendantes des combustibles fossiles et des processus industriels et agricoles générateurs de GES (voir figure 2.2 pour plus de détails).

Prenons, par exemple, les transports : les voitures, les camions, les na-

vires et les avions utilisent tous des carburants à base de pétrole. Par conséquent, éliminer les émissions de GES provenant des transports ne consiste pas à apporter un petit ajustement aux façons de faire existantes. Cela nécessitera plutôt une refonte substantielle de nos systèmes de transport des personnes et des biens¹⁴. Bien sûr, il existe de nombreuses façons de réduire les émissions provenant des transports. Le passage aux véhicules électriques, que ceux-ci soient alimentés par batterie ou par pile à hydrogène, la

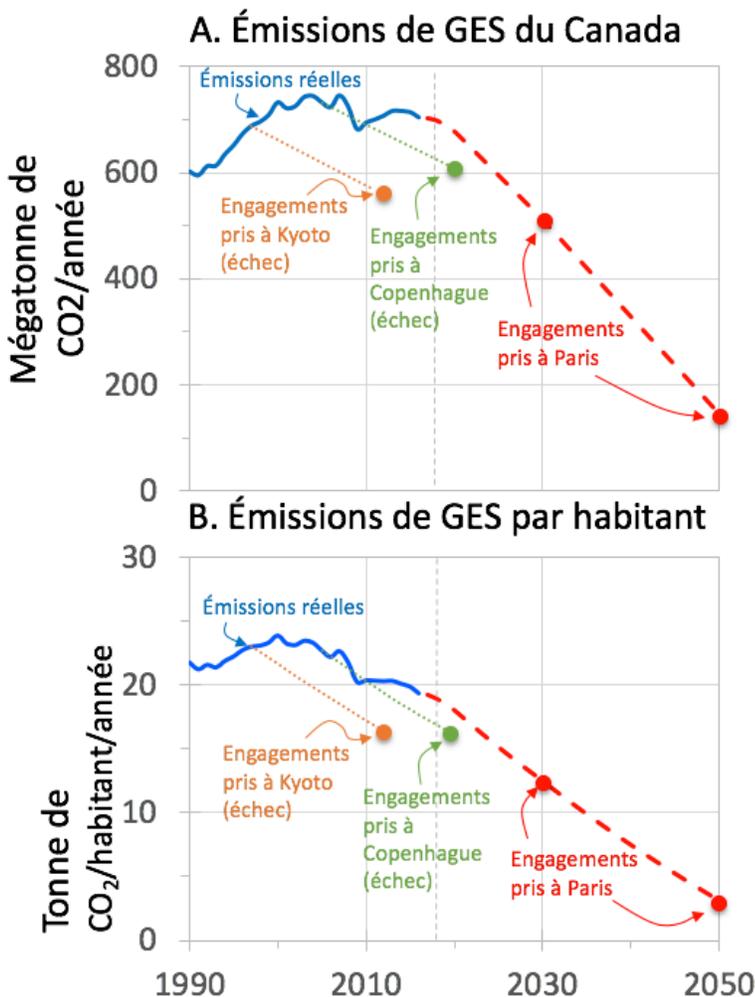


Figure 2.1 Les émissions de GES du Canada, totales (A) et par habitant (B), historiques (ligne bleue) et projetées (ligne pointillée rouge) nécessaires pour respecter les engagements pris par le Canada à Paris en matière de changements climatiques.

revitalisation du transport en commun électrifié, le déploiement de trains à grande vitesse ainsi que la reconfiguration des villes pour réduire le nombre de déplacements quotidiens et encourager la pratique du vélo et de la marche pourraient faire partie de la solution. Quelle que soit la combinaison de solutions de rechange qui prévaudra, un avenir dans lequel les transports ne contribueront que très faiblement aux émissions de carbone sera très différent du monde que nous connaissons aujourd'hui.

Et il en va de même pour les autres systèmes qui répondent actuellement aux besoins humains¹⁵.

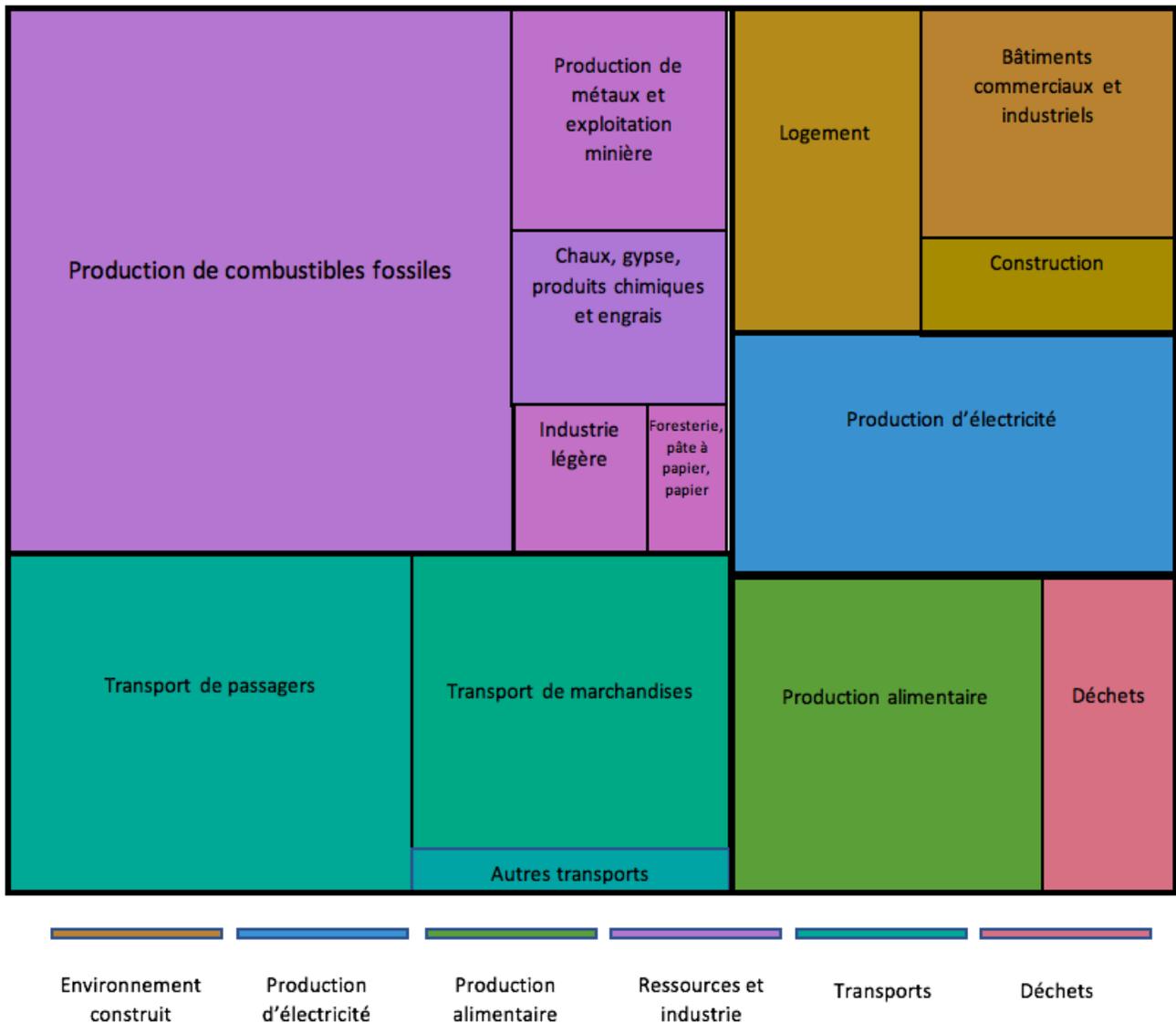


Figure 2.2 Les émissions de gaz à effet de serre liées à des secteurs et catégories au Canada. La superficie associée à chaque secteur est proportionnelle aux émissions de celui-ci.

Une transformation d'une telle ampleur peut paraître intimidante, mais ce n'est pas la première fois que des changements importants sont apportés à des systèmes à grande échelle. Par exemple, les générations récentes ont connu des mutations considérables avec la mécanisation de l'agriculture et des transports, la montée de la production de masse, l'urbanisation et, plus récemment, la révolution numérique. Alors que nous envisageons une évolution vers une société à faibles émissions de carbone, il est utile de comprendre de quelle façon les technologies émergentes, les habitudes de vie et les modes de production et de consommation ont remplacé les pratiques antérieures. Une telle démarche fournit un fondement intellectuel à l'approche basée sur des trajectoires de transition que nous proposons dans le présent rapport. Ainsi, dans cette section, nous examinons ce que nous savons au sujet de ces transitions et considérons l'éclairage que cela peut apporter au défi de l'atténuation des changements climatiques. Nous abordons d'abord les systèmes sociotechniques, puis plus généralement les changements de système et les transitions, avant de revenir plus spécifiquement à la question des changements climatiques.

2.1. Systèmes sociotechniques, changements de système et transitions

Les sociétés modernes se caractérisent par des schémas complexes d'interdépendance économique, sociale et technologique. Elles comprennent de multiples *systèmes sociotechniques* interdépendants et imbriqués, étroitement associés à la production et à la consommation de biens matériels, et ce, à différentes échelles sociales¹⁶. Nous nous référons à des *systèmes* (par exemple les systèmes électriques) car nous avons affaire à des ensembles fonctionnels complexes composés de nombreuses parties interdépendantes. Pour comprendre le fonctionnement d'un tel système, il ne suffit pas de connaître les propriétés de ses composantes prises séparément; il faut également comprendre comment elles interagissent les unes avec les autres dans un contexte dynamique. L'expression *sociotechnique* exprime l'idée que, dans de tels systèmes, les éléments technologiques (infrastructures, machines, connaissances, etc.) sont enchevêtrés dans des structures et des pratiques sociales (institutions, comportements, traditions culturelles). Ainsi, le système électrique comprend des centrales électriques, des réseaux de transport longue distance, des réseaux de distribution locaux et des dispositifs

<< Dans les systèmes sociotechniques, les éléments technologiques sont enchevêtrés dans les structures et les pratiques sociales. >>

d'utilisation finale dans des environnements professionnels et domestiques¹⁷. Mais il inclut également les structures de propriété, les institutions de régulation, les règles d'exploitation, les flux financiers et les habitudes des consommateurs d'énergie. Les interactions entre toutes ces dimensions sociales et techniques déterminent le comportement du système dans son ensemble et les conditions pour le modifier.

L'examen du développement des systèmes sociotechniques à long terme révèle que la plupart des changements sont incrémentaux : les améliorations résultent de l'accumulation de nombreuses petites avancées qui augmentent la fonctionnalité et l'efficacité. Pensez à la façon dont les réfrigérateurs sont devenus plus efficaces et les ordinateurs personnels plus puissants au fil du temps. Périodiquement, cependant, surviennent des changements plus importants – *des changements de système* – provoqués par une transformation des technologies, des pratiques sociales et des modèles économiques. Prenons, par exemple, les changements à grande échelle associés à l'introduction initiale de la réfrigération (qui a eu une incidence sur la structure des industries agricoles et alimentaires, les modèles commerciaux, les régimes alimentaires et les routines domestiques) ou de l'informatique personnelle (qui a transformé la façon de fonctionner des entreprises, des ménages et des gouvernements). Les *transitions* font référence à ces périodes de reconfiguration importante qui, pour les systèmes majeurs, peuvent s'étendre sur plusieurs décennies, comme ce fut le cas pour le passage des voiliers aux bateaux à moteur, de l'éclairage au gaz à l'éclairage électrique, etc.¹⁸.

En règle générale, un tel changement de système implique une période plus ou moins longue d'expérimentation de nouveaux modèles technologiques, sociaux et commerciaux. Les systèmes bien établis ont un élan considérable, car ils combinent des éléments complexes et sont liés à d'autres systèmes et pratiques sociales. Au départ, les solutions émergentes présentent des inconvénients fonctionnels : les nouvelles technologies sont immatures et coûteuses, alors que les innovations sociales et les modèles commerciaux doivent encore être développés. Les nouveautés trouvent en général d'abord acheteurs dans les *créneaux* où les premiers utilisateurs sont prêts à payer un prix excessif (ou à supporter d'autres inconvénients) pour bénéficier d'attributs appréciés. Pensez aux premières DEL, qui étaient chères et ne produisaient qu'une lumière d'une seule couleur (rouge), mais qui ont trouvé une application précoce comme témoin lumineux d'ordinateur¹⁹.

En fin de compte, la réduction des prix et l'amélioration fonctionnelle des solutions de rechange émergentes, combinées à des circonstances extérieures qui affaiblissent l'attrait des façons de faire traditionnelles, peuvent conduire à une transformation plus ou moins rapide du système. C'est la raison pour laquelle les transitions sont souvent illustrées par une courbe en « S », avec des débuts lents, puis un développement (relativement)

rapide une fois que les conditions critiques sont réunies (voir la prochaine section). En réalité, cependant, les choses sont souvent plus complexes. Étant donné que les transitions nécessitent une transformation sur plusieurs fronts (technologies, normes de la société, modèles commerciaux, etc.), elles peuvent être bloquées ou changer de direction. Les innovations peuvent ne pas remporter le succès escompté ou être dépassées par d'autres développements²⁰.

L'histoire de l'automobile est un exemple classique d'une telle transition. L'origine des technologies automobiles remonte au XIXe siècle, alors que les inventeurs s'efforçaient de créer un « calèche sans chevaux ». Entre 1800 et 1914, la concurrence était vive parmi ceux qui cherchaient à établir à quoi ressemblerait l'automobile. Le modèle de base issu de ces recherches – muni de quatre roues et d'un moteur à combustion interne fonctionnant à l'essence – existe toujours aujourd'hui. L'introduction par Ford du « modèle T » produit en série, à l'aide de pièces normalisées et d'une chaîne de montage, ouvre la voie à une transformation spectaculaire de la mobilité des personnes (d'abord aux États-Unis, puis plus généralement). L'ancien régime de transport – un système complexe impliquant l'élevage de chevaux, la construction d'écuries, la présence de forgerons et de fabricants de calèches et de harnachements, la production de nourriture, l'élimination du fumier, etc. – a été plus ou moins rapidement remplacé. Le nouveau système a fini par inclure non seulement des liens technologiques (production de pétrole, d'acier, de caoutchouc, de verre, etc.) mais également d'autres éléments économiques et sociaux essentiels, notamment le réseau de concessionnaires et le cycle du modèle, les assurances, les services de réparation, la formation des ingénieurs et des mécaniciens ainsi que la réglementation (règles de circulation, permis de conduire et immatriculation des véhicules). Les voitures nécessitaient des routes pavées et, au fil du temps, les villes ont été réaménagées en fonction de ce besoin, avec des banlieues, des centres commerciaux et des terrains de stationnement. En effet, l'automobile est devenue la pièce maîtresse de l'économie de consommation du XXe siècle, constituant pour la plupart des familles l'achat le plus important après une maison. Elle a aussi acquis une importance en tant qu'icône culturelle associée au statut et à l'identité²¹.

Aujourd'hui, la mobilité des personnes entre à nouveau dans une période de mutation. Le système de transport construit autour de la voiture n'est pas sans problèmes : accidents, congestion, coûts élevés des véhicules et des infrastructures, stationnement, longs trajets quotidiens, sédentarité, pollution de l'air, émissions de GES, etc. Des forces de rupture, liées à l'émergence de véhicules électriques et à pile à combustible, à la perspective de véhicules autonomes et à de nouveaux modèles économiques facilités par l'accès généralisé aux technologies de l'information (covoiturage, Uber, Lyft), préparent à modifier en profondeur la mobilité des personnes. Les changements culturels suggèrent que les jeunes sont moins attachés à

la possession d'une voiture²². Et c'est sans compter avec les perspectives d'évolution vers une mobilité active (marche et vélo), de nouvelles approches des transports en commun et une réflexion plus sérieuse sur le réaménagement des villes²³.

Des processus similaires de changements incrémentaux dans les systèmes sociotechniques, interrompus par des phases de changements plus radicaux, peuvent être observés à différentes échelles dans d'innombrables domaines de la vie sociale. Pensez à l'émergence des systèmes agricoles basés sur la mécanisation de la ferme et les apports d'azote artificiel, au système de soins médicaux centrés sur l'hôpital, aux modèles commerciaux basés sur Internet, etc.

Étant donné que les mesures qu'il faudra prendre pour faire face aux changements climatiques nécessiteront un changement en profondeur de plusieurs systèmes sociaux clés de production de biens et services, il vaut la peine d'examiner d'un peu plus près certaines caractéristiques générales de ces processus de transition.

2.2. Comprendre les transitions sociotechniques

Au cours des dernières décennies, des spécialistes de diverses disciplines ont contribué à l'accroissement rapide des connaissances sur les transitions sociétales, leur histoire et leur dynamique, ainsi que sur le potentiel d'accélération ou de pilotage de leur développement. Voici quelques conclusions générales sur la manière dont le changement se produit dans les systèmes sociotechniques :

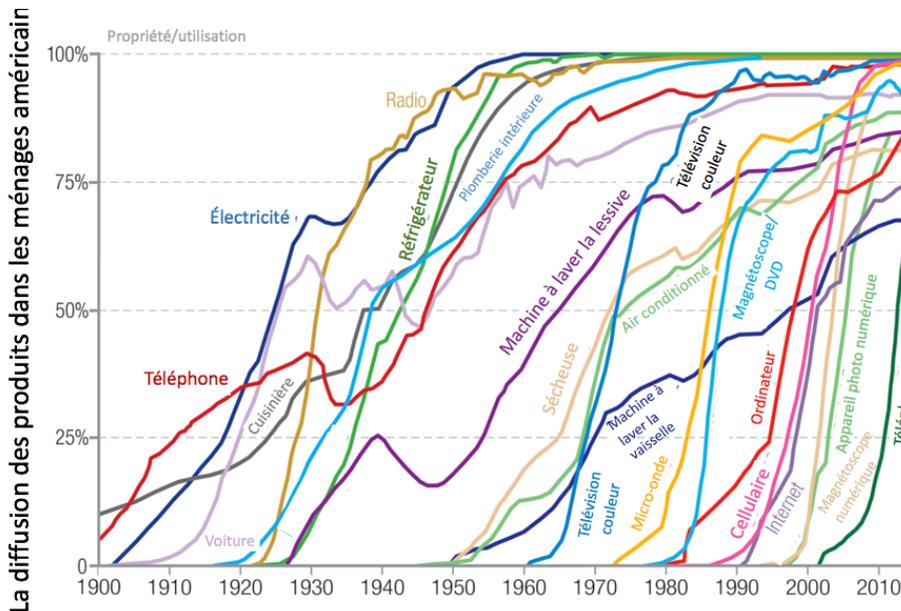
A. Les transitions impliquent des interactions complexes entre de multiples dimensions sociales et techniques ainsi que des constellations variées d'acteurs de la société. Les principaux changements apportés aux structures sociales de production de biens et services ne résultent pas d'une seule innovation technique ou sociale. Ils impliquent plutôt des changements dans un éventail de paramètres techniques, économiques, sociaux et réglementaires qui modifient le fonctionnement général d'un système. Les transitions s'appuient à la fois sur la stabilité et le changement : les technologies existantes, les modèles commerciaux, les pratiques sociales et les entreprises peuvent tous être remplacés au fur et à mesure de l'apparition de nouvelles dispositions. Pourtant, ce qui est transformé et ce qui persiste dépend des circonstances. Parfois, de nouveaux éléments sont incorporés alors que des caractéristiques importantes du système demeurent relativement inchangées, mais à d'autres occasions, un nouveau système remplace presque entièrement l'ancien.

B. Les transitions prennent du temps, mais dans certaines conditions, les changements peuvent être rapides. Dans les systèmes à grande échelle, les transitions

prennent du temps à se réaliser. Même après l'agencement des éléments de base d'une nouvelle solution, plusieurs années peuvent s'écouler avant que celle-ci soit perfectionnée et diffusée à l'extérieur pour transformer le système dans son ensemble. Par exemple, alors que 20 % des ménages américains étaient raccordés à l'électricité en 1920, il a fallu attendre presque 1950 avant que cette proportion atteigne 90 % (voir figure 2.3).

Parmi les principaux facteurs qui influencent le rythme du changement, on peut citer : l'ampleur des investissements requis par les nouveaux systèmes (par exemple, pour construire une nouvelle infrastructure); les cycles d'apprentissage technique et sociétal nécessaires pour « évoluer » au niveau de l'entreprise, puis de l'industrie; le « verrouillage » des normes et réglementations techniques, sociales et culturelles préexistantes, les attentes des consommateurs, etc.; et l'opposition explicite d'intérêts économiques menacés par le nouveau système (propriétaires d'entreprise, syndicats, communautés). Le développement économique inégal entre les pays signifie que la transformation des systèmes mondiaux peut prendre beaucoup de temps même si, paradoxalement, les pays moins développés qui tardaient à mettre en œuvre une configuration sociotechnique antérieure peuvent parfois passer plus rapidement à la nouvelle conception du système (par exemple, adopter directement les téléphones mobiles en sautant l'étape des réseaux terrestres).

C. Les transitions sont marquées par l'incertitude et le désordre. Il est facile de repérer une transition après qu'elle ait eu lieu, mais beaucoup plus difficile de comprendre le changement pendant qu'il s'opère. Aujourd'hui, il semble évident que les médias numériques sonneraient le glas de la photographie argentique, mais le changement a pris les fabricants de pellicules traditionnelles par surprise. Nous savons que la vapeur a réussi à supplanter la voile : mais sa



From Cox and Alm, 2016. Onward and Upward. O'Neil Centre for Global Markets & Freedom, SMU

nelles par surprise. Nous savons que la vapeur a réussi à supplanter la voile : mais sa

Figure 2.3 La diffusion des produits dans les ménages américains de 1900 à 2015. Tiré de Cox et Alm, 2016. Onward and Upward. O'Neil Centre for Global Markets & Freedom, SMU (<https://www.smu.edu/cox/Centers-and-Institutes/oneil-center/research/annual-reports>)

supériorité n'était pas aussi évidente en 1830. En effet, les navires commerciaux à voiles les plus rapides et les plus efficaces ont été construits à l'ère de la concurrence avec la vapeur. Comme les transitions résultent d'interactions entre des facteurs sociaux et techniques à différents « niveaux » – y compris les circonstances politiques et économiques générales (le « contexte »), les conditions en évolution dans le secteur spécifique (le « régime ») et l'innovation dans des « créneaux » variés – il est difficile de déterminer exactement comment elles vont se dérouler. Il n'est pas possible de savoir à l'avance comment les technologies fonctionneront. Des obstacles imprévus vont-ils émerger ou l'opposition publique s'accroître par rapport à une approche particulière? Les conditions économiques changeantes peuvent avoir une incidence sur les niveaux d'investissement et la construction d'infrastructures. Les circonstances géopolitiques et les conflits politiques (différends commerciaux, guerre, etc.) peuvent altérer les résultats. Des événements occasionnels peuvent modifier des trajectoires technologiques : il suffit pour s'en convaincre de penser à l'impact qu'a eu l'explosion du Hindenburg sur le développement du transport aérien par dirigeable. L'histoire turbulente de l'énergie nucléaire et la récente réaction négative du public par rapport au développement éolien dans plusieurs régions à travers la planète soulignent la complexité et le caractère indéterminé des transitions.

D. Les transitions peuvent avoir des impacts distributifs importants. Bien que la société dans son ensemble puisse bénéficier d'un changement (une transformation du système permet souvent de stimuler l'économie et d'augmenter les services), certains groupes subiront des pertes économiques. Certains secteurs ou firmes verront leurs activités diminuer, alors que les entreprises et les industries émergentes se développeront. Certains emplois seront perdus alors que d'autres seront créés. Les acteurs économiques en place peuvent se battre pour résister au changement, ce qui rend les progrès difficiles. De plus, il y aura toujours de multiples façons d'intégrer les nouveautés en matière de technologies, de pratiques sociales et de modèles économiques qui mettent de l'avant des valeurs différentes et/ou changent la distribution des avantages. Prenons, par exemple, l'accent mis sur l'exploitation, dirigée par les investisseurs, de grandes fermes productrices d'énergie solaire intégrées dans les réseaux électriques gérés par les services publics, par opposition aux petits dispositifs solaires installés sur les toits, préconisés par les propriétaires et fournissant de l'énergie à l'échelle des bâtiments. Et les transitions ont presque toujours des conséquences inattendues. Au fur et à mesure que les nouvelles technologies et pratiques se développent, des problèmes surviennent dans les systèmes connexes. Les pionniers de l'informatique, par exemple, n'auraient pas pu imaginer tous les usages auxquels les appareils numériques sont destinés aujourd'hui. Et bien que ceux-ci aient apporté de formidables avantages, ils ont également

créé des problèmes tels que la cybercriminalité, les pirates Internet et la perte de la vie privée.

E. Les visions jouent un rôle essentiel dans le changement des systèmes (en particulier dans les premières phases) en offrant une image de ce qu'une nouvelle technologie, une innovation sociale ou un modèle d'entreprise novateur peut apporter une fois pleinement mis en œuvre. Les visions vont au-delà des lacunes actuelles d'une solution alternative émergente (faiblesse fonctionnelle ou prix plus élevés) pour illustrer les avantages potentiels de cette solution pour les individus et la société. Les visions aident à mobiliser des ressources (investissement, capital humain), à coordonner l'action de divers acteurs (innovateurs, les premiers acheteurs enthousiastes susceptibles d'adopter la solution alternative, personnel politique

Encadré 2.1

Les recherches récentes sur les transitions comprennent :

- *Un examen des transitions historiques survenues dans une variété de systèmes sociotechniques utilisés à grande échelle.* La « perspective à plusieurs niveaux » est une contribution importante découlant de ces recherches. Il s'agit d'une heuristique permettant de comprendre les transitions résultant des facteurs en interaction aux niveaux « régime », « contexte » et « créneau »⁷⁴.
- *L'étude des transitions des systèmes énergétiques.* Ces recherches ont exploré les changements historiques survenus dans l'approvisionnement en énergie, de la biomasse traditionnelle à l'énergie fossile, en comparant les expériences de différents pays sur plusieurs siècles. Elles ont également examiné l'évolution des technologies de conversion et d'utilisation finale, y compris celles servant à alimenter l'industrie et les transports, et à fournir éclairage, chauffage et refroidissement⁷⁵.
- *Les systèmes d'innovation technologique.* L'accent a été mis sur la cartographie des structures institutionnelles et des fonctions essentielles que les systèmes d'innovation doivent remplir dans les sociétés contemporaines pour passer d'une approche, d'un processus ou d'un produit novateur à la mise en œuvre à grande échelle⁷⁶.
- *La gestion de la transition.* Ces travaux ont essentiellement permis de comprendre que les transitions à grande échelle ne peuvent pas être gérées de manière déterministe par le haut, en raison de la complexité des facteurs en interaction, de la multitude des acteurs et des incertitudes inhérentes à toute transition. Cependant, les agents de changement peuvent encourager le processus de nombreuses manières, notamment par le réseautage des innovateurs, la définition des visions et des trajectoires, le développement d'expériences et la conception de cadres politiques appropriés⁷⁷.
- *Les approches centrées sur la pratique.* Ces travaux soulignent le fait que pour donner un sens au comportement humain – par exemple aux choix des consommateurs en matière d'utilisation de l'électricité – il est nécessaire de comprendre les *pratiques* dans lesquelles il s'inscrit, soit les expériences vécues qui ont un sens pour les participants. Comme les transitions impliquent des changements dans ces pratiques sociales, la prise en compte de leur sens et de leur valeur est essentielle à leur compréhension⁷⁸.

partisan de la solution) et à renforcer le soutien de la société. Par exemple, il était essentiel d'avoir une vision convaincante pour permettre la construction du chemin de fer transcontinental au Canada dans les années 1880. Généralement, les visions réussies ne reposent pas uniquement sur l'aspect technologique (« ce gadget est vraiment chouette! »). Au lieu de cela, elles inspirent en montrant en quoi la nouvelle approche ajoute une valeur économique, sociale et culturelle et peut être intégrée à des pratiques novatrices ou réformées. Surtout, elles offrent une image *positive* d'un avenir souhaitable. Discréditer l'ancienne façon de faire les choses (en la qualifiant de dépassée, inefficace, dangereuse, polluante, etc.) peut être une tactique importante pour accélérer une transition. Mais l'idée d'une amélioration, de la construction d'un avenir meilleur, est essentielle.

F. Les politiques, la stratégie et les gouvernements sont importants. Les transitions sociotechniques semblent souvent s'être produites plus ou moins spontanément, alors que les acteurs privés recherchent leur avantage individuel. Cependant, il s'avère fréquemment que les États ont joué un rôle important en investissant dans la recherche et le développement, en fournissant des marchés précoces, en contribuant à la mise en place d'infrastructures essentielles et en éliminant les obstacles juridiques. Les gouvernements ont souvent perçu un avantage stratégique, militaire ou commercial à encourager les systèmes technologiques émergents (par exemple, le développement des navires à vapeur, des satellites ou d'Internet). Les garanties de prêt et l'exercice du pouvoir d'expropriation ont favorisé la construction des chemins de fer. Pour permettre un changement de système à grande échelle, il est souvent essentiel d'apporter des modifications aux droits de propriété et aux systèmes de réglementation. En effet, de nombreuses transitions impliquent d'âpres luttes politiques alors que les acteurs liés aux parties opposées tentent d'influencer les mesures politiques adoptées pour qu'elles servent leurs fins.

Étant donné que les gouvernements disposent d'importantes ressources financières (provenant de la taxation), qu'ils contrôlent les cadres juridiques et les pratiques réglementaires, et qu'ils peuvent utiliser des outils pour influencer les perceptions et les normes du public (par le biais du système d'éducation ou la définition de l'intérêt national), ils ont le pouvoir d'accélérer ou de ralentir le processus de transition, d'en déterminer l'orientation et de modifier la répartition de ses impacts sur les différents acteurs de la société.

2.3. Transitions et progrès vers une économie sobre en carbone

La section précédente a mis en évidence certaines caractéristiques générales des transitions sociotechniques. Le lecteur peut déjà discerner certaines caractéristiques liées au défi des changements climatiques. Ici, cependant, nous voulons dégager plusieurs implications générales.

Pour commencer, il est important de noter que s'il est courant de parler de « transition vers une économie à faible intensité de carbone » ou de « transition énergétique », les sociétés devront en réalité faire face à de multiples transitions touchant divers systèmes. Cela tient en partie au fait que les systèmes peuvent être définis à différentes échelles : ils peuvent être compris comme étant composés de sous-systèmes fonctionnels et/ou constitués dans le cadre de différentes zones spatiales/administratives. Les systèmes électriques de l'Alberta et du Québec sont distincts. Cependant, ils sont également reliés à un réseau électrique nord-américain plus vaste. Et les systèmes d'électricité provinciaux peuvent être considérés comme des composants d'un système énergétique canadien plus inclusif²⁴.

«... les systèmes énergétiques revêtent une importance cruciale, [mais ils] sont étroitement liés aux autres systèmes de la société : les transports, les bâtiments et les villes, ainsi que le fonctionnement de l'industrie et de l'agriculture. »

Cependant, les transitions nécessaires pour faire face aux changements climatiques seront multiples dans un sens plus fondamental. En effet, le problème ne se limite pas à une question énergétique mais concerne plusieurs systèmes d'approvisionnement de la société. À un certain niveau, les changements climatiques sont clairement un problème d'énergie et de systèmes énergétiques. L'extraction, le raffinage, le transport et la combustion des combustibles fossiles représentent 80 % des émissions mondiales de GES. Les transitions dans les systèmes énergétiques revêtent donc une importance cruciale. Pourtant, les systèmes énergétiques sont étroitement liés aux autres systèmes de la société : les transports, les bâtiments et les villes, ainsi que le fonctionnement de l'industrie et de l'agriculture. L'approvisionnement en énergie n'est pas une fin en soi, mais permet la création d'aménagements associés à d'autres systèmes de la société (transport des biens et des personnes, fabrication de produits alimentaires ou manufacturés). Et les changements historiques survenus dans les systèmes énergétiques ont été en grande partie dictés par l'évolution de la demande de services énergétiques, soit la recherche de moyens plus propres, moins

chers, plus pratiques et de meilleure qualité pour assurer la mobilité sociale, des conditions de vie confortables, la communication, etc.²⁵. Dans cette perspective, la lutte contre les changements climatiques concerne également la transformation des secteurs dans lesquels l'énergie est utilisée. *Chacun de ces secteurs possède toutefois une logique, des modes de fonctionnement, des paradigmes technologiques dominants, des constellations d'acteurs et des pratiques établies qui lui sont propres.* Nous avons donc besoin de toute une série de transitions dans un certain nombre de secteurs interdépendants, chacun ayant des caractéristiques différentes et une portée s'étendant sur diverses échelles spatiales et temporelles.

De plus, la nécessité de dissocier développement social et émissions de GES n'est qu'un des nombreux facteurs stimulant le changement dans ces divers secteurs. Les régimes sociotechniques dominants, à différentes échelles, ont des forces et des faiblesses particulières, et les incitatifs et les obstacles au changement sont multiples. Des problèmes et des objectifs économiques et sociaux plus vastes, les développements technologiques ainsi que d'autres considérations environnementales (non liées au climat) sont en jeu. *En effet, ces facteurs sont généralement plus préoccupants pour les communautés et les décideurs que les changements climatiques et favorisent l'évolution de ces systèmes.* Le défi pour ceux qui s'intéressent à la politique climatique consiste donc à intégrer les préoccupations climatiques dans cette dynamique plus large afin d'encourager les transitions vers de nouvelles configurations de systèmes offrant des résultats sociétaux supérieurs, y compris sur le front climatique²⁶.

Aujourd'hui, plusieurs systèmes importants subissent déjà des perturbations notoires. On peut penser à l'électricité, domaine dans lequel, dans certaines régions administratives, l'énergie éolienne et solaire bon marché, souvent déployée à petite échelle et intégrée aux réseaux de distribution, a commencé à menacer la viabilité de grands services publics centralisés²⁷. Et nous avons déjà noté à quel point les véhicules autonomes et électriques, ainsi que les nouvelles attitudes et les nouveaux modèles commerciaux, menaçaient de bouleverser la mobilité personnelle. Dans de tels contextes,

«... le défi pour ceux qui s'intéressent à la politique climatique consiste donc à intégrer les préoccupations climatiques dans cette dynamique plus large afin d'encourager les transitions vers de nouvelles configurations de systèmes offrant des résultats sociétaux supérieurs, y compris sur le front climatique. »

la lutte contre les changements climatiques sera inévitablement liée à la possibilité d'orienter de telles perturbations vers de nouvelles dispositions susceptibles de maximiser les avantages sociétaux, notamment en garantissant une réduction significative des émissions de GES.

Même dans les domaines où les perturbations ne sont pas immédiatement évidentes, il existe des *possibilités latentes*, soit des besoins non satisfaits, des problèmes qui n'ont pas encore été résolus et des possibilités d'augmenter le bien-être. En d'autres termes, aucune de nos structures sociales de production de biens et de services n'est parfaite au point de ne pas pouvoir être grandement améliorée pour permettre d'obtenir de meilleurs résultats en matière de santé, d'opportunités économiques, de commodité, etc.²⁸. En réalité, le défi que doit relever la politique climatique consiste à trouver la façon d'exploiter ces forces dynamiques pour déverrouiller les systèmes existants et ouvrir un espace de changement capable de répondre aux aspirations d'amélioration sociale *tout en* luttant contre les changements climatiques. L'expression « transitions vers la durabilité » est parfois utilisée pour exprimer cette préoccupation plus large liée aux schémas de changement de système qui permettent d'atteindre de multiples objectifs sociétaux, notamment l'atténuation des changements climatiques²⁹.

Penser en termes de transitions incite donc à focaliser sur une pluralité de systèmes et sur les circonstances dans lesquelles il est possible d'assurer le passage à des configurations qui répondent mieux aux besoins de la société. Cela suggère également l'importance de renforcer les liens qui existent entre les préoccupations climatiques et d'autres forces, priorités et logiques stimulant le changement dans chacun de ces systèmes.

Ces observations ont des implications importantes pour les efforts visant à accélérer la transition vers une société à faibles émissions de carbone et pour la conception des politiques. En particulier, elles suggèrent qu'une plus grande attention devrait être accordée aux actions suivantes :

- Communiquer l'ampleur des changements nécessaires à apporter aux systèmes clés pour résoudre le problème des changements climatiques;
- Analyser la nature de ces structures spécifiques de production de biens et de services, leurs forces et leurs faiblesses, ainsi que les forces et les mouvements de rupture latents ou déjà manifestes en faveur du changement;
- Définir les visions et trajectoires possibles pouvant exploiter les aspirations d'amélioration sociétale et orienter les forces perturbatrices vers une reconfiguration du système répondant mieux aux besoins de la société (y compris l'atténuation des changements climatiques);

- Mettre en œuvre des initiatives susceptibles d'accélérer les changements de système souhaitables, plutôt que de s'en tenir à l'atteinte de cibles à court terme.

Sur le plan politique, cela signifie *recadrer la communication* sur l'atténuation des changements climatiques pour recentrer la discussion sur la construction d'avenirs souhaitables qui sont aussi à faibles émissions de carbone. Cela implique de mettre davantage l'accent sur la *conception de politiques adaptées aux circonstances spécifiques de secteurs* (ou systèmes ou régions) *particuliers*, plutôt que de concentrer les efforts sur une seule approche « globale » de l'économie. En outre, la capacité de ces politiques à déclencher une transformation au niveau du système et à mobiliser l'innovation et la créativité devrait être l'élément clé soutenant leur conception, plutôt que l'atteinte de réductions d'émissions à court terme au moindre coût possible.

Jusqu'à présent, ces considérations n'ont pas été prédominantes dans les débats sur le climat et l'élaboration des politiques au Canada. Pour des raisons politiques, les gouvernements ont été remarquablement réticents à reconnaître que la lutte contre les changements climatiques exige la fin de la combustion (non atténuée) des combustibles fossiles. L'accord de Paris sur le climat est le premier accord international à désigner explicitement la neutralité en carbone comme un objectif à long terme. Le Canada a souscrit à cet objectif, mais les politiciens hésitent à préciser ce que cela implique. Et ce manque de clarté nous empêche d'orienter les efforts dans la direction requise.

Pendant trop longtemps, le défi climatique a été présenté comme un problème de « contrôle de la pollution » en accordant une attention particulière à la réduction progressive des émissions de GES. Mais les émissions qui entraînent les changements climatiques sont générées par les activités industrielles et agricoles qui ont été essentielles au soutien du progrès humain au cours des derniers siècles : combustion de combustibles fossiles, défrichage, exploitation minière et production de produits chimiques, d'engrais, de ciment, d'acier, de plastiques, etc. Ainsi, la lutte contre les changements climatiques nécessite une transformation plus fondamentale des systèmes de production et de consommation existants que tout ce qui est traditionnellement qualifié de « lutte contre la pollution ». Et les politiques qui s'engagent sérieusement à relever ce défi doivent examiner comment tirer parti des processus qui permettent un changement de système. De ce point de vue, une grande partie de l'argumentation sur les « trajectoires optimisées de réduction des émissions » et les « options les moins coûteuses » passe à côté du problème, occultant un débat plus sérieux sur la faisabilité et la durabilité des politiques, la mesure dans laquelle celles-ci contribuent aux objectifs à long terme, et l'ouverture de possibilités de transformation positive du système³⁰. Après tout, ce qui est essentiel c'est que les mesures prises contribuent effectivement à des

processus de changement à grande échelle. Autrement, il pourrait ne s'agir que d'efforts inutiles n'apportant aucune véritable économie.

La section suivante examine la façon dont une « approche fondée sur des trajectoires de transition » peut contribuer à résoudre certains de ces problèmes.

3. Une approche fondée sur des trajectoires de transition

Une approche fondée sur des trajectoires de transition est une stratégie visant à renforcer la lutte contre les changements climatiques en mettant l'accent sur la transformation des systèmes humains en vue de mieux répondre aux aspirations de la société. Elle aborde directement le défi posé par un changement de système, liant la décarbonisation à des processus plus larges d'adaptation sociale. Elle implique d'acquérir une compréhension détaillée des systèmes actuels, d'élaborer des visions attrayantes d'un avenir meilleur qui sont également neutres en carbone, d'identifier les étapes pouvant relier le présent à un tel avenir et de réaliser concrètement ces changements. Une telle approche peut contribuer à dynamiser les innovateurs, à améliorer la conception et la mise en œuvre des politiques, à modifier les termes du débat sur le climat au Canada et à accélérer le mouvement sur le terrain.

Qu'est-ce qu'une trajectoire de transition?

Une trajectoire identifie l'échéancier, la nature et l'ampleur des changements en matière de technologies, d'infrastructures, de modèles commerciaux, de pratiques sociétales et de cadres politiques ou réglementaires nécessaires pour transformer un système afin de mieux répondre aux besoins de la société³¹. Les trajectoires établissent des chemins reliant des futurs attrayants aux circonstances actuelles. Elles identifient les avenues prometteuses permettant d'avancer, et les orientations à éviter. Elles sont développées sur la base d'analyses et d'interactions sociales et peuvent être réalisées concrètement.

La notion de « trajectoire » est relativement courante dans le débat sur les changements climatiques³². Parfois, l'accent est mis sur l'évolution des émissions de GES et la forme de la courbe décrivant leur hausse et leur déclin anticipé. En d'autres occasions, l'on s'intéresse à la trajectoire technico-économique et aux séquences des technologies qui pourraient être mises en œuvre (à mesure que leurs coûts diminuent et à des prix du

carbone différents) pour atteindre des réductions d'émissions déterminées. Ici, cependant, nous parlons de *trajectoires de transition*, ce qui comprend les modifications nécessaires à apporter dans plusieurs dimensions pour effectuer la transformation d'un système particulier en une configuration plus souhaitable. La description d'une telle trajectoire inclura donc de nouvelles options technologiques, mais précisera également l'orientation et l'enchaînement des changements à de nombreux autres niveaux, y compris les modèles commerciaux, les dispositions réglementaires, les pratiques sociales et les attitudes ou valeurs du public³³. Les trajectoires sont fondées sur des évaluations qualitatives et quantitatives des circonstances actuelles, des forces et faiblesses des systèmes en place et du potentiel des forces perturbatrices et transformatrices. Elles réfèrent aux visions d'un avenir plus souhaitable et impliquent des récits présentant la manière dont les changements peuvent se concrétiser. Elles peuvent être testées, adaptées et renforcées grâce à une analyse de scénario.

Nous travaillons donc avec une conception relativement « large » de trajectoire. Certaines innovations techniques ou sociales particulières (par exemple, l'installation de pompes à chaleur pour déplacer le gaz destiné au chauffage domestique ou la réduction de la consommation de viande rouge) sont souvent décrites comme étant des « trajectoires à faibles émissions de carbone ». Cependant, selon le point de vue présenté ici, ces innovations sont mieux comprises si on les considère comme des éléments ou des fragments de trajectoires de transition plus complètes qui englobent les interactions entre les changements technologiques, économiques, sociaux et politiques nécessaires pour transformer un système donné en une forme plus bénéfique. Et, comme nous l'avons vu dans la section précédente, de telles transitions sont liées à de multiples facteurs qui transforment les structures sociales existantes de production de biens et de services.

3.1. Des trajectoires crédibles, performantes et convaincantes

Une approche fondée sur des trajectoires de transition met l'accent sur le développement d'une approche globale et stratégique aux transformations et encourage la mise en œuvre concrète de celles-ci. Pour être utiles, les trajectoires doivent être fondées sur une compréhension précise d'un domaine sociétal particulier et présenter une orientation pouvant mener à la réalisation concrète des améliorations promises. Et elles doivent articuler des visions et des étapes pratiques qui établissent une transformation suffisamment attrayante pour mobiliser les acteurs de la société aujourd'hui³⁴. En d'autres termes, les trajectoires doivent être crédibles, performantes et convaincantes. *Crédibles* en ce sens qu'elles sont fondées sur une compréhension des conditions réelles : les réalités biophysiques des flux d'énergie et de matériaux, les relations économiques et sociales qui prévalent dans

un système donné de la société et les courants qui façonnent l'évolution de celui-ci. *Performantes* par le fait qu'elles pourraient concrétiser les améliorations sociétales promises, y compris la réduction des émissions de gaz à effet de serre (voir figure 3.1). Et *convaincantes* dans la mesure où elles attirent les innovateurs et les principales parties prenantes qui contribueront à déterminer si une innovation a du succès sur le marché.

Sur le plan pratique, le succès initial d'une trajectoire de transition peut être évalué en fonction de sa capacité à inspirer aux acteurs de la société l'envie de tenter de la concrétiser. On commence ainsi à tester la viabilité réelle de la trajectoire, établit sa résistance face aux circonstances en évolution, et permet de l'adapter et de la perfectionner, ce qui peut finalement prouver sa capacité de répondre aux attentes.

Dans le chapitre suivant, nous décrivons de manière assez détaillée une méthodologie qui peut être appliquée dans des circonstances variées pour développer des trajectoires performantes et convaincantes. Nous spécifions ci-dessous certains éléments essentiels d'une approche fondée sur des trajectoires.

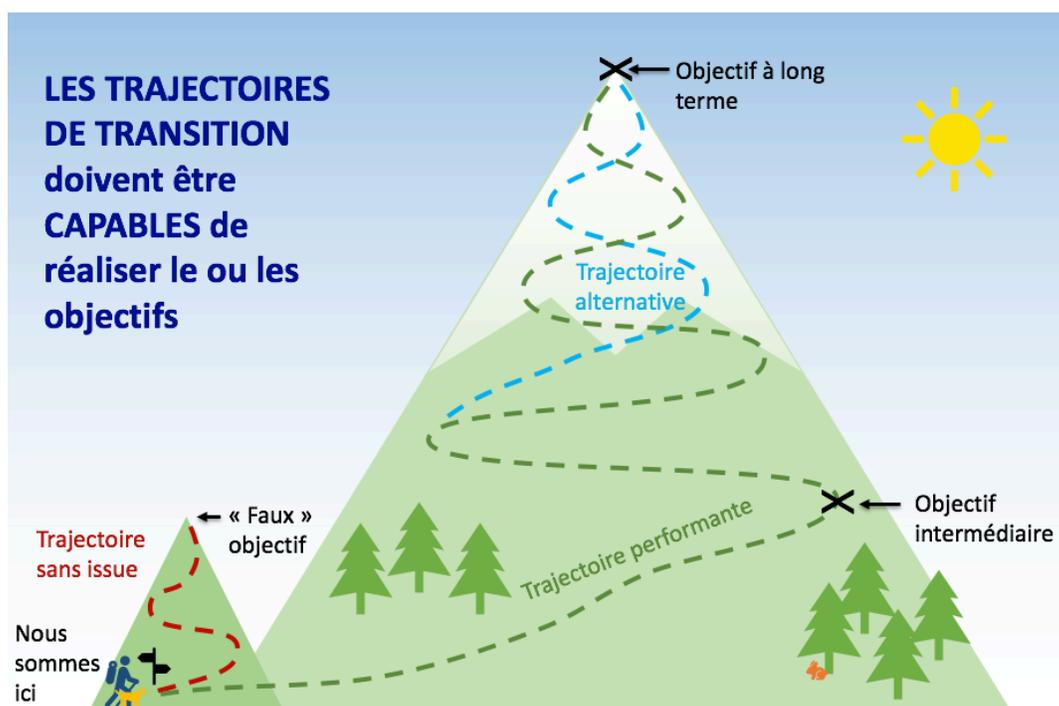


Figure 3.1. L'image de la montagne et de ses contreforts souligne l'importance de suivre un sentier capable de nous permettre d'atteindre des objectifs à long terme. Grimper sur le contrefort semble être une démarche qui va dans la bonne direction, mais ce sentier ne peut pas atteindre les objectifs à long terme et aboutit à une impasse. Si l'on veut atteindre un objectif à long terme, ces voies sans issue sont une perte de temps, d'énergie et de ressources.

Dans un premier temps, une telle approche nécessite une *étude approfondie des structures existantes*. Une cartographie minutieuse du fonctionnement actuel ne se limite pas à des conditions technologiques ou de marché particulières, mais explore plutôt le réseau d'interactions qui constituent le système, les pratiques économiques et sociales dominantes et les valeurs qui les soutiennent, ainsi que les courants de changement actifs et latents. Une telle compréhension fournit une base essentielle à partir de laquelle développer des visions transformatrices, élaborer des trajectoires potentielles et mettre en œuvre des scénarios et des outils de modélisation pour les tester et les perfectionner. Sans compréhension des flux matériels, des arrangements financiers et des relations sociales, les visions et les trajectoires flottent dans les airs : tout semble possible, mais leur capacité réelle à guider les efforts de changement est limitée.

Deuxièmement, les visions et les trajectoires sont plus efficacement développées par le biais de *processus d'élaboration* impliquant des chercheurs (issus de multiples disciplines) et des acteurs de la société (en particulier des innovateurs) en relation directe avec le ou les secteurs spécifiques³⁵. N'importe quel acteur peut suggérer une vision ou une trajectoire, bien sûr, mais les perspectives élaborées de façon collégiale, en tirant profit des enseignements de la recherche et de l'expertise d'acteurs de la société imprégnés de la réalité pratique du secteur concerné, sont souvent plus crédibles et convaincantes. Et puisque ce sont ces innovateurs qui vont réellement diriger le changement sur le terrain, il est important qu'ils participent aux interactions analytiques et discursives qui permettent l'élaboration des récits de changement et le perfectionnement des caractéristiques clés des trajectoires spécifiques. Les mécanismes assurant une création concertée peuvent varier d'un contexte à un autre, ainsi qu'aux différentes étapes du processus d'élaboration de la trajectoire. Certaines des techniques pouvant être utilisées sont présentées dans le chapitre suivant.

Troisièmement, *l'élaboration d'une trajectoire n'est pas une fin en soi*. L'idée n'est pas de produire des « trajectoires » sous forme de construction logique, ni de générer des rapports qui seront perdus dans les pages de revues spécialisées ou enfouis dans les fichiers d'un organisme gouvernemental. L'objectif consiste à créer conjointement des trajectoires qui peuvent être concrétisées, défendues par des acteurs de la société et mises en pratique. En d'autres termes, les trajectoires font partie d'une stratégie visant à transformer les conditions existantes en donnant la possibilité aux innovateurs présents dans les entreprises, les organisations de la société et le gouvernement d'appliquer les résultats analytiques et les récits émergents et d'introduire de nouvelles technologies, pratiques sociales et modèles commerciaux en vue de modifier les modes de production et de consommation établis.

Enfin, nous utilisons toujours le mot « trajectoires » au pluriel. Cet emploi ne s'explique pas simplement par le fait que nous avons affaire à plusieurs transitions. Nous l'utilisons aussi parce que, même au sein d'un même système, les visions de la nature de la transformation souhaitée divergeront, de même que les multiples voies permettant de réaliser des améliorations. En outre, la capacité humaine à anticiper l'avenir étant nécessairement limitée, nous ne pouvons savoir avec certitude comment les technologies évolueront, dans quelle mesure les circonstances économiques et politiques changeront, ou de quelle façon les préférences et les valeurs muteront. Envisager des trajectoires multiples est un moyen d'ouvrir l'espace de discussion/décision, en permettant l'exploration de possibilités variées impliquant différentes orientations et constellations d'acteurs de la société³⁶.

En résumé, la méthodologie proposée ici repose sur les éléments essentiels suivants : une compréhension profonde des systèmes existants, des processus de création conjointe et une focalisation sur l'accélération du changement dans le monde réel et sur la pluralité des trajectoires de transformation potentielles.

3.2. Les avantages d'une approche fondée sur des trajectoires de transition

Aborder l'atténuation des changements climatiques en termes de trajectoires de transition présente de nombreux avantages.

Sur le plan analytique, cette approche permet de cartographier l'échelle et l'orientation des changements souhaités dans des secteurs particuliers, en mettant en avant les interconnexions entre les différents types de réformes nécessaires pour permettre à un système de passer à une configuration améliorée³⁷. Elle permet d'identifier *les forces qui entraînent le changement et les obstacles importants* qui empêchent une évolution souhaitable (perpétuant le « verrouillage ») à des moments particuliers. Elle peut révéler de *potentiels goulots d'étranglement* – des contraintes en matière de technologie, d'infrastructures, de capital ou de ressources humaines – qui pourraient ralentir les progrès à l'avenir, mais qui peuvent être neutralisés par une action préventive. Elle peut donner des informations sur le *séquençage* approprié des éléments de la réforme : quels changements sont nécessaires pour faciliter des évolutions ultérieures touchant d'autres dimensions³⁸. Elle peut également révéler des « voies sans issue » potentiellement envisageables, soit des trajectoires qui peuvent sembler intéressantes à court terme (pour atteindre des objectifs limités, par exemple une réduction particulière des émissions de GES), mais qui seraient improductives à plus long terme car elles ne contribuent pas à une reconfiguration plus fondamentale du système. Ces voies sans issue gaspillent des ressources et peuvent retarder

des changements plus importants³⁹. L'analyse de la trajectoire peut aussi permettre d'identifier des *innovations sociales et techniques susceptibles d'être des éléments importants pour plusieurs trajectoires* : par exemple, des investissements dans les infrastructures ou des initiatives politiques pouvant faire avancer plusieurs trajectoires potentielles. Et elle peut révéler des *implications pour d'autres systèmes (liés)* : par exemple, des conséquences pour la fourniture d'électricité si le transport est électrifié⁴⁰.

Sur le plan pratique, une approche fondée sur des trajectoires de transition *dynamise les innovateurs*. Elle génère des connaissances pouvant contribuer à l'établissement des priorités, orienter les investissements, identifier les conditions favorables pour la réalisation d'expériences, etc. Le processus d'élaboration d'une trajectoire favorise la création de réseaux qui brisent l'isolement que vivent souvent les innovateurs, en établissant des liens entre des groupes et des personnes qui autrement ne se rencontreraient peut-être pas⁴¹. Cette approche peut fournir une base plus solide pour la *formulation des politiques*. Elle génère un portrait plus précis de la situation dynamique dans différents secteurs et permet une compréhension à l'échelle du système des facteurs favorables et des obstacles, des rétroactions et des forces d'opposition, des informations qui ne sont généralement pas accessibles aux décideurs. Elle favorise une intégration plus réussie de l'atténuation des changements climatiques avec d'autres objectifs politiques et elle fournit une base pour la conception de cadres politiques sectoriels. Une approche fondée sur des trajectoires peut susciter le soutien de la société en servant de point d'ancrage pour les discussions avec les médias, les organisations de la société et le public plus large. Surtout, elle encourage l'implication des parties prenantes et crée de nouvelles constellations d'acteurs de la société. Ainsi, à mesure que des trajectoires spécifiques commencent à se concrétiser, une telle approche peut ajouter de nouvelles voix et perspectives à la discussion sur les questions climatiques, modifier le calcul social et politique, et ouvrir la voie à des actions politiques et des initiatives sociétales plus ambitieuses à l'avenir.

3.3. Pour répondre à certaines objections potentielles

Pour conclure cette discussion, il est utile d'examiner certaines objections possibles à la perspective stratégique proposée ici (voir figure 3.2).

En premier lieu, l'élargissement de la problématique – d'un objectif à court terme axé sur la réduction des émissions de GES au changement de système entraînant une amélioration sur plusieurs fronts – ne rendrait-il pas les progrès *plus difficiles*? N'est-il pas contre-intuitif de suggérer qu'un problème plus vaste, qui nécessite des changements plus profonds, sera plus facile à résoudre qu'un problème plus étroitement délimité de gestion des GES?

Il y a plusieurs éléments de réponse possibles ici. Dans un premier temps, il est bien établi que le fait de modifier le cadre d'un problème – préciser sa définition, la manière dont ses limites sont établies et l'éventail des acteurs impliqués – peut transformer les solutions disponibles. Dans les conflits internationaux, par exemple, modifier la portée des questions en discussion peut ouvrir de nouvelles possibilités de compromis, créer de nouveaux domaines d'intérêt commun et faciliter l'élaboration de solutions gagnant/gagnant⁴². En fait, une approche fondée sur des trajectoires de transition élargit *et* restreint le centre d'intérêt. Elle le réduit en divisant le problème en une série de problèmes distincts : elle vise un changement en profondeur dans une série de systèmes de production de biens et services particuliers. L'objectif ne consiste donc pas à transformer l'ensemble de l'économie en un seul mouvement, mais à développer des stratégies de changement adaptées aux circonstances particulières des différents secteurs de la société. Et elle l'élargit en liant le climat à d'autres problèmes et en cherchant à exploiter les forces de transformation déjà actives dans la société. Ce recadrage permet de prendre conscience de l'ampleur de la problématique climatique et des forces qui peuvent être mobilisées pour la résoudre, tout en les faisant concorder plus étroitement.

Quoi qu'il en soit, plus de trente années d'expérience suggèrent qu'il est difficile de lutter efficacement contre les changements climatiques en considérant ceux-ci essentiellement comme une question de contrôle des émissions. L'élimination des émissions de GES nécessitera un changement de système dans divers secteurs. Et comme le climat à lui seul n'est pas aujourd'hui un facteur assez puissant pour provoquer un tel changement, que l'évolution des systèmes est de toute manière provoquée indépendamment par d'autres forces technologiques et sociales, et que toute reconfiguration de système capable de réduire considérablement les émissions de GES modifierait nécessairement l'offre de commodités sociales de nombreuses autres manières, il n'y a tout simplement aucune façon d'éviter de s'attaquer à des problèmes de société plus vastes. En effet, les confronter directement et chercher à orienter les forces de transformation latentes et manifestes est le moyen le plus efficace d'accélérer la lutte contre les changements climatiques⁴³.

Deuxièmement, qu'en est-il de l'incertitude? Puisque nous ne pouvons pas connaître l'avenir, comment pouvons-nous parler sérieusement de la définition de trajectoires reliant le présent et l'avenir? N'est-il pas préférable de simplement mettre en œuvre des politiques générales (qui découragent les émissions de GES et favorisent les innovations de tous types) et de laisser les marchés et les négociations politiques au jour le jour déterminer ce qui doit être fait?

Le fait que nous ne puissions pas connaître complètement l'avenir ne signifie pas que nous n'en savons rien. Cette réalité n'a pas empêché les sociétés

	APPROCHES TRADITIONNELLES	APPROCHES FONDÉES SUR DES TRAJECTOIRES
Objectif	Réduction progressive des GES au fil du temps (nombre abstrait : mégatonnes ou pourcentage de réduction).	Amélioration des systèmes humains pour répondre aux désirs des humains (commodité, confort, réduction des coûts, amélioration de la qualité de vie) et gestion des GES (création d'un récit inspirant).
Approche	Les politiques relatives aux changements climatiques (tarification du carbone, réglementations, incitations) se concentrent étroitement sur la réalisation des objectifs de réduction de GES à court terme.	Développement conjoint de visions et de trajectoires crédibles et convaincantes pour changer les systèmes qui exploiteront les forces perturbatrices afin de remédier aux défaillances des systèmes existants (y compris la gestion des GES).
Outils	Either data & analytics without societal input, OR societal input without data & analytics	Intégration des dimensions analytiques et humaines pour éclairer les processus de changement.
Résultat	Paralysie et polarisation politique autour de la tarification et des oléoducs.	Émergence de consortiums de trajectoire utilisant un raisonnement sociotechnique et économique pour susciter un changement des systèmes qui correspond également aux objectifs environnementaux et aux autres objectifs de la société.

Figure 3.2 La différence entre la façon dont l'approche traditionnelle et l'approche fondée sur des trajectoires de transition abordent les changements climatiques

« On ne peut pas prédire l'avenir, mais on peut inventer des avenirs. »

Dennis Gabor, Prix Nobel (Physique) 1971

d'établir des objectifs et des plans et d'atteindre les buts souhaités dans les domaines social, économique ou environnemental. En effet, l'incertitude ne nie pas la nécessité d'agir maintenant pour obtenir des résultats plus souhaitables à l'avenir. L'un des atouts majeurs de l'approche fondée sur des trajectoires de transition est qu'elle reconnaît l'incertitude mais se concentre sur la maximisation des possibilités d'obtenir de meilleurs résultats pour la société dans une période de changements turbulents. Une approche fondée sur des trajectoires de transition ne repose pas sur l'image d'une société idéale ou sur un plan intégré pour l'avenir. Les trajectoires ne sont pas des plans qui sont mis en œuvre comme les plans de construction d'une

tour de bureaux. Ce sont des guides qui peuvent inspirer et orienter l'action, mais qui nécessiteront certainement des ajustements au fur et à mesure du déroulement des événements, ou qui pourraient être finalement abandonnées au profit de trajectoires alternatives si cela s'avérait avantageux⁴⁴.

L'expérience de la politique climatique au cours des dernières décennies montre qu'il n'y a aucune garantie que les actions à court terme des acteurs privés sur le marché, ou le fonctionnement au jour le jour des négociations politiques, permettent d'atteindre les résultats sociétaux les plus souhaitables. En fait, les groupes de la société, les gouvernements et les entrepreneurs planifient et encouragent déjà le changement. Et une approche fondée sur des trajectoires de transition peut aider à coordonner les efforts et les diriger dans des directions plus fructueuses.

Une dernière question mérite d'être discutée : si une approche fondée sur des trajectoires de transition offre autant de potentiel, pourquoi n'a-t-elle pas été utilisée auparavant? En fait, les éléments qui constituent une telle approche ont été essayés, mais pas nécessairement de manière aussi intégrée et consciente. La modélisation et l'analyse de scénarios sont des composants essentiels du débat sur la politique climatique. Les consultations sectorielles des parties prenantes ont été utilisées pour tenter de tracer la voie à suivre. Et il est devenu de plus en plus courant d'associer les efforts visant à atténuer les changements climatiques à la résolution d'autres problèmes de la société : pensez à l'élimination progressive du charbon en Ontario, un changement qui a été initialement motivé par des préoccupations en matière de santé et d'assainissement de l'air⁴⁵, ainsi qu'aux efforts de planification de nombreuses municipalités canadiennes en matière de durabilité et d'énergie. Cependant, la modélisation a rarement été associée à la création conjointe de visions et de trajectoires, et les processus de co-construction impliquant des parties prenantes ont souvent été détournés par des acteurs en place plus intéressés à protéger les structures existantes qu'à stimuler un réel changement. Une approche systémique, qui explore les courants perturbateurs et transformateurs et lie la décarbonisation à la réalisation d'objectifs positifs, n'a pas encore été appliquée de manière cohérente.

La réticence des gouvernements à débattre publiquement de l'ampleur des changements nécessaires pour lutter contre les changements climatiques, ainsi que la nature fragmentaire et à court terme de nombreuses décisions politiques, ont clairement empêché l'adoption d'approches plus intégrées et visant le long terme. De nombreux intérêts économiques restent hostiles à la reconnaissance de la nature des ajustements nécessaires⁴⁶. Par conséquent, l'attrait de l'approche fondée sur des trajectoires de transition n'est pas évident. Parmi les autres facteurs qui ont jusqu'à présent empêché l'adoption de cette approche, on notera la manière dont les changements climatiques ont été inscrits à l'ordre du jour international (où une analogie

étroite a été établie avec le processus international permettant de contrôler les émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone), la fragmentation des milieux de spécialistes, et l'isolement relatif des universitaires par rapport aux contextes décisionnels du monde réel.

Mais il faut aussi admettre qu'il n'est pas facile de mettre en application une approche fondée sur des trajectoires. Celle-ci nécessite l'intégration de chercheurs possédant des compétences et des antécédents disciplinaires différents, ainsi que des interactions prolongées avec des acteurs de l'innovation. Une telle approche exige du temps, des ressources et une perspective à plus long terme ce qui pose un problème de financement et peut nécessiter l'adoption de nouvelles méthodes de travail par tous les partenaires impliqués dans le processus. Répondre à l'ensemble de ces demandes peut être difficile, mais l'existence d'un tel défi ne signifie pas qu'il ne vaille pas la peine d'essayer.

4. Une méthodologie pour le développement des trajectoires

Dans cette section, nous décrivons une méthodologie qui peut être appliquée dans différents contextes pour développer et réaliser des trajectoires de transition performantes et convaincantes. Nous avons déjà défini les caractéristiques fondamentales d'une approche fondée sur des trajectoires de transition et allons ici les lier et examiner de quelle manière elles peuvent être mises en œuvre dans la pratique. L'application détaillée de cette méthodologie variera selon les circonstances. Nous présentons ici les étapes et procédures de base, ainsi qu'une analyse de certains défis et considérations clés.

4.1. Le processus de développement de trajectoires

Les éléments fondamentaux du processus d'élaboration des trajectoires sont résumés à la figure 4.1. Il s'agit d'une séquence de quatre étapes qui va de l'investigation à la réalisation pratique en passant par la conception de visions et de trajectoires ainsi que la mise au point et la validation de celles-ci. Cette approche implique des interactions itératives entre le chercheur et les parties prenantes, soit un cheminement commun permettant le développement conjoint de visions et de trajectoires. Partant d'une volonté de changement, cette approche est fondée sur l'analyse, la critique, la collaboration et la création conjointe, et ce, dans le but de préparer le terrain

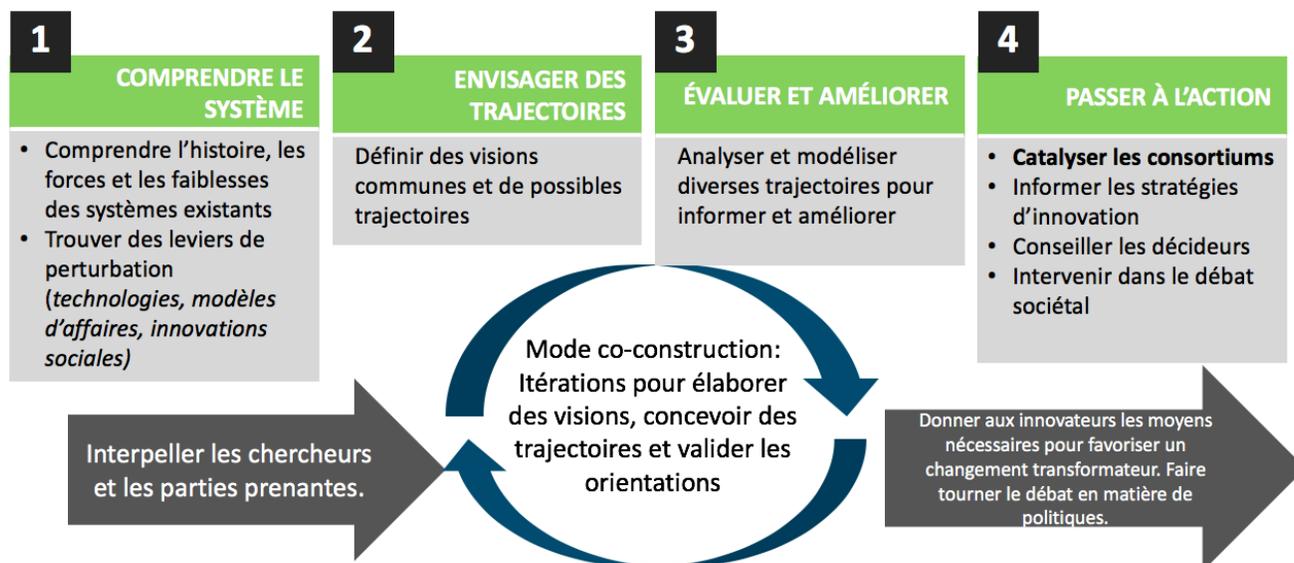


Figure 4.1 Processus itératif dans le cadre d'une méthodologie visant à développer et mettre en œuvre des trajectoires de transition permettant d'atteindre des objectifs sociétaux, y compris la gestion des gaz à effet de serre.

pour la réalisation d'actions concrètes. Examinons chacune de ces étapes plus en détail.

Première étape : comprendre. L'élaboration de trajectoires débute par une étude initiale du système concerné. Sans une compréhension approfondie du fonctionnement actuel, comment peut-on explorer des possibilités crédibles de changement? Les éléments clés permettant de constituer cette base de connaissances initiale comprennent :

- *La définition du système* : une identification plus précise du système concerné par l'exercice, de ses limites et de ses composants principaux, des fonctions sociétales qu'il est censé remplir et de ses liens avec d'autres systèmes⁴⁷. Il est important de noter qu'à ce stade, l'accent est mis sur les frontières et les composantes principales du système existant. Ces frontières pourront cependant être redéfinies à la lumière des informations recueillies au cours des prochaines étapes du processus.
- *L'évolution historique* : l'émergence du système dans le temps, ses origines et son développement, les épisodes antérieurs de transformation, y compris les changements technologiques et économiques ainsi que les réformes de la réglementation et de la gouvernance⁴⁸.
- *La configuration actuelle* : la situation actuelle, notamment : les flux énergétiques, matériels et économiques; les entreprises et autres acteurs de la société; les groupes d'intérêts en place; la réglementation et la gouvernance; les normes, routines et attentes dominantes; les pratiques sociales essentielles; etc.

- *Les forces et les faiblesses* : les avantages et les coûts du système actuel, y compris les conséquences inattendues, sous-produits moins souhaitables du système (par exemple les GES et les émissions atmosphériques); l'efficacité (ou l'absence d'efficacité) dans l'utilisation de l'énergie, des infrastructures ou d'autres ressources (par exemple, des terrains); la mesure dans laquelle le système répond aux attentes de la société; et la façon dont ces forces et faiblesses diffèrent selon divers points de vue. Les perspectives importantes varieront selon les circonstances mais peuvent inclure par exemple : les gens du milieu (le « régime », y compris les joueurs en place et les pratiques dominantes) par rapport aux personnes extérieures au milieu (les concurrents désireux de se tailler une place dans le créneau et les nouveaux modèles); les producteurs par rapport aux consommateurs; les employeurs/travailleurs/investisseurs; les jeunes et les vieux; les riches et les pauvres, et ainsi de suite.
- *Les forces perturbatrices et transformatrices* : les innovations sociales ou relatives à la technologie, au modèle économique ou aux politiques qui perturbent ou menacent de perturber le fonctionnement établi du système. Ces forces sont souvent influencées par les nouvelles technologies, mais peuvent aussi l'être par des changements d'orientation politique ou de style réglementaire, l'évolution des attitudes du public ou des goûts des consommateurs, etc. Certaines peuvent être déjà largement appréciées, alors que d'autres restent latentes (reflétant des développements émergents ou des problèmes de longue date qui n'ont pas encore éclaté au grand jour)⁴⁹.
- *Avenirs alternatifs* : imaginer différentes configurations du système, proposer des suggestions pour faire les choses différemment, voir les possibilités de transformation du système pouvant indiquer la voie à suivre pour le développement de la vision et de la trajectoire⁵⁰.

La réalisation de ce travail nécessite une intégration des connaissances tirées de différentes sources, notamment d'études universitaires, de documents gouvernementaux et industriels, de bases de données statistiques, de rapports faits dans les journaux et les médias, d'entrevues réalisées avec des parties prenantes, etc. Il est essentiel de combiner des données quantitatives et qualitatives et de recourir à l'interprétation et à l'analyse si l'on veut réaliser une étude visant à saisir les processus dynamiques à l'œuvre dans un système particulier.

Concernant cette première étape de « compréhension », il convient de garder à l'esprit trois autres points. Premièrement, l'objectif n'est pas de préparer un rapport académique (bien que les chercheurs participants puissent bien sûr rédiger des contributions d'auteurs basées sur leurs travaux), mais une analyse largement accessible et pouvant servir de fondement à une action. Deuxièmement, il ne s'agit pas d'essayer de comprendre tout

ce qu'il est possible d'apprendre sur un système, mais d'acquérir une compréhension suffisante pour ancrer les prochaines étapes du développement de la trajectoire. En effet, à un moment donné, l'acquisition de connaissances plus complètes dépend de l'exploration détaillée des solutions de rechange et, finalement, des tentatives visant à concrétiser un changement. Troisièmement, bien que l'exercice commence à partir d'un système particulier, les liens avec d'autres systèmes peuvent constituer un facteur critique, en particulier en ce qui concerne les forces perturbatrices (qui peuvent « se propager » dans plusieurs domaines établis) et les futurs alternatifs. Il peut alors être essentiel de reconfigurer les frontières entre les systèmes pour être en mesure de définir des solutions durables.

Deuxième étape : développer conjointement. L'accent est mis ici sur la construction conjointe de visions permettant la configuration améliorée d'un système particulier et le développement d'une ou plusieurs trajectoires à même de relier ces futurs au monde d'aujourd'hui.

Les visions sont des énoncés de haut niveau qui expriment les aspirations à long terme et esquissent un futur attrayant⁵¹. Les caractéristiques importantes de ces visions sont les suivantes :

- Elles ne sont pas des prédictions de ce que l'avenir sera, mais représentent une image de ce qu'il pourrait être;
- Elles sont rattachées à un système (ou à plusieurs, ou éventuellement à un fragment de système) dans le but d'atteindre plusieurs objectifs sociétaux, qui incluent notamment des réductions substantielles des émissions de gaz à effet de serre;
- Elles sont projetées dans un futur d'une ou plusieurs décennies (afin de libérer les parties prenantes des préoccupations immédiates et de laisser le temps nécessaire à la mise en place de changements significatifs);
- Elles ont une orientation sociale ou collective (visant le « bien social commun » et pas seulement le succès d'une entreprise ou d'une technologie individuelle) et peuvent susciter un attrait sociétal important.

Les trajectoires décrivent les étapes à suivre pour sortir des conditions actuelles et réaliser une ou plusieurs des visions décrites ci-dessus⁵² :

- Elles impliquent des séquences de changements interreliés en matière de technologies, de modèles commerciaux, de politiques et de fonctionnement sociétal qui peuvent contribuer à l'obtention de résultats à long terme;
- Elles partent des circonstances actuelles mais visent explicitement à assurer des modifications à grande échelle dans un système ou un sous-système;

- Elles doivent être **crédibles** (sur les plans biophysique, économique et social), **performantes** pour réaliser les objectifs de la société et **convaincantes** pour les principaux intervenants qui piloteront en fin de compte le changement de système souhaité.

Les visions et les trajectoires sont créées conjointement grâce à des interactions entre chercheurs et innovateurs, ce qui donne aux participants un sentiment de propriété commune. Leur développement s'appuie sur des éléments déjà présents dans le débat de société : les éléments clés auront été identifiés lors de l'enquête initiale et seront également amenés dans la discussion par les parties prenantes. Une grande partie de la phase de visualisation consiste à placer ces éléments dans un contexte de système plus large, à les lier ensemble et à créer un sentiment de propriété collective chez les divers participants. Mais cela peut aussi impliquer de ré-imaginer les liens existant entre les secteurs et les pratiques et de redéfinir les frontières des systèmes afin de proposer des solutions créatives. La définition de la trajectoire peut commencer par l'exploration des implications d'un ou de plusieurs thèmes essentiels identifiés dans la vision – éventuellement liés à une innovation technologique ou à un changement de pratique sociale – et se poursuivre par la réalisation d'interconnexions avec d'autres domaines⁵³.

Il existe une grande variété de techniques permettant de faciliter la visualisation des futurs possibles, notamment les discussions animées, le recours à des aides visuelles ou des scénarios qualitatifs, les jeux de rôle, l'élucidation par les experts, etc. Il importe cependant de maintenir l'exercice ancré dans la réalité sans qu'il soit toutefois trop contraint par les circonstances existantes; de considérer le système et ses composants; et de tenir compte d'une diversité de perspectives. Le résultat sera généralement un énoncé relativement court présentant des valeurs et des objectifs communs avec une orientation qui devrait être ambitieuse.

Le développement de la trajectoire s'appuie sur une compréhension détaillée des conditions actuelles ainsi que sur la vision d'un avenir inspirant. Une combinaison de prévisions et d'analyses rétrospectives peut lier les avenirs imaginés aux circonstances actuelles, et une implication itérative des chercheurs et des parties prenantes permet de compléter progressivement les étapes vers la concrétisation du changement⁵⁴. La conception d'une trajectoire exige une intégration des connaissances sur différentes sphères sociales (technologies, pratiques commerciales, politiques, choix du consommateur, etc.) et peut nécessiter la réalisation d'études détaillées sur des problèmes techno-économiques, environnementaux, socioculturels et juridico-réglementaires spécifiques⁵⁵. Elle implique la prise en compte des trajectoires alternatives, l'identification des nœuds de décision ou des points de branchement, l'analyse des obstacles et des catalyseurs ainsi que l'examen des approches plus ou moins souhaitables. *L'objectif est l'élaboration de récits convaincants de changements en profondeur basés sur des*

circonstances matérielles. Ceux-ci doivent être étayés par des analyses et des données, mais surtout présenter une histoire convaincante permettant faire avancer les changements concrètement⁵⁶. À ce stade, l'objectif n'est pas de comprendre de manière exhaustive une trajectoire potentielle, mais de bien saisir les contours d'une ou plusieurs voies menant à un changement positif du système, des voies qui ne présentent pas de caractéristiques invalidantes évidentes et qui suscitent l'intérêt et l'enthousiasme des participants.

Il convient de noter que le travail de visualisation et d'élaboration de trajectoires implique nécessairement un engagement normatif, et pas seulement un engagement en faveur d'un changement positif. Il est nécessaire d'user d'un jugement critique pour jauger ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas, classer les résultats selon qu'ils sont plus ou moins attrayants, choisir les perspectives à privilégier, etc. Les hypothèses normatives sont une caractéristique de toute recherche, mais cela est particulièrement vrai pour la recherche appliquée visant à transformer le monde réel.

Troisième étape : analyser. Cette phase se concentre sur l'évaluation détaillée des trajectoires proposées, l'approfondissement de leurs éléments clés, l'identification des forces et des faiblesses de chacune d'elles et l'adaptation des trajectoires particulières en vue d'accroître leur viabilité. Cela nécessite des évaluations technico-économiques et environnementales (ÉTÉE) systématiques des principales composantes de la trajectoire, ainsi que des analyses sociales et politiques, tout en impliquant différents acteurs de la société⁵⁷. L'objectif consiste à *établir si la trajectoire est vraiment crédible, performante, convaincante et potentiellement à la hauteur de ses promesses*.

Cela nécessite de tester la résistance d'éléments clés de la trajectoire. Les travaux d'ÉTÉE consistent à quantifier et à modéliser les flux d'énergie, de matériaux, de polluants et de valeur économique au moyen de composants clés du ou des nouveaux systèmes envisagés. Les informations tirées de ce travail sont ensuite combinées dans un modèle de scénario conçu au niveau des systèmes. Ce scénario commence par une description détaillée du système actuel, tant du point technologique que géographique (par exemple, la province), et montre la façon dont celui-ci pourrait être transformé au cours des prochaines décennies.

La modélisation d'un scénario force la prise en compte du moment et de l'ampleur du déploiement de la technologie, du modèle économique et des innovations sociales nécessaires pour atteindre la transition souhaitée. En effet, la modélisation d'un scénario aide à créer un récit pour la trajectoire de transition; sinon, ce travail peut être utilisé pour convertir un récit préexistant en une représentation quantitative montrant les implications au niveau du système de la réalisation des changements envisagés.

L'analyse critique des résultats du modèle de scénario et du récit associé à la trajectoire de transition aide à identifier les éléments essentiels tels que :

- Les moteurs (et les obstacles) perçus pour le changement du système à chaque étape du processus de transition;
- L'échéancier approprié pour modifier les politiques ou les réglementations existantes qui entravent actuellement les changements envisagés;
- Le calendrier et la nature des nouvelles politiques, normes et taxes ou des nouveaux efforts de communication/diffusion qui peuvent faciliter le changement souhaité;
- Le calendrier des étapes à suivre pour le développement du modèle technologique/commercial, y compris l'ampleur des opérations, la compétitivité des coûts, etc.;
- Les priorités en matière de recherche, développement et déploiement (RD et D);
- Les incidences potentielles sur d'autres secteurs de l'économie, notamment le pétrole et le gaz, la production d'électricité, les mines, l'agriculture, etc.;
- D'autres impacts possibles sur le bien-être : les dimensions sociale, environnementale et économique.

L'analyse de la troisième étape offre également l'occasion d'étudier l'attrait exercé par la trajectoire proposée sur différents groupes de la société ainsi que la sensibilité aux changements de circonstances, aux niveaux national et international. Les questions typiques à examiner sont les suivantes : quelle est la capacité d'attirer des capitaux? Quelles circonstances politiques sont nécessaires pour obtenir un soutien politique? Existe-t-il des impacts collatéraux potentiels et quelles stratégies sont susceptibles d'aider à les éviter? De quelle façon la trajectoire réfère-t-elle aux attitudes et valeurs sociales? Aux aspirations et aux identités de différents groupes? Aux considérations d'équité et de justice? Etc.

Les résultats de cette analyse peuvent avoir une répercussion sur les phases précédentes, ce qui peut inciter à repenser les hypothèses initiales, à examiner plus en détail les éléments problématiques ou les obstacles et catalyseurs nouvellement évalués et à adapter les paramètres de la trajectoire. S'il devient clair qu'une trajectoire particulière ne peut pas fonctionner, son développement peut être suspendu à ce stade.

Par exemple, la modélisation ou les évaluations technologiques ou sociales peuvent révéler que la trajectoire ne peut tout simplement pas réaliser les objectifs souhaités. Ou qu'il peut-être est impossible actuellement de fournir une histoire convaincante. Dans certains cas, l'analyse peut suggérer que les forces perturbatrices ne sont pas suffisamment matures pour permettre un changement à court ou moyen terme. Il se peut que le soutien des parties prenantes ne soit pas suffisant pour concrétiser la trajectoire et/ou que les

circonstances politiques soient fondamentalement défavorables. Notez que cela ne signifie pas qu'une trajectoire est bloquée de façon permanente : des avancées technologiques futures ou un changement de conjoncture économique ou politique pourraient ouvrir des perspectives de transformation. Mais, à court terme, tenter de la réaliser concrètement n'aurait aucun sens.

Quatrième étape : avancer. La dernière étape implique un mouvement vers la mise en œuvre de la trajectoire. Il s'agit ici de promouvoir les efforts concrets visant à réaliser la ou les trajectoires définies, en encourageant les essais et les expériences ainsi que les changements apportés aux politiques, aux modèles commerciaux, aux comportements et aux institutions⁵⁸. Si les étapes décrites ci-dessus ont été réalisées avec succès, elles auront permis d'identifier et de valider initialement une ou plusieurs trajectoires d'amélioration sociétale performantes et convaincantes. Et le processus d'investigation, de visualisation et de développement interactif de la trajectoire aura déjà rassemblé un noyau d'acteurs qui comprennent le potentiel de la trajectoire proposée et qui sont prêts à prendre des mesures pour la concrétiser.

L'objectif essentiel de cette étape consiste à développer ce noyau d'acteurs pour en faire une coalition plus large en faveur du changement, et à créer un ou plusieurs consortiums axés sur des projets concrets contribuant à la mise en œuvre de la trajectoire concernée.

À cette étape, les actions suivantes peuvent être réalisées :

- Formuler un plan global des étapes nécessaires pour lancer ou accélérer la réalisation de la trajectoire. Celles-ci peuvent avoir trait aux politiques, aux infrastructures, aux investissements, à des activités supplémentaires de R et D, à l'implication du public, etc.
- Donner des conseils aux décideurs et aux autres parties prenantes concernant la mise en œuvre de ces étapes clés : cela ne se limite pas à une description ce qui doit être fait, mais comprend également l'identification des personnes qui sont les mieux placées pour faire avancer différentes tâches.
- Intervenir dans le débat sociétal plus large pour sensibiliser le public au sujet du potentiel de cette trajectoire et des mesures nécessaires à sa réalisation.

Cela nécessite avant tout la *création de consortiums indépendants* capables de prendre l'initiative d'encourager les changements technologiques, commerciaux, économiques et sociaux nécessaires à la réalisation de cette trajectoire. La nature exacte de ces groupes dépendra des conditions particulières, mais leurs activités peuvent inclure l'organisation d'essais et d'expériences, le soutien à la construction d'infrastructures, la planification, le lobbying auprès du gouvernement, l'information et la mobilisation

du public, la commande de nouvelles recherches, la formation, l'établissement de normes ou de codes de pratique, etc. Avec la création de tels consortiums, le processus initial de développement de trajectoires décrit ici prend fin et l'initiative passe résolument aux mains des parties prenantes de la société : les entreprises, les groupes de la société, les organismes gouvernementaux et les autres institutions qui voient un intérêt à la réalisation de la trajectoire de transformation.

Bien que les quatre étapes décrites ci-dessus aient été présentées comme une progression linéaire, dans la pratique les choses peuvent être plus complexes, avec des étapes entreprises en dehors de la séquence ou seulement partiellement complétées avant le début des travaux de l'étape suivante. Il peut être nécessaire de revenir à une étape précédente, car les conséquences d'une décision antérieure sont mieux comprises. Cela dépend en grande partie de ce qui a déjà été accompli dans le secteur concerné, de la situation dans laquelle se trouvent les parties prenantes et des possibilités de financement. Parfois, le travail peut commencer sur des « fragments » de la trajectoire (des sous-systèmes particuliers ou des parties d'un problème plus large), parce que les conditions ne sont pas encore réunies pour traiter le système plus vaste, ou parce que les ressources ou les capacités sont limitées. Et ces trajectoires plus limitées peuvent être reliées plus tard. Dans d'autres circonstances, une coalition d'agents de changement peut déjà avoir été formée avant même que le développement de la vision explicite ou de la trajectoire n'ait été entrepris. L'approche reste donc flexible et doit être adaptée aux circonstances concrètes.

4.2. Points de départ

La méthode décrite ci-dessus peut être appliquée dans diverses conditions pour répondre à des préoccupations concernant un secteur, une région ou un problème, ou encore l'interaction de ces éléments. Les « secteurs » désignent des systèmes fonctionnels (tels que la mobilité personnelle) ainsi que des subdivisions économiques définies de manière plus conventionnelle. Les régions peuvent inclure n'importe quelle entité liée au territoire, y compris les villes, les provinces, les communautés autochtones ou un pays. Partir d'un « problème » peut être intéressant dans les cas où une question particulière préoccupe les décideurs politiques ou économiques. Cela crée une conjoncture favorable (et offre un potentiel de financement) qui peut servir de point d'entrée dans un système plus vaste. L'interaction de ces éléments pourrait par exemple concerner le transport de marchandises dans l'Ouest canadien, ou le système d'électricité au Québec. *Quel que soit le point de départ choisi, il est important de définir le « système » dans lequel le projet peut s'inscrire, car cela limite l'analyse et sert en définitive de centre d'intérêt pour le travail de transformation.*

De toute évidence, le « système » peut être compris à partir de différents points de vue. Nous nous intéressons ici aux interactions et aux interdépendances physiques, économiques et sociales ainsi qu'à la disponibilité de leviers permettant d'apporter des changements. L'échelle est essentielle pour définir les limites du système pertinent et établir des priorités pour l'application d'une approche fondée sur des trajectoires de transition⁵⁹. En règle générale, on cherche un compromis entre une échelle suffisamment grande pour avoir un impact appréciable, mais suffisamment petite pour initier une action. Bon nombre des systèmes d'intérêt peuvent être définis à plusieurs échelles : par exemple les systèmes agroalimentaire, de transport et d'électricité sont locaux, régionaux, nationaux et internationaux, et sont liés à plusieurs niveaux. L'industrie automobile est véritablement mondiale, mais elle existe aussi aux niveaux national, régional et local. Le potentiel de transformation existe à plusieurs échelles, mais agir directement à de plus grandes échelles n'est généralement possible que pour un nombre relativement restreint d'acteurs puissants (voir figure 4.2).

La politique est une dimension importante dans la mesure où les unités politiques (pays, provinces, gouvernements territoriaux et des communautés autochtones, villes) établissent des frontières juridiques, influencent les modèles de développement économique et fournissent des instruments politiques qui peuvent être appliqués pour induire un changement. En raison de la grande taille du Canada, de la diversité des économies politiques régionales et des structures politiques décentralisées, il sera souvent logique de se concentrer sur une échelle provinciale ou provinciale/sectorielle.

4.3. La contribution des chercheurs

Les chercheurs (issus des universités, mais également d'instituts indépendants, de l'industrie et du gouvernement) ont le potentiel d'apporter une contribution majeure au développement des trajectoires. Ils peuvent s'appuyer sur de vastes connaissances (sciences naturelles, sociales et humaines) et appliquer des techniques de recherche sophistiquées pour comprendre les systèmes existants, identifier les opportunités et les obstacles au changement et proposer des solutions prenant en compte de multiples dimensions sociétales (techniques, sociales, commerciales, etc.). De plus, l'indépendance relative du secteur universitaire signifie que les universitaires sont moins étroitement associés aux intérêts établis et conservent un plus grand réservoir de confiance sociale que de nombreux autres groupes de la société⁶⁰.

D'un autre côté, tous les chercheurs ne seront pas aptes à participer au type de processus itératif décrit ici. En règle générale, les participants devront être intéressés par la recherche appliquée visant à répondre aux problèmes de la société et disposés à dialoguer avec divers partenaires de la société et à

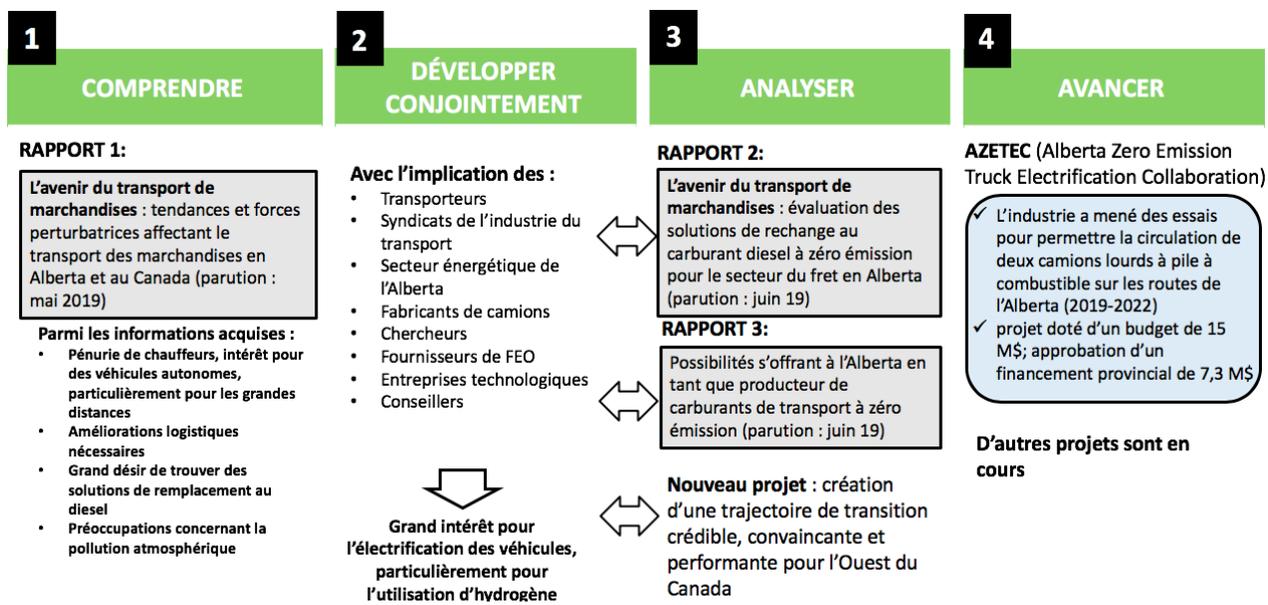


Figure 4.2 Passer de l'analyse à l'action : un exemple pratique de la méthodologie utilisée pour la création d'une trajectoire de transition

Au cours des deux dernières années, les chercheurs du CESAR (Canadian Energy Systems Analysis Research) ont appliqué une méthodologie afin de créer une trajectoire de transition pour relever le défi de transformer le transport de marchandises lourd dans l'Ouest canadien. Ces travaux comprenaient une analyse détaillée du système existant alimenté au diesel, des interactions avec les parties prenantes de la société en vue de définir des visions et des trajectoires prometteuses, ainsi que des évaluations technico-économiques et environnementales de systèmes fonctionnant à l'aide d'une énergie alternative.

Les travaux ont permis d'identifier le potentiel des véhicules électriques à pile à hydrogène. Ceux-ci apportent non seulement une solution au secteur du fret, mais fournissent aussi au secteur de l'énergie de l'Alberta une excellente occasion de devenir la principale source d'hydrogène en Amérique du Nord, un carburant de transport à zéro émission. L'élargissement de la problématique, depuis son orientation initiale sur le secteur du fret jusqu'à son inclusion d'une opportunité plus lucrative pour le secteur énergétique producteur de diesel en Alberta, a été la clé du développement d'une trajectoire crédible et convaincante. Le secteur du fret a été stimulé par l'idée qu'il pourrait être le principal bénéficiaire de l'émergence d'une nouvelle économie dynamique de l'énergie propre « fabriquée en Alberta ». Et le secteur de l'énergie vient maintenant s'asseoir à la table de discussion parce que le secteur du fret est là et s'intéresse aux produits qu'il peut fournir.

Cette démarche a ouvert la porte à une série de projets pilotes soutenus par différents consortiums, ainsi qu'à la poursuite du développement de la trajectoire autour d'une économie de l'hydrogène qui sera repris par l'Accélérateur de transition. Par exemple, le projet AZTEC (Alberta Zero Emission Truck Electrification Collaboration), lancé par le CESAR et doté d'un budget de 15 millions de dollars, a récemment bénéficié de l'appui de la province pour la construction et le test de deux camions lourds à pile à combustible.

Représentation schématique des résultats des travaux de développement des trajectoires du CESAR sur le transport de marchandises et l'hydrogène

en tirer des enseignements. Les interactions nécessaires pour le développement d'une trajectoire sont difficiles et prennent du temps. Elles diffèrent des relations plus centrées sur la technique que l'on observe parfois entre chercheurs et entreprises dans les facultés de génie et de science, ou du rôle presque exclusivement « orienté vers la critique » joué par certains spécialistes des sciences sociales. Au lieu de cela, le processus décrit ici

nécessite des collaborateurs de recherche rigoureux dans leur technique et leur pensée critique qui adoptent une approche positive, collaborative et axée sur les solutions.

Bien que les chercheurs et les acteurs de la société soient impliqués tout au long du développement de la trajectoire, leurs contributions respectives évolueront avec l'avancement du processus. Au début de la phase de collecte et d'analyse des données, les chercheurs effectueront l'essentiel du travail, alors que certains acteurs choisis serviront plutôt d'informateurs ou se prêteront à des entrevues. À mesure que le processus évolue vers une vision et une définition de la trajectoire, les chercheurs peuvent aider à structurer le processus, mais les acteurs joueront un rôle plus central en aidant à définir collégialement les perspectives. Les chercheurs dirigeront les aspects techniques de la modélisation, mais les parties prenantes contribueront à l'élaboration du scénario. Les chercheurs peuvent jouer un rôle crucial dans l'évaluation technique des trajectoires, mais le point de vue des parties prenantes est essentiel pour établir ce qui est crédible et convaincant. À mesure que le travail se dirige vers la mise en œuvre concrète de la trajectoire et la création du consortium, les parties prenantes sont censées prendre les devants, les chercheurs apportant leur soutien et leur évaluation.

4.4. La contribution des parties prenantes

Les interactions structurées entre chercheurs et parties prenantes de la société sont essentielles à cette approche. Les « processus multipartites » sont depuis longtemps une caractéristique de la politique relative au climat et au développement durable. Au Canada, on citera à titre d'exemple le « projet de société » du début des années 90, les « tables sectorielles » de l'ère du protocole de Kyoto, et de nombreux autres exercices de consultation ou de collaboration menés dans diverses administrations et industries⁶¹. De plus, il existe une expérience internationale substantielle d'utilisation de tels processus à différentes échelles, ainsi que de nombreuses études universitaires sur des sujets allant de la « planification participative » à la « gestion adaptative » en passant par les stratégies climatiques communautaires⁶². Les éléments importants à prendre en compte dans la conception de telles initiatives concernent la structure de l'exercice, la sélection des participants, les modes d'interaction et les résultats attendus.

Dans le cas qui nous occupe, la *structure* est centrée sur le développement de trajectoires performantes et convaincantes permettant d'atteindre un avenir meilleur. La volonté des participants et leur capacité à produire des changements positifs sont des facteurs déterminants pour la *sélection des participants*. La *nature des interactions* entre les parties évolue au fur et à mesure que le processus de développement de la trajectoire progresse. Et les

résultats souhaités sont des récits constructifs et des actions positives servant à la réalisation de la trajectoire. La notion de « conception conjointe » est au cœur de ce processus; elle implique que différents groupes collaborent pour envisager puis réaliser un projet de transformation commun⁶³.

Une conception conjointe de ce genre est assez différente des processus « participatifs » typiques. Certaines initiatives, par exemple, rassemblent simplement les parties prenantes intéressées et tentent de dégager un consensus. Trop souvent, cela conduit à une impasse (certains groupes ne souhaitant pas abandonner des intérêts importants) ou à un résultat représentant le plus petit dénominateur commun. D'autres processus ne sont pas suffisamment ancrés dans la réalisation d'objectifs pratiques et dégénèrent en discussions sans fin. Dans les autres cas, les véritables décisions sont prises par les autorités publiques ou privées, mais les parties prenantes sont impliquées trop tard dans le processus. La participation n'est alors qu'une simple « consultation » formelle qui ne peut servir qu'à ajuster de manière marginale un résultat prédéterminé. C'est l'une des critiques les plus couramment faites au sujet des initiatives menées par le gouvernement.

Un véritable processus de co-conception est orienté vers un objectif pratique et dirige les contributions des parties qui collaborent vers la construction conjointe d'un résultat commun. Pour développer des trajectoires performantes et convaincantes, **l'accent initial sera mis sur les innovateurs**; on veillera ensuite à intégrer progressivement des couches plus larges de parties prenantes afin de tester la performance et la nature convaincante de la trajectoire émergente. Notons que l'objectif ne consiste pas principalement à satisfaire tous les acteurs œuvrant dans un secteur. Par définition, c'est un but presque impossible à atteindre pour des projets transformationnels qui perturbent nécessairement les attentes et les droits existants. On ne cherche pas non plus à élaborer une trajectoire qui ne séduit que les experts techniques ou un ensemble particulier d'intérêts, tout en laissant les autres participants sur leur faim. Il s'agit plutôt du développement conjoint d'une trajectoire « adaptée au but poursuivi » qui permet d'atteindre les objectifs visant l'amélioration des résultats et de susciter un grand attrait social. Mais, dans un premier temps, une telle trajectoire doit attirer une coalition suffisamment diversifiée et énergique d'acteurs disposés à défendre son potentiel dans le monde réel.

Le développement de processus de co-conception authentiques prend nécessairement du temps et nécessite l'instauration d'un climat de confiance entre les collaborateurs.

4.5. Scénarios et modélisation quantitative

Les scénarios et la modélisation quantitative peuvent jouer un rôle important dans le développement des trajectoires. Les scénarios permettent l'exploration de différents mondes futurs possibles et, lorsqu'ils sont combinés à une modélisation quantitative, facilitent l'examen des implications des choix politiques et des changements technologiques et sociétaux. La modélisation a joué un rôle central dans le développement de la recherche et des politiques internationales sur le climat : elle a permis de mieux comprendre les changements climatiques induits par les émissions humaines de GES, les conséquences potentielles de ces changements climatiques sur les activités humaines et les résultats – pour le climat mais aussi pour l'économie – de diverses stratégies d'atténuation et approches politiques. Les modèles les plus vastes et les plus complexes sont les modèles d'évaluation intégrée (MEI) utilisés par les scientifiques pour suivre les interactions entre les systèmes naturels et humains à l'échelle mondiale pendant au moins un siècle⁶⁴. Dans le contexte canadien, différentes approches ont été utilisées pour modéliser les liens existants entre les systèmes énergétiques, les émissions, l'économie et les options de politique climatique⁶⁵. D'une manière générale, il existe une distinction entre les modèles « ascendants », qui partent des flux d'énergie et de matériaux, et les modèles « descendants », qui prennent en compte l'économie dans son ensemble, mais des approches hybrides sont également proposées⁶⁶. Certains modèles sont mieux adaptés pour répondre à certains types de questions⁶⁷.

Lorsqu'on songe à utiliser des approches de modélisation adaptées au processus de développement d'une trajectoire décrit dans le présent document, il est important de garder à l'esprit un certain nombre de points :

- *La capacité d'envisager un changement de système à grande échelle.* Certains modèles sont bien adaptés au suivi des ajustements incrémentiels des relations existantes, mais ont de la difficulté à s'adapter aux changements perturbateurs à grande échelle ou aux changements importants de la demande qui modifient les conditions structurelles. Étant donné que les transitions concernent ces types de changement, de tels modèles peuvent être moins utiles lors des phases exploratoires du développement de la trajectoire (bien qu'ils puissent apporter un éclairage utile sur les implications des étapes politiques spécifiques lors de la création d'une trajectoire)⁶⁸.
- *L'accessibilité pour les parties prenantes.* De nombreux modèles établis sont extrêmement complexes et ne peuvent être manipulés avec succès que par des personnes possédant une formation approfondie. En outre, leurs hypothèses et les fonctions qui lient les variables (qui se comptent littéralement par milliers) peuvent être obscures ou non disponibles pour un examen minutieux. Cela rend ces modèles

compliqués et difficiles à utiliser avec les parties prenantes. Or, l'expérience internationale en modélisation participative confirme l'importance de l'accessibilité des outils quantitatifs pour renforcer la confiance, explorer les options et concevoir conjointement des trajectoires⁶⁹.

- *Les demandes visant à intégrer plusieurs dimensions, y compris les technologies, les conditions économiques, les pratiques sociales, les attitudes du public, les initiatives politiques, etc.*⁷⁰.
- *L'applicabilité à différents types de projets de trajectoires, à différentes échelles.* Étant donné que le développement d'une trajectoire peut commencer à partir d'un secteur, d'une région, d'un problème ou d'une interaction de ceux-ci, les approches en matière de modélisation doivent être adaptables à différents types de circonstances⁷¹.
- *Transparence et coût raisonnable.* Alors que les chercheurs universitaires ont joué un rôle dans le développement de modèles au Canada, les modèles les plus couramment utilisés appartiennent maintenant à des consultants privés ou aux gouvernements. Même lorsque le modèle lui-même a été placé dans le domaine public, il peut être nécessaire de faire appel à des consultants privés pour l'adapter et l'exécuter. La création de modèles sophistiqués, la collecte et la saisie de données et la conception de scénarios peuvent rapidement engloutir de très importantes sommes d'argent⁷².

Aucun type de modèle ne peut répondre à toutes ces exigences et le développement des trajectoires impliquera généralement l'utilisation d'une série d'approches. En effet, différentes méthodes de modélisation sont appropriées pour différents projets (par exemple pour un secteur particulier ou une ville) et pour différentes phases du projet (développement initial de la trajectoire par rapport à la phase d'évaluation). En général, il sera nécessaire d'adopter une approche pragmatique, en adaptant les outils disponibles, car les équipes de recherche spécifiques (et parfois les groupes de parties prenantes) peuvent avoir déjà accès à diverses approches de modélisation et bien maîtriser leur utilisation. Quels que soient les outils utilisés, il est important de rendre les hypothèses, les méthodes et les limites aussi claires que possible.

Les étapes initiales du développement des trajectoires sont généralement mieux servies par des outils de modélisation relativement simples et flexibles qui cartographient les flux d'énergie et de matériaux, facilitent la clarté conceptuelle et la traçabilité des liens de causalité tout en offrant un bon potentiel de visualisation, des caractéristiques qui facilitent l'implication des parties prenantes. Ces modèles de base peuvent être construits expressément à cet effet (sur une plateforme existante) pour répondre aux besoins d'un processus particulier de visualisation ou de conception de

trajectoire. Cela permet de se concentrer directement sur les relations clés, d'explorer d'autres moyens de reconfigurer le système et d'intégrer des forces potentiellement perturbatrices ainsi que des leviers de changement. Bien que ces modèles soient nécessairement assez simples, ils peuvent éviter les rigidités et les préjugés susceptibles de découler de l'utilisation d'un modèle préexistant complexe et obscur qui peut s'avérer difficile à utiliser pour étudier les grands ajustements structurels à apporter aux relations existantes par le biais d'interactions itératives avec les parties prenantes⁷³. Au fur et à mesure que les travaux avancent, à la troisième phase (évaluation) du processus décrit ci-dessus, un travail plus détaillé peut être effectué grâce à des approches de modélisation plus élaborées permettant d'examiner les relations avec les systèmes adjacents, de présenter l'évolution des coûts, d'étudier les impacts macroéconomiques, d'évaluer les régimes politiques alternatifs, et ainsi de suite.

5. Construire un Accélérateur de transition

Le présent rapport introduit une approche alternative pour aborder le problème climatique au Canada. Celle-ci consiste à orienter les changements afin d'améliorer les systèmes clés de la société et à exploiter les forces perturbatrices et transformatrices qui balayent déjà notre économie. Dans les sections précédentes, nous avons examiné les résultats des recherches en cours sur les transitions sociotechniques, étudié les caractéristiques et les avantages d'une perspective fondée sur des trajectoires de transition et exposé une méthodologie de base pouvant être appliquée au développement conjoint de visions et de trajectoires. Dans cette dernière section, nous expliquons comment la création d'un nouvel organisme, l'Accélérateur de transition, peut contribuer à la mise en œuvre de cette approche au Canada.

5.1. Qu'est-ce que l'Accélérateur de transition?

L'Accélérateur de transition est un organisme de bienfaisance qui collabore avec divers groupes à travers le pays en vue de développer des visions et des trajectoires de transformation. Il s'efforce d'appliquer et d'élaborer de manière plus détaillée la perspective et la méthodologie présentées ici, en s'engageant avec les chercheurs et les parties prenantes de régions et secteurs variés afin de développer conjointement et concrétiser des trajectoires novatrices d'amélioration sociale. Comme son nom l'indique, l'organisme est un « accélérateur ». Son objectif consiste à proposer de nouvelles idées, à constituer des coalitions d'innovateurs, à améliorer les

alternatives prometteuses et à créer des consortiums intéressés à promouvoir le changement. Agissant comme un amplificateur, l'Accélérateur cherche à concentrer les efforts, à accélérer la réalisation de solutions de rechange attractives et viables aux façons de faire existantes et à catalyser les processus de changement. Il rassemble des agents de changement issus de l'industrie, des gouvernements, des universités, des groupes environnementaux et, plus largement, du secteur à but non lucratif. Surtout, un des buts principaux de cette organisation est de transformer les discours négatifs (« ce que nous ne voulons pas ») en un message positif (« ce que nous voulons »).

L'activité centrale de l'Accélérateur est la construction conjointe de visions et de trajectoires de transformation dans plusieurs régions et secteurs. Comme indiqué dans la section précédente, cela nécessite de s'impliquer de manière substantielle, collaborative et itérative avec les parties prenantes et de mettre l'accent sur des trajectoires spécifiques. À tout moment, un certain nombre d'exercices de ce type seront en cours, car l'organisme déplacera son attention d'un domaine à un autre. En plus de cette focalisation pratique sur le développement de trajectoires, l'Accélérateur s'efforcera de vulgariser son approche et de perfectionner sa méthodologie, de créer des outils pour la conception et l'évaluation des trajectoires et de synthétiser les leçons tirées de l'expérience acquise grâce aux différents exercices de développement. L'Accélérateur jouera également un rôle actif dans le débat public, en partageant les résultats de ses travaux d'analyse et d'implication et en formulant des recommandations en matière de politique.

Les principales caractéristiques des activités de l'Accélérateur comprennent l'accent mis sur :

- L'établissement de liens de collaboration entre chercheurs et acteurs de la société;
- L'analyse des dimensions sociales, économiques et politiques des trajectoires de transformation et pas seulement les possibilités technologiques;
- L'intégration des perspectives quantitatives et qualitatives, y compris la modélisation et l'élaboration de scénarios, les approches de prévisions et d'analyses rétrospectives, ainsi que les techniques de visualisation;
- La combinaison d'une pensée imaginative avec une approche analytique fondée sur des preuves scientifiques;
- Les efforts permettant de passer de l'analyse critique à l'action concrète.

L'Accélérateur est un organisme possédant une structure ouverte composée d'un petit nombre d'employés et d'un ensemble de groupes actifs

qui travaillent avec des collaborateurs dans différents contextes régionaux et sectoriels en vue de soutenir des processus de développement de trajectoires.

5.2. Pourquoi un organisme conçu expressément?

En principe, la méthodologie présentée dans le chapitre précédent pourrait être utilisée directement par différents types d'organisations, soit des organismes du secteur public à différents niveaux, des groupes de la société civile ou encore des entreprises ou alliances commerciales. Nous espérons qu'avec le temps de telles initiatives se développeront. Dans la pratique, toutefois, un certain nombre de facteurs rendent cette tâche difficile aujourd'hui, notamment la polarisation politique et le manque de confiance entourant le problème climatique, si bien que le rassemblement des forces dans ce domaine est un défi. Les fonctionnaires sont préoccupés par les problèmes immédiats et par la prise en compte de revendications politiques contradictoires; les entreprises sont soupçonnées de défendre leurs propres intérêts commerciaux; et les organismes environnementaux ne sont peut-être pas les mieux placés pour initier des processus visant à transformer le système, en englobant des objectifs sociétaux plus vastes. C'est précisément parce que l'approche proposée ici est assez différente de la plupart des mesures prises jusqu'à présent sous la bannière de l'action pour le climat qu'il est logique de commencer par la création d'un organisme conçu expressément à cette fin, qui peut travailler avec d'autres groupes pour développer la méthodologie à travers le pays, tout en ajoutant une voix distincte au débat public.

Un organisme conçu expressément présente deux avantages essentiels en ce qu'il peut :

- *Se spécialiser dans l'accélération du développement des trajectoires.* Il s'agit d'une tâche spécifique qui nécessite un ensemble de compétences particulières, par exemple pour analyser la nature des systèmes existants, faciliter la visualisation et la conception de trajectoires, évaluer le potentiel de trajectoires proposées et rassembler des consortiums en vue de poser des actions concrètes. Un organisme dédié à cette tâche peut se concentrer sur la création de réseaux de collaborateurs et sur le recrutement et la formation de personnel possédant les compétences requises. Il peut développer une approche stratégique en utilisant des ressources là où elles peuvent faire la plus grande différence. Il peut adopter les valeurs organisationnelles, les structures et les méthodes de travail les mieux adaptées aux pratiques d'analyse et de modélisation spécifiques nécessaires pour le développement des trajectoires. Et il peut faciliter l'acquisition de connaissances, grâce aux nombreux exercices effectués au fil

du temps, ainsi que la fertilisation croisée entre les processus réalisés dans différents secteurs et régions.

- *Maintenir (et être reconnu pour maintenir) son indépendance par rapport aux intérêts politiques, économiques, régionaux ou sociétaux établis.* L'Accélérateur cherche à travailler en étroite collaboration avec les gouvernements, les entreprises et la société civile, mais il n'est pas orienté politiquement et est autonome sur le plan organisationnel. Son indépendance organisationnelle constitue le fondement de sa prétention à fournir des évaluations impartiales et critiques et à servir de pont et de facilitateur pour l'élaboration de visions et de trajectoires de transformation. En outre, l'Accélérateur n'a aucun engagement *a priori* envers une technologie, un modèle commercial ou une pratique sociale en particulier : il reste ouvert à l'examen d'une variété de contributions potentielles aux trajectoires de transformation qui améliorent les systèmes de la société tout en permettant d'atteindre les objectifs en matière de lutte contre les changements climatiques. Il s'est cependant engagé à évaluer les demandes ou revendications sur la base de preuves scientifiques et d'une analyse critique.

« L'Accélérateur catalyse les interactions entre innovateurs afin de permettre le développement d'une compréhension commune des voies de changement prometteuses et susciter l'enthousiasme nécessaire pour les concrétiser. »

L'Accélérateur de transition n'a pas l'intention de reproduire les fonctions des organismes existants, mais de se concentrer sur une tâche qui n'est pas entreprise de manière systématique aujourd'hui. Par exemple, de nombreux organismes et programmes fédéraux et provinciaux sont conçus pour soutenir le développement technologique à différentes étapes de la chaîne d'innovation (Technologies du développement durable Canada, *Alberta Innovates*, etc.). Nous avons des incubateurs dans les domaines des affaires, de la technologie et de l'innovation sociale (comme le *MaRS Discovery District* à Toronto); des alliances axées sur des technologies particulières (*Ontario Smart Grid Forum*), ainsi que des groupes de réflexion fournissant des conseils stratégiques aux gouvernements (comme le *Smart Prosperity Institute*). Les organismes environnementaux impliquent activement le public et cherchent à influencer le gouvernement alors que de nombreuses entreprises et organisations communautaires expérimentent des produits et des services prometteurs sur le terrain. Ce que l'Accélérateur de transition ajoute à ces efforts est quelque chose de tout à fait distinct : *il catalyse les interactions entre*

innovateurs afin de permettre le développement d'une compréhension commune des trajectoires de changement prometteuses et de susciter l'enthousiasme nécessaire pour les concrétiser. En d'autres termes, l'Accélérateur facilite un type particulier d'activité générative qui peut contribuer à la naissance de processus de transformation dans des secteurs et des régions spécifiques, tout en contribuant à modifier la nature du débat sur les questions climatiques.

Il est donc logique de créer expressément un organisme pour mener à bien ces activités.

5.3. La structure, les valeurs et les principes organisationnels

La structure, les valeurs et les principes de fonctionnement de l'Accélérateur découlent de son approche fondamentale et de sa mission principale. Son orientation *positive* et constructive vise à créer une dynamique de changement en générant des visions attrayantes et des trajectoires de progrès sociétal. Pour ce faire, l'Accélérateur favorise l'utilisation d'une imagination créatrice ancrée dans une solide compréhension des circonstances pratiques. La *collaboration*, entre les chercheurs de différentes institutions et avec les parties prenantes du gouvernement, de l'industrie et de la société civile, est au cœur de ses activités. L'Accélérateur travaille avec les groupes existants pour développer son processus de visualisation et de développement de trajectoires, en mettant *l'accent sur les innovateurs*, des individus ou des groupes déterminés à susciter un changement réel. Ses initiatives sont *basées sur des données scientifiques*, ce qui implique une étude des systèmes existants et une analyse détaillée des vecteurs potentiels de changement. Cette approche implique que l'Accélérateur mobilise des connaissances provenant de plusieurs disciplines, soit les sciences et le génie, les sciences sociales, les sciences humaines, le droit et les sciences politiques. Les résultats de la recherche universitaire sont combinés aux



Figure 5.1 Les valeurs, les principes et la structure de l'organisation de l'Accélérateur de transition.

connaissances pratiques de différentes parties prenantes (y compris, le cas échéant, les connaissances traditionnelles). Enfin, l'Accélérateur est résolument *pluraliste*, reconnaissant qu'il existe de multiples points de vue sur les problèmes sociaux liés à différents intérêts, identités, positions institutionnelles et valeurs. La prise en compte de perspectives variées et la reconnaissance de la différence sont des éléments essentiels du développement de la vision et de la trajectoire.

Les principes de fonctionnement clés comprennent l'encouragement des interactions constructives entre les chercheurs et les groupes de parties prenantes; la combinaison d'approches quantitatives et qualitatives pour le développement narratif et l'évaluation de la trajectoire; la reconnaissance des incertitudes et des indéterminations inhérentes aux tentatives de comprendre et de façonner l'avenir; et un engagement à passer de la recherche et de l'analyse à des actions permettant d'obtenir des résultats concrets (voir figure 5.1).

Le travail de l'Accélérateur implique trois éléments organisationnels de base :

- Premièrement, un petit groupe de professionnels travaillant pour l'Accélérateur qui se concentre sur les activités globales. Cela comprend la définition de l'orientation stratégique, la sélection et la promotion des projets de développement de trajectoire, la gestion des réseaux de collaborateurs, la commande d'études spécialisées, la mise au point d'outils (protocoles, modélisation, etc.), le soutien des processus d'élaboration de trajectoires en cours et les communications externes. Bien que ce travail représente le « cœur » des activités de l'Accélérateur, celles-ci sont en fait réalisées de manière dispersée dans différentes régions du pays, en fonction du thème et de l'intérêt et des compétences du personnel de l'Accélérateur.
- Deuxièmement, des groupes de chercheurs et des parties prenantes impliqués dans le travail détaillé de développement de trajectoires dans des régions/secteurs particuliers. Ceux-ci interviendront à différentes étapes du processus de conception, lequel peut s'étendre sur plusieurs années.
- Finalement, les « consortiums » qui sont des coalitions, axées sur la pratique, de parties prenantes impliquées dans la concrétisation de trajectoires grâce à une série d'activités, y compris la recherche et le développement, la réalisation de projets pilotes ou expérimentaux, la communication publique, le lobbying en faveur d'une réforme des politiques, etc. Bien que l'Accélérateur aide à lancer de tels consortiums et peut leur fournir un soutien continu en matière d'évaluations et d'analyses, ces derniers déterminent en fin de compte la voie qu'ils veulent suivre.

Pour appuyer ces trois groupes principaux, l'Accélérateur fait appel à de vastes réseaux de chercheurs, d'intervenants et de bailleurs de fonds pouvant fournir un soutien et des conseils sur divers projets. Il collabore étroitement avec des universités de différentes régions du pays qui servent de centres de coordination des activités de recherche. Il dispose également d'instances dirigeantes de différents types, dont un conseil indépendant exerçant une surveillance financière et stratégique, un comité de surveillance des trajectoires qui supervise les projets de développement de trajectoires ainsi que des comités consultatifs de parties prenantes spécialisées constitués autour de projets particuliers de développement de trajectoires.

5.4. Quel est le fonctionnement concret de l'Accélérateur?

L'activité principale de l'Accélérateur est le développement et la réalisation de trajectoires dans plusieurs secteurs et régions. En règle générale, les travaux porteront sur un certain nombre de trajectoires distinctes qui en seront à différentes phases d'élaboration. Ainsi, avec le temps, la méthodologie peut être appliquée à une gamme de domaines prometteurs. Les problèmes clés de la réalisation de ce travail comprennent la sélection des domaines d'activité, l'organisation du développement de la trajectoire et le financement des activités.

Sélection des domaines d'activité

Ici, l'Accélérateur utilise trois critères fondamentaux :

- Premièrement, le système doit avoir une empreinte de GES importante, de sorte que sa transformation puisse avoir un impact significatif en matière de lutte contre les changements climatiques. Bien entendu, le travail peut commencer sur une partie d'un système plus large, ce qui peut être plus facilement gérable du point de vue analytique et pratique. Mais l'effort devrait en principe permettre des réductions d'émissions importantes à l'échelle régionale ou nationale.
- Deuxièmement, le système existant doit présenter des problèmes qui vont bien au-delà de son profil climatique. Si le système fonctionne sans heurts (avec des consommateurs satisfaits, des gouvernements complaisants et des entreprises très rentables), il sera difficile d'ouvrir la porte à un changement significatif.
- Troisièmement, il doit exister des preuves de la présence de forces perturbatrices ou transformatrices qui, si elles ne touchent pas déjà directement le système, se profilent au moins à l'horizon de manière identifiable. Encore une fois, il ne suffit pas de percevoir des lacunes dans les structures existantes; il doit également exister des preuves

que les façons de faire existantes vont probablement être remises en question et que la recherche de solutions de remplacement va devenir urgente.

Ces critères fondamentaux permettent d'identifier les domaines dans lesquels les trajectoires de transition sont susceptibles d'être le plus accessibles et où les progrès réalisés sur ces trajectoires auront une réelle importance du point de vue climatique.

Outre ces considérations de base, les critères connexes qui influenceront le choix des priorités incluent notamment :

- L'enthousiasme des acteurs de l'innovation à se lancer dans un processus de développement d'une trajectoire. Après tout, ce sont ces forces qui seront appelées à diriger le changement sur le terrain, si une trajectoire doit être concrétisée;
- L'ouverture d'une fenêtre politique, où les décideurs sont disposés à envisager une modification des cadres politiques établis. Ces situations surviennent parfois à la suite d'un changement de gouvernement ou après un scandale ou un fiasco politique au cours duquel les régimes politiques existants sont remis en question;
- La disponibilité des ressources (en particulier de financement) permettant de soutenir concrètement le processus de visualisation et de développement d'une trajectoire décrit ici.

Le processus de développement de trajectoires

Le développement de trajectoires implique l'application de la méthodologie générale décrite dans les précédentes aux circonstances spécifiques. Pour ses travaux sur le transport des marchandises, l'économie de l'hydrogène et la mobilité des personnes, l'Accélérateur a pu s'appuyer sur l'analyse et les études que le CESAR (the Canadian Energy Systems Analysis Research) a réalisées au cours des dernières années. En règle générale, l'Accélérateur lancera un « appel de propositions » concernant des contributions à des trajectoires potentielles, commandera des « livres blancs » afin de fournir des informations de base et esquisser des pistes de progrès prometteuses, et organisera des ateliers pour perfectionner les solutions de remplacement. Les animateurs qui veillent à l'élaboration de la trajectoire travaillent à cartographier les développements dans le domaine et à mettre en réseau les innovateurs des communautés de recherche et des parties prenantes. Une fois que les grandes lignes de l'exercice de développement de la trajectoire auront été clarifiées, un groupe accélérateur pourra être créé et prendre la tête de l'élaboration plus détaillée du travail.

Le financement des activités

L'Accélérateur bénéficie d'un soutien financier provenant de différentes sources. Son financement initial a été fourni par un certain nombre de fondations philanthropiques désireuses d'appuyer le développement d'une nouvelle approche pour relever le défi des changements climatiques au Canada. Le soutien apporté aux groupes travaillant avec l'Accélérateur peut également provenir d'organismes gouvernementaux à tous les niveaux, d'entreprises, d'organisations à but non lucratif et d'organismes de financement de la recherche. Certains sont particulièrement intéressés par un secteur ou une région spécifique et leurs contributions servent à soutenir des exercices pertinents de développement de trajectoires. D'autres organismes peuvent financer des activités particulières liées au développement des trajectoires, telles que la recherche ou l'implication des parties prenantes. Les contributions accordées à l'Accélérateur servent soit à soutenir le personnel et les activités de base, soit à financer les groupes accélérateurs effectuant des travaux de développement détaillés pour des trajectoires spécifiques. Les groupes accélérateurs peuvent utiliser ce financement pour obtenir du soutien d'autres sources. Une fois créés, les consortiums sont supposés être financièrement indépendants et peuvent s'appuyer sur des sources de financement beaucoup plus larges provenant du gouvernement, des industries et de la société civile.

6. Conclusion

Ce rapport plaide en faveur d'une manière différente d'aborder le défi des changements climatiques. Il souligne l'ampleur des changements qui seront finalement nécessaires pour résoudre le problème, ainsi que la nécessité de transformer les principaux systèmes de la société, notamment la manière dont nous produisons et consommons de l'électricité, transportons les personnes et les biens, concevons nos systèmes agricole et alimentaire et bâtissons nos villes. Il fait remarquer qu'aujourd'hui, pour la plupart des Canadiens, les problèmes liés au climat ne sont pas suffisamment convaincants pour entraîner le changement à l'échelle et au rythme requis. Les initiatives pour le climat n'auront donc des chances de réussir que si elles sont intégrées plus étroitement aux efforts plus vastes visant à bâtir un Canada meilleur. Or, comme de nombreux systèmes impliqués dans le problème climatique connaissent déjà des changements perturbateurs et transformateurs, il est possible d'attaquer le problème différemment en exploitant ou en redirigeant ces forces plus larges afin d'atteindre des résultats souhaitables pour la société, qui soient aussi à faible émissions de carbone.

Le présent rapport souligne également certaines des leçons tirées de l'étude de transitions sociétales, en particulier l'importance des visions et des trajectoires pour galvaniser les actions, coordonner les forces novatrices, orienter les investissements, générer un soutien public et élaborer les initiatives politiques. Il décrit une méthodologie qui peut être utilisée pour le développement des trajectoires, afin de créer conjointement des trajectoires de changement performantes, crédibles et convaincantes. Et il défend l'idée qu'un nouvel organisme – l'Accélérateur de transition – peut collaborer avec des groupes à travers le pays pour accélérer la conception et l'élaboration de trajectoires dans différents secteurs et régions.

Il est important de souligner que les auteurs ne prétendent nullement que l'approche présentée ici est la *seule* façon de relever le défi des changements climatiques. De nombreuses formes d'actions individuelles et collectives dans de multiples dimensions de la vie sociale seront nécessaires au final pour concrétiser le changement et trouver de nouvelles façons de vivre et s'épanouir dans un monde limité en matière d'émissions de carbone. Pour progresser vers un Canada plus durable, il faudra également au cours des prochaines décennies effectuer des changements dans les valeurs et les normes sociales, les comportements individuels et collectifs, les pratiques économiques et sociales, les règlements et les politiques, ainsi que dans les institutions à plusieurs niveaux.

Cependant, nous pensons que l'approche fondée sur des trajectoires de transition présentée ici, et l'Accélérateur de transition conçu pour la mettre en application, peuvent faire une différence importante, en ajoutant un point de vue distinctif au débat sur le climat au Canada; en aidant à stimuler les innovateurs et à les mettre en réseau; en développant conjointement de nouvelles avenues pour promouvoir le progrès; en catalysant la concrétisation de solutions de remplacement prometteuses; et, au sens plus large, en aidant à transformer la nature des arguments et des approches politiques concernant le défi des changements climatiques.

Notes

- 1 Pour des évaluations détaillées à ce sujet, voir : Climate Action Tracker, 2019. Canada [WWW Document]. URL <https://climateactiontracker.org/countries/canada/> (consulté le 1.5.19). Rabson, M., 2018. Canada's Paris emission targets still dubious despite drop in 2016. CBC News. Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, 2016. Rapport d'étape de l'inventaire annuel du Canada.
- 2 Une bonne étude à ce sujet a été réalisée par Abacus Data, 2018. Perceptions of Carbon Pricing in Canada. https://ecofiscal.ca/wp-content/uploads/2018/04/Ecofiscal_Polling_February2018_FINAL_RELEASE.pdf
- 3 Pour saisir l'ampleur des changements nécessaires, on peut consulter le récent rapport du GIEC sur les effets d'un réchauffement climatique de 1,5 degré : GIEC, 2018 : réchauffement mondial de 1,5 degré. Rapport spécial du GIEC sur les effets d'un réchauffement climatique de 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels et les profils d'émission de gaz à effet de serre associés, dans le cadre d'un renforcement de la réponse mondiale à la menace du changement climatique, d'un développement durable et des efforts visant à éradiquer la pauvreté [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. Sous presse. Même dans le cas de la cible plus facile (et plus dangereuse) de 2 degrés, les travaux de Kevin Anderson suggèrent que des changements majeurs seront nécessaires : Anderson, K., Bows, A., 2011. Beyond "dangerous" climate change: emission scenarios for a new world. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A* 369, 20–44. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0290>
- 4 Pour plus d'informations sur l'économie politique de l'énergie canadienne, voir : Haley, B., 2011. From Staples Trap to Carbon Trap: Canada's Peculiar form of Carbon Lock-In. *Studies in Political Economy* 88, 97–132 <https://doi.org/10.1080/19187033.2011.11675011> ; Meadowcroft, J., 2016. Let's Get This Transition Moving! *Canadian Public Policy* 42, S10–S17. <https://doi.org/10.3138/cpp.2015-028>
- 5 Une analyse récente suggère que, pour atteindre les objectifs des accords internationaux visant à limiter le réchauffement au-dessous de 2,0 degrés centigrade (ou de manière plus ambitieuse de 1,5 degré), les émissions des pays riches comme le Canada devraient, au cours du siècle, culminer dans les prochaines années et diminuer à un taux de plusieurs pour cent par année par la suite, jusqu'à ce qu'elles soient proches de zéro au milieu du siècle. Anderson, K., Bows, A., 2011. Beyond "dangerous" climate change: emission scenarios for a new world. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A* 369, 20–44. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0290>; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018. *Global Warming of 1.5C.*; Sanderson, B.M., O'Neill, B.C., Tebaldi, C., 2016. What would it take to achieve the Paris temperature targets? *Geophysical Research Letters* 43, 7133–7142. <https://doi.org/10.1002/2016GL069563>
- UNEP, 2018. Rapport 2018 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions. Programme des Nations unies pour l'environnement, Nairobi.
- 6 La notion de services énergétiques est à son tour étroitement liée aux questions plus profondes relatives aux besoins humains fondamentaux et à la façon dont ceux-ci sont associés à l'utilisation des ressources naturelles. Voir : Brand-Correa, L.I., Steinberger, J.K., 2017. A Framework for Decoupling Human Need Satisfaction From Energy Use. *Ecological Economics* 141, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.05.019>
- 7 Cet argument se fonde sur les études s'intéressant aux données rétrospectives développées sur plusieurs décennies. On peut citer, par exemple, Robinson, J., 1982. *Energy*

backcasting: A proposed method of policy analysis. *Energy Policy* 10, 337-344. L'Institut Grantham fournit un exemple des avantages que peuvent apporter les changements techniques en cours en ce qui concerne la réduction des émissions de carbone : son travail de modélisation des avantages de la technologie solaire bon marché et des véhicules autonomes électriques à faibles émissions de carbone conduit en effet à des conclusions très optimistes. Grantham Institute, 2017. *Expect the Unexpected: The Disruptive Power of Low-carbon Technology*. 028

8 Pour plus d'informations sur les visions, voir : Berkhout, F., 2006. Normative expectations in systems innovation. *Technology Analysis & Strategic Management* 18, 299–311. <https://doi.org/10.1080/09537320600777010>

9 Pour plus d'informations sur les trajectoires, voir : Geels, F.W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., Neukirch, M., Wassermann, S., 2016. The enactment of socio-technical transition pathways: A reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy* 45, 896–913. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.015>; Rosenbloom, D., 2017. Pathways: an emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change*, 43, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.011>; Rosenbloom, D., Haley, B., Meadowcroft, J., 2018. Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science* 37, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>; Turnheim, B., Berkhout, F., Geels, F., Hof, A., McMeekin, A., Nykvist, B., van Vuuren, D.P., 2015. Evaluating sustainability transitions pathways: Bridging analytical approaches to address governance challenges. *Global Environmental Change* 35, 239–253. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.010>

10 Pour plus d'informations sur les variations régionales dans les systèmes énergétiques canadiens, voir : Meadowcroft, J., 2016. Let's Get This Transition Moving! *Canadian Public Policy* 42, S10–S17. <https://doi.org/10.3138/cpp.2015-028>

11 De cette façon, notre perspective présente des parallèles avec les approches de la gestion stratégique de créneaux ou de la gestion de la transition. Voir : Kemp, R., Schot, J., Hoogma, R., 1998. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management* 10, 175–198. <https://doi.org/10.1080/09537329808524310>; Loorbach, D., 2010. Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance* 23, 161–183. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2009.01471.x>

12 Il existe une grande quantité de recherches sur les obstacles sociaux, culturels et politiques aux transitions. Pour quelques exemples, voir : Roberts, C., Geels, F.W., Lockwood, M., Newell, P., Schmitz, H., Turnheim, B., Jordan, A., 2018. The politics of accelerating low-carbon transitions: Towards a new research agenda. *Energy Research & Social Science* 44, 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.001>; Rudolph, D., Kirkegaard, J., Lyhne, I., Clausen, N.-E., Kørnø, L., 2017. Spoiled darkness? Sense of place and annoyance over obstruction lights from the world's largest wind turbine test centre in Denmark. *Energy Research & Social Science* 25, 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.12.024>; Sheller, M., 2004. Automotive Emotions Feeling the Car. *Theory Culture Society* 21, 221–242. <https://doi.org/10.1177/0263276404046068>

13 MacArthur, J.L., 2017. Trade, Tarsands and Treaties: The Political Economy Context of Community Energy in Canada. *Sustainability* 9, 464. <https://doi.org/10.3390/su9030464>; Parkinson, S., Roseland, M., 2002. Leaders of the Pack: An analysis of the Canadian “Sustainable Communities” 2000 municipal competition. *Local Environment* 7, 411–429. <https://doi.org/10.1080/1354983022000027527>

14 Les chercheurs ont souligné à quel point la suppression des technologies existantes est un élément important de tout changement technologique majeur : les nouvelles technologies

sont toujours en concurrence avec les systèmes existants, et les systèmes associés aux combustibles fossiles sont particulièrement bien implantés. Cela signifie qu'il ne suffit pas de s'en tenir à la promotion des solutions de remplacement durables : les systèmes énergétiques bien implantés utilisant des combustibles fossiles doivent également être activement restreints. Pour une discussion conceptuelle à ce sujet, voir : Grubler, A., 1991. Diffusion: Long-Term Patterns and Discontinuities, in: Nakicenovic, N., Grubler, A. (Eds.), *Diffusion of Technologies and Social Behavior*. Springer-Verlag, London, pp. 451–482; Unruh, G.C., 2000. Understanding carbon lock-in. *Energy Policy* 28, 817–830. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7)

15 Pour plus d'informations sur le lien existant entre la satisfaction des besoins humains et les émissions de carbone, voir : O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F., Steinberger, J.K., 2018. A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability* 1, 88–95. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>

16 Les systèmes sociotechniques sont un concept bien développé dans les études théoriques. Voir : Geels, F.W., 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy* 33, 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>; Geels, F.W., Schwanen, T., Sorrell, S., 2015. The socio-technical approach to low-energy innovation: Research Strategy of the Centre on Innovation and Energy Demand (CIED); Rip, A., 1995. Introduction of new technology: making use of recent insights from sociology and economics of technology. *Technology Analysis & Strategic Management* 7, 417–432. <https://doi.org/10.1080/09537329508524223>

17 Cela décrit un système technique, d'abord exploré par Hughes, T.P., 1983. *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. JHU Press.

18 Pour en savoir plus sur les différentes structures que les transitions peuvent prendre et sur le rythme auquel elles peuvent se produire, voir : Geels, F.W., Schot, J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>; Sovacool, B.K., 2016. How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science*; Sovacool, B.K., Geels, F.W., 2016. Further reflections on the temporality of energy transitions: A response to critics. *Energy Research & Social Science* 22, 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.013>

19 Ce type de nouvelles technologies est souvent décrit dans les études consacrées aux transitions comme des « innovations de créneau », qui ont leur propre dynamique sociale, politique et matérielle. Voir : Bakker, S., Lente, H. van, Engels, R., 2012. Competition in a technological niche: the cars of the future. *Technology Analysis & Strategic Management* 24, 421–434. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.674666>; Geels, F., Raven, R., 2006. Non-linearity and Expectations in Niche-Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973–2003). *Technology Analysis & Strategic Management* 18, 375–392. <https://doi.org/10.1080/09537320600777143>; Kemp, R., Schot, J., Hoogma, R., 1998. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management* 10, 175–198. <https://doi.org/10.1080/09537329808524310>; Rosenbloom, D., Burton, H., Meadowcroft, J., Framing the sun: niche-regime interactions around solar energy in Canada. *Research Policy* 45 (6) (2016): 1275–1290 ; Smith, A., 2006. Green Niches in Sustainable Development: The Case of Organic Food in the United Kingdom. *Environment and Planning C Gov Policy* 24, 439–458. <https://doi.org/10.1068/c0514j>; Smith, A., Raven, R., 2012. What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy, Special Section on Sustainability Transitions* 41, 1025–1036. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>

20 Pour plus d'informations sur la diffusion des innovations et sur certains des défis théoriques liés à sa modélisation efficace, voir : Bass, F.M., 1980. The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations. *The Journal of Business* 53, S51–S67; Geroski, P.A., 2000. Models of technology diffusion. *Research Policy* 29, 603–625. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00092-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00092-X);

Grubler, A., 2012. Energy transitions research: Insights and cautionary tales. *Energy Policy*, Special Section: Past and Prospective Energy; Transitions - Insights from History 50, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.070>; Rogers, E.M., 1995. *Diffusion of innovations*, 4th ed. Free Press, New York.

21 Pour deux bons récits historiques concernant ce processus, voir : Flink, J.J., 1990. *The Automobile Age*. MIT Press; McShane, C., 1995. *Down the Asphalt Path: The Automobile and the American City*. Columbia University Press.

22 Voir, par exemple, Zhong, L., Lee, B., 2017. Carless or Car Later?: Declining Car Ownership of Millennial Households in the Puget Sound Region, Washington State. *Transp. Res. Rec.* 2664, 69–78. <https://doi.org/10.3141/2664-08>; Thigpen, C., Handy, S., 2018. Driver's licensing delay: A retrospective case study of the impact of attitudes, parental and social influences, and intergenerational differences. *Transp. Res. Part Policy Pract.* 111, 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.03.002>; and Cardenas, M., 2013. *The Decline of the Car Enthusiasts: Implications for Undergraduate Engineering Education*. HMC Fac. Publ. Res.

23 Pour plus d'informations sur les récents développements en matière de transport par automobiles, voir : Geels, F.W., Kemp, R., Dudley, G., Lyons, G. (Eds.), 2011. *Automobility in Transition?: A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*, 1 edition. ed. Routledge, New York; Newman, P., Kenworthy, J., 2011. 'Peak Car Use': Understanding the Demise of Automobile Dependence; Newman, P., Kenworthy, J.R., 2015. *The End of Automobile Dependence: How Cities are Moving Beyond Car-Based Planning*, 2nd None ed. edition. ed. Island Press, Washington, DC.

24 Pour plus d'informations sur le système énergétique canadien, voir : Haley, B., 2014. Promoting low-carbon transitions from a two-world regime: Hydro and wind in Québec, Canada. *Energy Policy* 73, 777–788. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.015>; Haley, B., 2011. From Staples Trap to Carbon Trap: Canada's Peculiar form of Carbon Lock-In. *Studies in Political Economy* 88, 97–132. <https://doi.org/10.1080/19187033.2011.11675011>; Meadowcroft, J., 2016. Let's Get This Transition Moving! *Canadian Public Policy* 42, S10–S17. <https://doi.org/10.3138/cpp.2015-028>; Rosenbloom, D., Haley, B., Meadowcroft, J., 2018. Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science* 37, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>

25 Grubler, A., 2012. Energy transitions research: Insights and cautionary tales. *Energy Policy* 50, 8-16.

26 C'est le sujet d'études académiques de plus en plus nombreuses portant sur les politiques en matière de climat, souvent axées sur des expériences locales : Bernstein, S., Hoffmann, M., 2018. The politics of decarbonization and the catalytic impact of subnational climate experiments. *Policy Sciences* 51, 189–211. <https://doi.org/10.1007/s11077-018-9314-8>; Harrison, T., Kostka, G., n.d. *Manoeuvres for a Low Carbon State-The Local Politics of Climate Change in China and Italy*; Kuzemko, C., Lockwood, M., Mitchell, C., Hoggett, R., 2016. Governing for sustainable energy system change: Politics, contexts and contingency. *Energy Research & Social Science* 12, 96–105; <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.022>; Rosenbloom, D., Haley, B., Meadowcroft, J., 2018. Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science* 37, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>.

27 Pour plus d'informations à ce sujet, voir : Chesser, M., Hanly, J., Cassells, D., Apergis, N., 2018. The positive feedback cycle in the electricity market: Residential solar PV adoption, electricity demand and prices. *Energy Policy* 122, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.032>; Sun, T., Tong, L., Feng, D., 2018. On the Dynamics of Distributed Energy Adoption: Equilibrium, Stability, and Limiting Capacity.

28 Pour un bon exemple de recherche sur la manière d'améliorer un système existant de production de biens et services du point de vue humain et environnemental, voir : Brand-Correa, L.I., Martin-Ortega, J., Steinberger, J.K., 2018. Human Scale Energy Services: Untangling a 'golden thread.' *Energy Research & Social Science* 38, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.01.008>

29 Pour un bon résumé et une critique constructive des transitions vers la durabilité en tant que sujet académique, voir : Brand-Correa, L.I., Martin-Ortega, J., Steinberger, J.K., 2018. Human Scale Energy Services: Untangling a 'golden thread.' *Energy Research & Social Science* 38, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.01.008>

30 Rosenbloom, D., Meadowcroft, J., & Cashore, B. (2019). Stability and climate policy? Harnessing insights on path dependence, policy feedback, and transition pathways. *Energy Research & Social Science*, 50, 168–178. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.12.009>

31 Pour plus d'informations sur les trajectoires de transition, voir : Foxon, T.J., Pearson, P.J.G., Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., Thornton, J., 2013. Branching points for transition pathways: assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future. *Energy Policy, Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy* 52, 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.030>; Robertson, E., O'Grady, Á., Barton, J., Galloway, S., Emmanuel-Yusuf, D., Leach, M., Hammond, G., Thomson, M., Foxon, T., 2017. Reconciling qualitative storylines and quantitative descriptions: An iterative approach. *Technological Forecasting and Social Change* 118, 293–306. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.030>; Rosenbloom, D., Haley, B., Meadowcroft, J., 2018. Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science* 37, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>

32 Plus particulièrement, cette notion de trajectoire apparaît dans les études du GIEC, par l'entremise du concept de « trajectoires de concentration représentatives » qui modélise différents scénarios économiques et techniques futurs pour évaluer les émissions qui en découlent et le réchauffement qu'ils produisent. Voir : Moss, R., A Edmonds, J., Hibbard, K., Manning, M., Rose, S., Vuuren, D., R Carter, T., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G., Mitchell, J., Nakicenovic, N., Riahi, K., J Smith, S., Ronald, S., Thomson, A., Weyant, J., J Wilbanks, T., 2010. The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment. *Nature* 463, 747–56. <https://doi.org/10.1038/nature08823>. Pour une analyse, voir : Rosenbloom, D., 2017. Pathways: an emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change* 43, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.011>

33 L'interaction de ces facteurs constitue un défi théorique et empirique constant, en particulier pour les approches en matière de modélisation. Le cadre à triple intégration (CTI) fournit l'une des principales analyses de ce problème. Pour plus d'informations sur cette approche, voir : Geels, F.W., 2014. Reconceptualising the co-evolution of firms-in-industries and their environments: Developing an inter-disciplinary Triple Embeddedness Framework. *Research Policy* 43, 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.006>

34 Pour en savoir plus sur l'articulation des visions et sur ce qui fait qu'une vision est efficace, voir : Berkhout, F., 2006. Normative expectations in systems innovation. *Technology Analysis & Strategic Management* 18, 299–311. <https://doi.org/10.1080/09537320600777010>; Roberts, C., Geels, F.W., 2018. Public Storylines in the British Transition from Rail to Road Transport (1896–2000): Discursive Struggles in the Multi-Level Perspective. *Science as Culture* 27, 513–542. <https://doi.org/10.1080/09505431.2018.1519532>

35 Pour plus d'informations sur ce type de planification de transition participative, voir : Halbe, J., Holz, G., Ruutu, S., Forthcoming. "Participatory modeling for transition governance: Linking methods to process phases."; Moallemi, E.A., Malekpour, S., 2018. A participatory exploratory modelling approach for long-term planning in energy transitions. *Energy*

Research & Social Science, Energy and the Future 35, 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.022>; Quist, J., Thissen, W., Vergragt, P.J., 2011. The impact and spin-off of participatory backcasting: From vision to niche. *Technological Forecasting and Social Change, Backcasting for Sustainability* 78, 883–897. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.01.011>

36 Cette flexibilité entre des visions différentes est en fait un aspect essentiel du maintien d'un soutien diversifié et engagé en faveur d'une transition, comme le montre Smith, A., Raven, R., 2012. What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy, Special Section on Sustainability Transitions* 41, 1025–1036. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>

37 Cela correspond bien à de nombreuses contributions portant sur les politiques relatives aux transitions sociotechniques qui soulignent l'importance de combiner diverses politiques plutôt que de privilégier des interventions uniques vues comme des panacées. Voir : Kivimaa, P., Kern, F., 2016. Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy* 45, 205–217.

38 Cela est particulièrement important compte tenu de l'effet des réactions suscitées par les politiques qui peuvent, selon la manière dont elles sont anticipées et gérées, créer un élan politique pour les transitions, ou au contraire les saper. Voir : Chesser, M., Hanly, J., Cassells, D., Apergis, N., 2018. The positive feedback cycle in the electricity market: Residential solar PV adoption, electricity demand and prices. *Energy Policy* 122, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.032>; Lockwood, M., Kuzemko, C., Mitchell, C., Hoggett, R., 2017. Historical institutionalism and the politics of sustainable energy transitions: A research agenda. *Environment and Planning C: Politics and Space* 35, 312–333. <https://doi.org/10.1177/0263774X16660561>

39 Un exemple de ceci est le secteur de l'aviation, dans lequel de simples gains d'efficacité (réalisés par exemple en réduisant le poids ou en améliorant l'aérodynamique des avions) atténueront une partie des émissions, mais ne pourront pas contribuer à une décarbonisation totale de l'aviation. Lee, D.S., Fahey, D.W., Forster, P.M., Newton, P.J., Wit, R.C.N., Lim, L.L., Owen, B., Sausen, R., 2009. Aviation and global climate change in the 21st century. *Atmospheric Environment* 43, 3520–3537. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.04.024>

40 Pour un bilan des études portant sur les impacts des véhicules électriques sur le réseau électrique, voir : Richardson, D.B., 2013. Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19, 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.042>. Sur le cas de l'Ontario, voir : Rosenbloom, D., 2019. A clash of socio-technical systems: Exploring actor interactions around electrification and electricity trade in unfolding low-carbon pathways for Ontario. *Energy Research & Social Science* 49, 219–232. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.10.015>

41 Pour plus d'informations sur les réseaux d'innovation, voir : Rijnsoever, F.J. van, Welle, L., Bakker, S., 2013. Credibility and legitimacy in policy-driven innovation networks: resource dependencies and expectations in Dutch electric vehicle subsidies. *J Technol Transf* 39, 635–661. <https://doi.org/10.1007/s10961-013-9326-7>; Zuscovitch, E., Héraud, J.-A., Cohendet, P., 1988. Innovation diffusion from a qualitative standpoint: Technological networks and economic evolution through case studies. *Futures* 20, 266–306. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(88\)90082-1](https://doi.org/10.1016/0016-3287(88)90082-1)

42 Pour plus d'informations sur le rôle que peut jouer l'encadrement d'un problème, voir : Geels, F.W., Verhees, B., 2011. Cultural legitimacy and framing struggles in innovation journeys: A cultural-performative perspective and a case study of Dutch nuclear energy (1945–1986). *Technological Forecasting and Social Change* 78, 910–930. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.12.004>; Rosenbloom, D., Berton, H., Meadowcroft, J., 2016. Framing the sun: A discursive approach to understanding multi-dimensional interactions within socio-technical transitions through the case of solar electricity in Ontario, Canada. *Research Policy* 45, 1275–

1290.; Scrase, J.I., Ockwell, D.G., 2010. The role of discourse and linguistic framing effects in sustaining high carbon energy policy - an accessible introduction. *Energy Policy* 38, 2225–2233.

43 Pour plus d'informations sur le rôle des « avantages conjoints » dans les transitions vers la durabilité, voir : Roberts, C., Geels, F.W., Lockwood, M., Newell, P., Schmitz, H., Turnheim, B., Jordan, A., 2018. The politics of accelerating low-carbon transitions: Towards a new research agenda. *Energy Research & Social Science* 44, 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.001>

44 En effet, les approches fondées sur des trajectoires, et plus généralement l'approche sociotechnique, présentent l'avantage de pouvoir rendre compte de différents contextes et de différents types d'événements exogènes. Voir : Geels, F.W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., Neukirch, M., Wassermann, S., 2016. The enactment of socio-technical transition pathways: A reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy* 45, 896–913. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.015>; Geels, F.W., Schot, J., 2007. Typology of socio-technical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>

45 Pour plus d'informations à ce sujet, voir : Harris, M., Beck, M., Gerasimchuk, I., 2015. The End of Coal: Ontario's coal phase-out.; Rosenbloom, D., Meadowcroft, J., 2014. The journey towards decarbonization: Exploring socio-technical transitions in the electricity sector in the province of Ontario (1885–2013) and potential low-carbon pathways. *Energy Policy* 65, 670–679. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.039>

46 Pour une perspective théorique sur le rôle des puissants acteurs dans la résistance aux transitions sociotechniques, voir : Geels, F.W., 2014. Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. *Theory Culture Society* 31, 21–40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>

47 La définition du système peut souvent être un défi, car de nombreux systèmes techniques se recoupent ou sont influencés par d'autres systèmes technologiques. Le système suédois de chauffage centralisé, par exemple, est difficile à séparer du système de logement plus général : Magnusson, D., 2012. Swedish district heating—A system in stagnation: Current and future trends in the district heating sector. *Energy Policy, Special Section: Frontiers of Sustainability* 48, 449–459. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.047>

48 On trouve un bon exemple de ce type de travail historique longitudinal dans le secteur des transports dans Roberts, C., Geels, F.W., 2018. Public Storylines in the British Transition from Rail to Road Transport (1896–2000): Discursive Struggles in the Multi-Level Perspective. *Science as Culture* 27, 513–542. <https://doi.org/10.1080/09505431.2018.1519532>

49 On peut trouver une bonne évaluation du système de transport basé sur la voiture, tenant compte de la configuration actuelle du système, de ses forces et de ses faiblesses, ainsi que de diverses forces perturbatrices et de transformation dans Geels, F.W., Kemp, R., Dudley, G., Lyons, G. (Eds.), 2011. *Automobility in Transition?: A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*, 1 edition. ed. Routledge, New York.

50 On peut lire une bonne analyse de la façon dont cela peut fonctionner dans Quist, J., Thissen, W., Vergragt, P.J., 2011. The impact and spin-off of participatory backcasting: From vision to niche., *Backcasting for Sustainability. Technological Forecasting and Social Change* 78, 883–897. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.01.011>

51 Les études s'intéressant aux transitions comprennent de nombreux documents portant sur les visions et les attentes, deux concepts distincts mais liés qui décrivent de quelle manière les idées sur l'avenir peuvent influencer sur l'orientation des transitions dans le présent : Berkhout, F., 2006. Normative expectations in systems innovation. *Technology Analysis &*

Strategic Management 18, 299–311. <https://doi.org/10.1080/09537320600777010>; Brown, N., Michael, M., 2003. A Sociology of Expectations: Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects. *Technology Analysis & Strategic Management* 15, 3–18. <https://doi.org/10.1080/0953732032000046024>; Van Lente, H., 2012. Navigating foresight in a sea of expectations: lessons from the sociology of expectations. *Technology Analysis & Strategic Management* 24, 769–782. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.715478>

52 Pour plus d'informations sur les trajectoires, voir : Geels, F.W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., Neukirch, M., Wassermann, S., 2016. The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy* 45, 896–913.; O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S., van Ruijven, B.J., van Vuuren, D.P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M., Solecki, W., n.d. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change*. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>; Rosenbloom, D., Haley, B., Meadowcroft, J., 2018. Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science* 37, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>

53 La récente étude sur les transitions souligne l'importance de cette approche participative : Halbe, J., Holz, G., Ruutu, S., Forthcoming. "Participatory modeling for transition governance: Linking methods to process phases."; Moallemi, E.A., Malekpour, S., 2018. A participatory exploratory modelling approach for long-term planning in energy transitions. *Energy Research & Social Science, Energy and the Future* 35, 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.022>; Quist, J., Thissen, W., Vergragt, P.J., 2011. The impact and spin-off of participatory backcasting: From vision to niche. *Technological Forecasting and Social Change, Backcasting for Sustainability* 78, 883–897. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.01.011>

54 Robinson, J.B., 1990. Futures under glass: a recipe for people who hate to predict. *Futures* 22, 820–842. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(90\)90018-D](https://doi.org/10.1016/0016-3287(90)90018-D)

55 Pour en savoir plus sur les interactions entre ces différentes sphères, consultez les documents cités précédemment concernant la perspective à plusieurs niveaux.

56 Les récits convaincants se sont révélés être un élément important des transitions passées : Roberts, C., 2017. Discursive destabilisation of socio-technical regimes: Negative storylines and the discursive vulnerability of historical American railroads. *Energy Research & Social Science*. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.031> ;

Roberts, C., Geels, F.W., 2018. Public Storylines in the British Transition from Rail to Road Transport (1896–2000): Discursive Struggles in the Multi-Level Perspective. *Science as Culture* 27, 513–542. <https://doi.org/10.1080/09505431.2018.1519532>

57 Dans de nombreux cas, cet engagement devrait aller jusqu'à inclure le grand public, l'importance de cette démarche ayant été démontrée dans des cas relatifs à l'énergie éolienne au Royaume-Uni, au Danemark et aux États-Unis : Leitch, V., 2010. Securing Planning Permission for Onshore Wind Farms: The Imperativeness of Public Participation. <http://eprints.ncl.ac.uk>. <https://doi.org/10.1350/enlr.2010.12.3.091>; Mendonça, M., Lacey, S., Hvelplund, F., 2009. Stability, participation and transparency in renewable energy policy: Lessons from Denmark and the United States. *Policy and Society* 27, 379–398. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2009.01.007>

58 Pour plus d'informations sur cette approche expérimentale, voir : Antikainen, R., Alhola, K., Jääskeläinen, T., 2017. Experiments as a means towards sustainable societies – Lessons learnt and future outlooks from a Finnish perspective. *Journal of Cleaner Production, Experimentation for climate change solutions* 169, 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.184>; Hellsmark, H., Frishammar, J., Söderholm, P., Ylinenpää, H., 2016. The role

of pilot and demonstration plants in technology development and innovation policy. *Research Policy* 45, 1743–1761. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.05.005>; Rehman, I.H., Kar, A., Arora, A., Pal, R., Singh, L., Tiwari, J., Singh, V.K., 2012. Distribution of improved cook stoves: analysis of field experiments using strategic niche management theory. *Sustain Sci* 7, 227–235. <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0162-8>

59 La question de l'échelle a été une source de débats fréquents dans les études sur les transitions. Pour plus d'informations à ce sujet, voir : Raven, R., Schot, J., Berkhout, F., 2012. Space and scale in socio-technical transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 4, 63–78. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.08.001>

60 On peut trouver un bon exemple de la façon dont cela peut fonctionner dans la pratique dans : Brand-Correa, L.I., Martin-Ortega, J., Steinberger, J.K., 2018. Human Scale Energy Services: Untangling a 'golden thread'. *Energy Research & Social Science* 38, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.01.008>

61 Pour plus d'informations sur ces approches passées, voir : Gouvernement du Canada, 2000. Processus national sur le changement climatique : Rapport sur l'aperçu de la table de l'industrie.; Lévesque, B., 2002. Le modèle québécois : Un horizon théorique pour la recherche, une porte d'entrée pour un projet de société? *Revue Interventions économiques*. *Papers in Political Economy*.

62 Quelques exemples de ces études, en ce qui concerne les transitions vers la durabilité : Cairns, G., Ahmed, I., Mullett, J., Wright, G., 2013. Scenario method and stakeholder engagement: Critical reflections on a climate change scenarios case study. *Technological Forecasting and Social Change* 80, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.08.005>; Halbe, J., Reusser, D.E., Holtz, G., Haasnoot, M., Stosius, A., Avenhaus, W., Kwakkel, J.H., 2015. Lessons for model use in transition research: A survey and comparison with other research areas. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 15, 194–210. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.10.001>; Moallemi, E.A., Malekpour, S., 2018. A participatory exploratory modelling approach for long-term planning in energy transitions. *Energy Research & Social Science, Energy and the Future* 35, 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.022>

63 Le nombre d'études portant sur la « conception conjointe », la « création conjointe », la « gestion conjointe », etc. s'accroît rapidement. Voir par exemple : Polk, M. (ed.), 2015. *Co-producing Knowledge for Sustainable Cities: Joining Forces for Change*, New York: Routledge.

64 Voir : Clarke, Leon; Jiang, Kejun; et al. (2014). "Chapter 6: Assessing transformation pathways". In IPCC. *Climate change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (PDF)*. Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY, USA. ISBN 978-1-107-65481-5.

65 Pour une évaluation de l'état de la modélisation climatique au Canada, voir : Layzell, D., Beaumier, L., 2018. Change Ahead: A Case for Independent Expert Analysis and Advice in Support of Climate Policy Making in Canada. *CESAR Scenarios* 3, 1–45

66 Pye, S. et Bataille, C., (2016). Improving deep decarbonization modelling capacity for developed and developing country contexts. *Climate Policy* 16 (sup1) S27-S46. [10.1080/14693062.2016.1173004](https://doi.org/10.1080/14693062.2016.1173004).

67 Layzell, D., Beaumier, L., 2018. Change Ahead: A Case for Independent Expert Analysis and Advice in Support of Climate Policy Making in Canada. *CESAR Scenarios* 3, 1–45.

68 Pour plus d'informations sur la modélisation des modifications de système à grande échelle, voir : Kohler, J., de Haan, F., Holtz, G., Kubeczko, K., Moallemi, E.A., Papachristos, G., Chappin, E., 2017. *Modelling Sustainability Transitions: An Assessment of Approaches and Challenges (SSRN Scholarly Paper No. ID 3081759)*. Social Science Research Network, Rochester, NY.; Layzell, D., Beaumier, L., 2018. Change Ahead: A Case for Independent Expert Analysis

and Advice in Support of Climate Policy Making in Canada. CESAR Scenarios 3, 1–45.

69 Pour plus d'informations sur l'accessibilité pour les parties prenantes, voir : Holtz, G., Alkemade, F., de Haan, F., Köhler, J., Trutnevyte, E., Luthe, T., Halbe, J., Papachristos, G., Chappin, E., Kwakkel, J., Ruutu, S., 2015. Prospects of modelling societal transitions: Position paper of an emerging community. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 17, 41–58. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.05.006>; Papachristos, G., 2014. Towards multi-system sociotechnical transitions: why simulate. *Technology Analysis & Strategic Management* 26, 1037–1055. <https://doi.org/10.1080/09537325.2014.944148>

70 Il y a un compromis ici. Les modèles capables de prendre en compte une grande variété de développements qualitativement différents peuvent être à la fois plus précis et plus détaillés, mais souvent au prix de la simplicité. Rahmandad, H., Sterman, J., 2008. Heterogeneity and Network Structure in the Dynamics of Diffusion: Comparing Agent-Based and Differential Equation Models. *Manage. Sci.* 54, 998–1014. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1070.0787>; Sun, Z., Lorscheid, I., Millington, J.D., Lauf, S., Magliocca, N.R., Groeneveld, J., Balbi, S., Nolzen, H., Müller, B., Schulze, J., Buchmann, C.M., 2016. Simple or complicated agent-based models? A complicated issue. *Environmental Modelling & Software* 86, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.09.006>

71 Pour plus d'informations à ce sujet, voir : Papachristos, G., 2011. A system dynamics model of socio-technical regime transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1, 202–233. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.10.001>

72 Pour plus d'informations sur ce problème, voir : Kohler, J., de Haan, F., Holtz, G., Kubezko, K., Moallemi, E.A., Papachristos, G., Chappin, E., 2017. Modelling Sustainability Transitions: An Assessment of Approaches and Challenges (SSRN Scholarly Paper No. ID 3081759). Social Science Research Network, Rochester, NY.; Layzell, D., Beaumier, L., 2018. Change Ahead: A Case for Independent Expert Analysis and Advice in Support of Climate Policy Making in Canada. CESAR Scenarios 3, 1–45.

73 Les approches basées sur le jeu ont également le potentiel de combiner la convivialité avec des connaissances en modélisation et peuvent être utiles dans le cadre des interactions avec les parties prenantes. Considérez, par exemple : Carmichael, J., Tansey, J., Robinson, J., 2004. An Integrated Assessment Modeling Tool. *Global Environmental Change* 14, 171-183; and Robinson, J., Carmichael, J., VanWynsberghe, R., Tansey, J., Journeay, M., Rogers, L., 2006. Sustainability as a Problem of Design: Interactive Science in the Georgia Basin. Special issue on Interactive Sustainability, *The Integrated Assessment Journal*, 6 (4): 165-192.

74 La perspective à plusieurs niveaux est largement abordée par la recherche s'intéressant aux transitions vers la durabilité : Geels, F.W., 2012. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography, Special Section on Theoretical Perspectives on Climate Change Mitigation in Transport* 24, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>; Geels, F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy, NELSON + WINTER + 20* 31, 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8); Geels, F.W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., Neukirch, M., Wassermann, S., 2016. The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy* 45, 896–913.

75 Pour plus d'informations sur les transitions énergétiques à grande échelle, voir : Smil, V., 2016. Examining energy transitions: A dozen insights based on performance. *Energy Research & Social Science* 22, 194–197. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.017>; Smil, V., 2010. Energy Transitions: History, Requirements, Prospects. ABC-CLIO.

76 Il existe de nombreuses études sur les systèmes d'innovations technologiques et leur pertinence pour les transitions vers la durabilité : Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B.,

Lindmark, S., Rickne, A., 2008. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy* 37, 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>; Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S., Smits, R.E.H.M., 2007. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change* 74, 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>; Smith, A., Kern, F., Raven, R., Verhees, B., 2014. Spaces for sustainable innovation: Solar photovoltaic electricity in the UK. *Technological Forecasting and Social Change* 81, 115–130. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.02.001>

77 La gestion de la transition est un modèle complet de politique de transition vers la durabilité développé par Derk Loorbach : Loorbach, D., 2010. Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance* 23, 161–183. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2009.01471.x>

78 La théorie centrée sur la pratique est sa propre discipline des sciences sociales en rapport avec la durabilité; elle a récemment développé des études utiles en matière d'interventions politiques. Mattioli, G., Anable, J., Vrotsou, K., 2016. Car dependent practices: Findings from a sequence pattern mining study of UK time use data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 89, 56–72. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.04.010>; Pantzar, M., Shove, E., 2010. Understanding innovation in practice: a discussion of the production and re-production of Nordic Walking. *Technology Analysis & Strategic Management* 22, 447–461. <https://doi.org/10.1080/09537321003714402>; Shove, E., 2014. Putting practice into policy: reconfiguring questions of consumption and climate change. *Contemporary Social Science* 9, 415–429. <https://doi.org/10.1080/21582041.2012.692484>

**The Transition
Accelerator**



**L'Accélérateur
de transition**