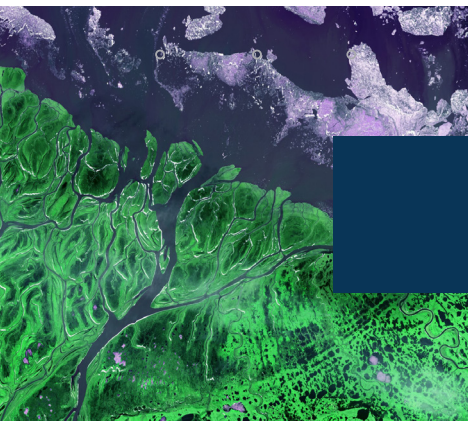


The Transition Institute 1.5

L'ambition d'une véritable transition



PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Le programme scientifique de TTI.5 se centre sur les conditions d'émergence et le pilotage d'une transition bas-carbone, en lien avec l'ambition prônée par le GIEC de limiter le réchauffement planétaire moyen à 1.5 degré. Il s'agit de prendre au sérieux l'ensemble des implications de cet objectif planétaire de décarbonation particulièrement ambitieux alors que les stratégies pour y parvenir peinent à démontrer leur efficacité. Les recherches que nous menons sont motivées par le questionnement :

Comment réaliser l'avènement de la neutralité carbone et quelle est l'ampleur des transformations que l'atteinte de cet objectif doit impliquer ?

Pour élaborer des réponses à cette question complexe, le programme scientifique de l'Institut propose une déclinaison en cinq axes. Le premier axe de recherche de TTI.5, **design de la transition**, se propose d'*explicit*er les *mécanismes* à adopter pour garantir la décarbonation souhaitée. L'axe 2, **une planète électrique ?**, *questionne les implications d'une vision associée à la décarbonation*, qui passerait par une électrification massive. L'axe 3, **la planète inclusive**, se consacre à l'*identification des solutions*

et des outils permettant d'engager l'ensemble des acteurs dans la transition, en réconciliant à la fois les enjeux multi-échelles du défi climatique et les multiples contraintes auxquels ils sont chacun confrontés. L'axe 4 est dédié à l'analyse de la transition au prisme des enjeux internationaux, pour considérer **la planète comme enjeu d'influence** de tous ordres : géostratégique, commerciale, économique, politique, etc. L'axe 5, **la planète vivante**, s'attachera à élucider le rapport au vivant dans un contexte de crise climatique et d'érosion de la biodiversité.

L'institut propose une approche résolument holistique qui nécessite que les questions abordées soient discutées en intégrant un ensemble de contraintes incontournables en termes : d'offre technologique, de vecteurs et de ressources, de questions d'opération et de flexibilité des systèmes, de spatialité, de rythme de mise en place, d'aménagement du territoire, de modes de vie, de coûts et d'ingénierie de financement, de gouvernance, de régulation et de conditions institutionnelles, et d'externalités.

Ce programme scientifique a été pensé pour mettre en cohérence, valoriser, et prolonger les différents travaux de recherche déjà proposés au sein de Mines Paris - PSL. Il doit également permettre d'initier de nouveaux élans sur des thématiques peu abordées jusqu'ici mais qui sont pourtant indispensables au pilotage de la transition. Au-delà, il s'appuiera sur les compétences de Mines Paris - PSL et des partenaires de l'Institut TTI.5.

AXE 1 : LE DESIGN DE LA TRANSITION

Conception de la transition

Le premier volet de cet axe de recherche cherche à déplier les mécanismes et les dynamiques des transitions. Son objet est de permettre l'identification des mécanismes et processus qui contribuent au déclenchement et à la réalisation d'une décarbonation forte et rapide.

L'une des déclinaisons de cet axe repose sur l'élaboration de modèles de la transition afin d'adosser nos analyses et réflexions sur un cadre clarifié. Les modèles s'inspireront d'analogies, par exemple avec la physique des transitions de phase, ou pourront dériver d'analyses rétrospectives, etc. Cela doit nous permettre de définir des objectifs clairs et d'évaluer l'état effectif de la transition des systèmes techniques, sociaux, économiques, politiques et les conditions de leur bifurcation vers un système décarboné.

Le second volet propose de se consacrer à l'étude de la nature du mouvement et des formes d'organisations qui pourraient permettre de concrétiser cette transition vers un inconnu désirable. La démarche peut s'inspirer des enseignements tirés de contextes différents, comme par exemple celui des semi-conducteurs, où la loi de Moore a conduit à interroger les modèles et organisations pour repenser nos usages des semi-conducteurs et d'éventuelles alternatives, en prenant en compte les difficultés liées aux complexités des chaînes d'approvisionnement mondialisées et les problèmes de disponibilité des ressources. Ce travail doit nous permettre de réfléchir aux nouvelles formes organisationnelles et de gouvernance adaptées pour conduire les transitions souhaitées.

Ingénierie de la transition

Dans ce volet, nous questionnons les solutions bas-carbone et leur environnement réglementaire, à savoir, les leviers financiers et les politiques publiques associés à cette transition (investissements, taxes, redistribution, subventions) qui devraient initier puis conduire le processus de décarbonation. Il s'agit de considérer à la fois des pistes de solutions qui portent sur la décarbonation de la production (énergies vertes, capture du CO₂, etc.) et des pistes de solutions reposant sur la modification de la consommation (sobriété, efficacité, etc.). Pour éviter que les solutions des uns ne deviennent les problèmes des autres, ces solutions seront toujours évaluées à travers différents prismes disciplinaires, temporels et spatiaux et dans leur interaction et leur intégration au système économique, énergétique, politique et social.

Par exemple, les solutions technologiques concernant le bâti seront discutées relativement à leur intégration au système énergétique à différentes échelles, aux questions de consommation associées (autoconsommation, externalité du numérique), d'utilisation de nudges, de matériaux isolants, d'équipements des ménages, de comportement, de politique, de norme, de subvention, de compétitivité, etc. Pour ce qui relève de l'intégration des techniques de captage, stockage et valorisation du CO₂ (CCUS) ou de l'utilisation de l'hydrogène dans la reconfiguration du secteur industriel, on abordera à la fois les enjeux techniques, mais aussi les enjeux de l'acceptabilité, les conséquences géopolitiques de réorganisation des filières, les politiques industrielles de déploiement des technologies elles-mêmes, etc.



AXE 2 : UNE PLANÈTE ÉLECTRIQUE ?

Cet axe de recherche est dédié à interroger la pertinence d'une vision régulièrement présentée comme une orientation souhaitable voire incontournable pour la transition : le déploiement du vecteur électrique. Il s'agit d'explorer les enjeux inhérents à l'électrification et ainsi proposer de définir les conditions techniques, sociales, organisationnelles et politiques ainsi que les modalités de mise en place de trajectoires qui soient porteuses d'une transition bas-carbone aux différentes échelles.

Cela nécessite d'explorer les trajectoires technologiques et les trajectoires de consommation compatibles avec une électrification décarbonée. A ce titre, il faut s'intéresser aux enjeux opérationnels pour le système électrique, aux technologies de production, aux vecteurs et aux ressources énergétiques, ainsi qu'aux modes de vie. Nous proposons également d'explorer les leviers économiques et politiques permettant de mettre en œuvre des trajectoires identifiées. Pour s'assurer de la cohérence et de l'applicabilité des mesures, projets et solutions analysées, les questions seront toujours abordées au regard d'enjeux d'accessibilité, d'appropriation sociale et d'acceptabilité et nous proposerons des analyses multi-échelles permettant ainsi de prendre en compte les singularités régionales, les conditions géopolitiques ainsi que les différentes externalités comme par exemple l'exportation des impacts (secteur du numérique, consommation de métaux rares, relocalisation, etc.).

Pour toutes les options envisagées, les recherches menées à l'Institut viseront à éclairer les tensions qui se nouent autour

des choix énergétiques liés à l'électrification, via l'analyse de leurs impacts environnementaux (notamment via des analyses de cycle de vie), des enjeux liés à la gestion des ressources nécessaires pour suivre ces trajectoires, des questions socio-politiques liées à ces choix, des modèles d'affaires associés à cette bifurcation vers une planète électrique.

Par exemple, dans le cadre du déploiement d'énergies renouvelables, comme l'énergie solaire, l'ensemble des aspects liés au choix de cette ressource seront consolidés : analyses en cycles de vie des panneaux, risques environnementaux, enjeux liés aux matériaux et ressources nécessaires, prévisions de la ressource, conséquences du déploiement du photovoltaïque sur la compétition dans l'usage des sols, question d'aménagement liée à l'intégration dans les réseaux et dans un territoire, modèles d'affaires associés, besoins en investissements, usages, acceptabilité régionale, etc.

AXE 3 : LA PLANÈTE INCLUSIVE

La transition répondant à un problème global, il est nécessaire d'y intégrer toutes les échelles et tous les acteurs de la société tout en assurant une cohérence entre eux afin d'éviter, une fois encore, que les solutions des uns ne deviennent les problèmes des autres. Cet axe traite ainsi des enjeux de gouvernance de cette transition vers une décarbonation de nos sociétés et de l'inclusivité de cette gouvernance, qui reste aussi cadrée par certaines contraintes physiques. Les conditions de cette inclusion sont élaborées en tenant compte du caractère multi-échelles du défi climatique et des contraintes dans lesquels nous nous trouvons pour résoudre cette décarbonation : notamment les limites physiques liées à la finitude de la planète et toutes les

conséquences associées au niveau économique, social, géopolitique, etc.

Les acteurs

Il s'agit d'identifier les solutions permettant d'engager les différents acteurs dans la transition. On pourra dans un premier temps consacrer nos travaux aux entreprises et aux ménages. Afin de questionner les différentes options permettant d'engager les entreprises et les industries dans la transition, on envisagera les outils pour éclairer les démarches et les choix stratégiques des entreprises, les mesures incitatives et coercitives à déployer, tout en intégrant les enjeux de viabilité, de durabilité et d'adaptation. Par exemple, les aménagements envisagés à l'échelle d'un territoire seront évalués suivant leur intégration dans le métabolisme de ce même territoire (intégration dans les flux et stocks de matières du territoire, intégration au tissu urbain, économique et social). Parmi les outils supports de cet éclairage on peut mentionner la conception et le déploiement des outils de comptabilité écologique, la construction d'indicateurs spécifiques à la décarbonation, la mise en place des analyses en cycle de vie, la prise en compte des risques environnementaux, les modèles d'affaires, les approches prospectives.

Il s'agit également de concevoir des outils favorisant l'engagement des ménages dans la transition et la transformation des modes de vie, qui permettent d'activer des leviers de sobriété et constituent des incitations à l'utilisation des solutions bas-carbone dans les trois secteurs que sont la mobilité, le résidentiel et la consommation de biens et services. Les questions seront abordées en prenant en compte les enjeux d'acceptabilité et d'accessibilité des solutions, des services, des infrastructures, des ressources et tout ce qui concourt (en termes de formes de gouvernance) à une appropriation sociale la plus large possible de ces choix sociotechniques liés à la décarbonation.

Outils de mise en cohérence

On propose de déployer des outils et démarches qui permettent la mise en cohérence d'un ensemble d'acteurs dans la transition, parmi lesquels figurent les modèles de circularité. Face aux enjeux de finitude des ressources, de croissance continue de la production de déchets et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, les modèles de circularité visent, par le recyclage, la réutilisation des produits et la réduction à la source des déchets et de la production à transformer simultanément les systèmes d'offre et les comportements des consommateurs. Il s'agit notamment de réduire l'empreinte matérielle de l'économie par l'amélioration de l'efficacité matière, l'allongement de la durée de vie des produits et des technologies (réparabilité, réemploi) et l'intensification de leurs usages (économie de fonctionnalité). Leur mise en œuvre demande une coordination de très nombreux acteurs (collectivités territoriales, entreprises, ménages, associations) et interroge différentes échelles d'action et de décisions. Ils sont pertinents pour réfléchir sur les principes et les conditions de mise en œuvre des principes de l'économie circulaire et des symbioses industrielles.



AXE 4 : LA PLANÈTE COMME ENJEU D'INFLUENCE

Cet axe de recherche est dédié à l'analyse des tensions éthiques et géopolitiques qui ont émergé autour des questions de la protection de l'environnement. Dans la mesure où ces enjeux peuvent constituer des facteurs d'inertie et représentent alors des freins à la transition, il est essentiel d'en comprendre les fondamentaux et de décrypter les mécanismes qui les alimentent.

Enjeux d'équité

Dans cet axe, on interroge les organisations, les instruments politiques, les mécanismes financiers, ainsi que les règles, procédures et normes qui régulent les processus mondiaux de protection du climat et de la biodiversité. Nous proposons notamment d'interroger les modalités de construction des objectifs globaux et de leur mise en œuvre. Cet éclairage est en effet indissociable de la compréhension des conditions techniques, économiques, sociales et politiques qui sont associées aux différents objectifs adoptés, et plus particulièrement à ceux liés à la stabilisation des températures.

La discussion de la déclinaison des objectifs globaux à différentes échelles est également fondamentale : cela requiert de questionner la répartition des efforts de réduction, de repenser les questions de responsabilité différenciée et de contribution juste à la décarbonation. Derrière ces questionnements se jouent des enjeux d'éthique liés à la gestion des ressources et aux pratiques d'ingénierie et, à un niveau plus politique, des enjeux de justice environnementale, de propriété et de partage de la valeur qu'il s'agit d'articuler ici aux contraintes liées à la physique du climat. En particulier, une transition bas-carbone véritable exige de prendre en compte non seulement le point de vue des pays développés, mais également celui des pays émergents dont les visions et les modèles peuvent différer substantiellement des premiers. Les enjeux autour de l'utilisation des indicateurs comme système d'information dans la gouvernance (enjeux de rayonnement et de responsabilité; enjeux autour des conventions utilisées ; enjeux quant à la gestion de la donnée et de l'intervention du secteur privé) sont également centraux.

Compétition et géostratégie

Si la transition s'inscrit dans une vision et dans un contexte global, elle se décline à des échelles locales, et se confronte

donc à des réalités diverses et des enjeux de compétitions. Cela nécessite un éclairage des enjeux de souveraineté et d'autonomie autour de l'approvisionnement en ressources. La transition peut également nourrir la compétition économique entre différents acteurs économiques : via les brevets, l'avance technologique, le déploiement de filières, les normes, etc. Ainsi, les stratégies d'influence autour du défi climatique peuvent être source de cristallisation des rivalités. La position affichée par plusieurs régions de volonté de prise de pouvoir sur la question climatique, de l'Europe des 27 à la Chine ou aux Etats-Unis, anime une recomposition des rapports de force internationaux, qui induit une réactualisation des coopérations mais aussi des formes de rivalités, autour du contrôle des ressources notamment. Ces positionnements relatifs sont également des éléments qu'il est indispensable d'intégrer dans la réflexion pour l'élaboration d'une véritable transition bas-carbone.



AXE 5 : LA PLANÈTE VIVANTE

Élucider le rapport au vivant dans un contexte de crise climatique et d'érosion de la biodiversité.

La terre est une « planète vivante » car elle possède les propriétés permettant l'émergence et le maintien de la vie qui se manifestent par la présence d'organismes capables de se reproduire, de croître, de se développer et, in fine, de mourir. Les êtres vivants structurent la biosphère, elle-même le fruit de multiples interactions avec les éléments de la géosphère (lithosphère, hydrosphère, atmosphère).

Le développement de nos sociétés (anthroposphère) repose sur ces interactions car elles nous fournissent énergie et matière. En retour, nos activités influencent fortement ces dynamiques et, depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, la croissance de la population humaine couplée à l'essor de nos technologies, ont conduit à transformer profondément notre environnement naturel, provoquant une dégradation de la biodiversité à un rythme sans précédent, conférant ainsi l'émergence de situations à risques pour nos sociétés : érosion de sols fertiles, dépérissement des forêts, dégradation de la qualité des eaux, épidémies et ravageurs qui se répandent plus facilement, régulation climatique perturbée etc.

À ces impacts sur le vivant s'ajoute l'actuel changement climatique qui amplifie l'incertitude sur le devenir des êtres vivants et des services écosystémiques et qui pourrait devenir le principal facteur de dégradation de la biodiversité au cours du 21^{ème} siècle.

L'axe de recherche "La Planète Vivante" vise à explorer l'interdépendance entre nos sociétés et le reste du monde vivant, dans un contexte de transition, pour comprendre les dynamiques en jeu en reconnaissant leur complexité. Cet axe interroge la façon dont on considère le vivant, sa gouvernance, son statut juridique, ses contributions économiques et sociales au même titre que sa dynamique et son devenir au regard des changements globaux.

Dans la perspective de (Re)mettre le vivant au cœur des décisions, nous nous appuyons sur la prospective pour apporter des connaissances nouvelles permettant de soutenir durablement la transition de nos sociétés et de nos territoires. Cela nécessite d'analyser les savoirs, méthodes et expertises qui se confrontent dans ces pratiques d'anticipation, ainsi que la définition d'indicateurs pour la gouvernance de la transition.

Par ailleurs, il est nécessaire de se questionner sur les solutions à proposer au regard des résultats issus de la recherche, sur leur intégration par les décideurs et sur la façon dont les enjeux démocratiques de la définition d'un futur commun sont pris en compte.

La nature complexe des systèmes étudiés nous invite également à aborder la transition à l'aide d'approches systémiques et intégratives, telles que l'approche fondée sur les écosystèmes (Ecosystem-based Approach – EbA), qui reconnaissent explicitement la pertinence des démarches interdisciplinaires mêlant sciences de la nature, sciences de l'environnement et de la terre, sciences de l'ingénieur, sciences humaines et sociales pour soutenir les processus décisionnels d'aménagement et de développement en considérant, de façon intrinsèque, les liens entre les sociétés humaines, le vivant et les facteurs environnementaux.

Les activités des membres de l'Institut visent aussi à soutenir la prise en compte du vivant parmi les outils de gestion des entreprises, de pilotage des activités et de planification territoriale des collectivités dans le cadre de la transition.



CONTACT

 the-transition-institute.minesparis.psl.eu

 tti.5@minesparis.psl.eu