



HAL
open science

Au pied du mur. Imaginer les futurs socio-écologiques. Introduction

Nathalie Roseau, Bruno Tassin

► **To cite this version:**

Nathalie Roseau, Bruno Tassin. Au pied du mur. Imaginer les futurs socio-écologiques. Introduction. Transitions. Les nouvelles annales des Ponts et Chaussées, 4, Presses des Ponts et Chaussées, pp.6-11, 2024, 9782859785833. hal-04671573

HAL Id: hal-04671573

<https://hal.science/hal-04671573v1>

Submitted on 24 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRANSITIONS

Les nouvelles Annales des ponts et chaussées

Au pied du mur

Coordonné par
Nathalie Roseau et Bruno Tassin

2024

Sommaire

Avant-propos

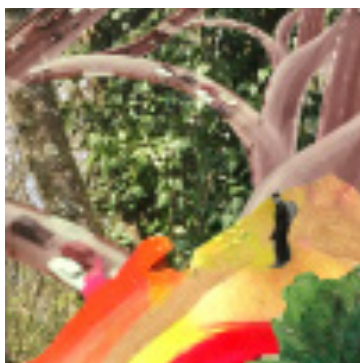
Anthony Briant 4

Introduction

Nathalie Roseau et Bruno Tassin 6

.....

Modèles



Modéliser les transformations, transformer les modèles ?

Céline Guivarch 14

Retour vers le futur. L'histoire des idées au service de la transition

Antoine Missemmer 18

Repenser la technique à l'ère de l'anthropocène : du système à l'environnement

Antoine Picon 22

Où est donc le génie électrique ?

Fanny Lopez 26

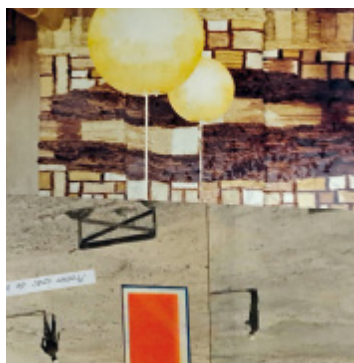
Les grands réseaux dans et pour la transition socio-écologique : un nouvel âge des infrastructures ?

Olivier Coutard 30

Penser la transition dans un monde fait de circulations. Le paquebot automobile européen à la dérive ?

Virginie Boutueil 34

Contre-regards



Donner à voir les futurs socio-écologiques. Proposition d'une altervisualité

Raphaële Bertho et Stéphanie Rivoire 40

Rationner, désescalader ? Explorer la décroissance des mobilités et de l'énergie

Arnaud Passalacqua 46

La chasse d'eau et le monde d'après. Défaire l'évidence du confort moderne ?

Marine Legrand 50

La recherche-action face au défi d'une bifurcation nécessaire : sortir du tout-à-l'égout

Fabien Esculier 54

Chercher la conciliation malgré l'urgence écologique

Antonin Pottier 58

The Oraqu: A subversive technology for a new myth

Qudus Onikeku 62

Pour une humilité foncière

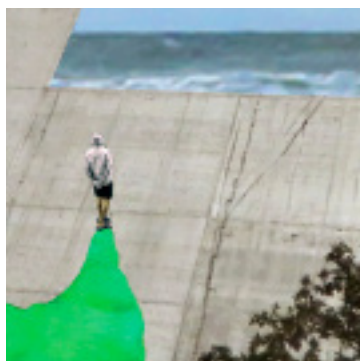
Charles Claron 67

TRANSITIONS, n° 4

Au pied du mur

Imaginer les futurs socio-écologiques

Territoires



Savoirs sur les terres urbaines pour la bifurcation. Milieux vivants, droits abordables, communs

Claire Simonneau 74

Sobriété et justice. Quelles transformations socio-environnementales des mobilités ?

Caroline Gallez 79

Repenser un aménagement écologisé. Sortir de la pensée de l'équipement

Daniel Florentin 83

Chaleur urbaine: un futur déjà là ? Imaginaires et pratiques d'une transition *in situ*

Martine Drozdz et Jonathan Rutherford 87

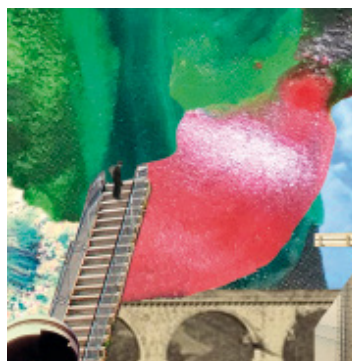
Au pied du mur: que fait-on sur les matériaux de construction ?

Robert Le Roy 92

Un autre monde est-il possible ? Deux scénarios alternatifs pour le bassin de la Seine à l'horizon 2050

Sabine Barles *et al.* 98

Agir



Quelles transitions institutionnelles pour lutter contre le changement climatique en France ?

François-Mathieu Poupeau 106

Bifurcation énergétique: le test de l'éolien et du solaire

Pierre Veltz 110

À la croisée des chemins. La coopération Nord-Sud dans les négociations climat

Christophe Cassen 115

Former pour transformer. L'administration publique face à la transition écologique

Léa Falco, Yann Kervinio et Vincent Spenlehauer 120

Les ingénieurs au pied du mur. Témoignage et vision du département Ville Environnement Transport

Cécilia Cruz et François-Laurent Touzain ... 125

L'urbanisme entre continuité et redirection. Le mastère Aménagement et maîtrise d'ouvrage urbaine en transition

Marie Jorio 130

Questionner la recherche en pratique(s) et au-delà

Collectif Urgences Environnementales 134

.....
Biographies 139

Résumés des articles 143

Sources iconographiques 149



Avant-propos

Anthony Briant

Directeur de l'École nationale des ponts et chaussées

1. Le Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC) a été créé en février 1949 par partition de l'historique laboratoire de chimie de l'École nationale des ponts et chaussées, fondé dès 1831 pour exercer les élèves aux analyses de pierre à chaux et aux essais de gélinivité des matériaux. Voir Suquet Louis, 1931. « L'École nationale des Ponts et Chaussées de 1831 à 1931 », *Annales des Ponts et Chaussées - 1^{ère} partie, Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur*, Paris, Vve Ch. Dunod/E. Bernard/Commission des Annales, p. 13. <https://heritage.ecoledesponts.fr/ark:/12148/bpt6k6126543/f3.item>

2. Lemonier Marc, 2017. « Les riches heures de Pierre Veltz », *Diagonal*, n° 201, p. 10-13. Pierre Veltz a rejoint l'École des Ponts au tournant des années 1980, à l'invitation du directeur de l'enseignement de l'époque, Gabriel Dupuy, pour mettre en place un programme STS (Sciences, Techniques et Société), afin que les élèves de l'École puissent spécifiquement réfléchir à cette question.

3. Je cite toujours Pierre Veltz, dans une vidéo faite par le PUCA (Plan Urbanisme Construction Architecture) quand il a été lauréat du Grand Prix de l'urbanisme, en 2017. Voir « Être métropole dans un monde incertain - Interview de Pierre Veltz, Grand Prix de l'urbanisme 2017 », 2017. <https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/etre-metropole-dans-un-monde-incertain-interview-a1228.html>

4. Cette entreprise reste largement à engager, et j'invite tout chercheur et doctorant que cela intéresse à se rapprocher de la direction de la Documentation de l'École nationale des ponts et chaussées!

Il y a un peu plus de 40 ans, au tournant des années 1980, sous l'impulsion du directeur de l'époque, Jacques Tanzi, une poignée d'ingénieurs des Ponts, aux parcours singuliers, a fait naître (ou plus précisément renaitre¹) la recherche à l'École nationale des ponts et chaussées. Pierre Veltz, qui nous fait l'amitié d'écrire dans ce numéro de *Transitions*, faisait partie de ces *intrapreneurs*, pour utiliser un vocable de l'administration contemporaine. Il sera d'ailleurs le premier directeur de la recherche de l'École. En lisant Pierre Veltz, on comprend rapidement que cette recherche s'articule autour de deux dimensions qui en font sa force (et en partie sa singularité) : d'abord, l'intrication forte entre les sciences de l'ingénieur et les sciences sociales, pour réfléchir sur la science et les techniques dans leurs implications sociétales²; ensuite, la promotion d'une « recherche embarquée »³, c'est-à-dire une recherche-action qui, pour comprendre la complexité, s'immerge en partie dans le système qu'elle tend à expliquer.

J'aime à penser que ce quatrième opus de *Transitions*, « Au pied du mur », est la démonstration percutante que cet élan initial s'est pleinement déployé et a gagné en maturité au fil des années. Il nous offre aujourd'hui la preuve que cette approche de recherche est pleinement pertinente pour mieux comprendre l'ampleur du défi environnemental et social auquel nous faisons face, comme le soulignent Nathalie Roseau et Bruno Tassin, coordinateurs de ce numéro, dans leur introduction : « [La recherche] aussi se trouve au pied du mur, souvent démunie pour définir des approches selon lesquelles les communautés se découvrent, se confrontent et s'approprient. Les questions complexes qu'elle doit embrasser croisent une interdisciplinarité radicale, dont cet ouvrage

témoigne en choisissant d'impliquer les sciences humaines et sociales et les sciences de l'environnement, elles-mêmes transversales ».

Il serait trop long ici de faire l'histoire⁴ sur 40 ans des centres d'enseignement et recherche de l'École (CERTES, CERGRENE, CERMA, CERMMO, CERMES...) qui, par rapprochements successifs avec d'autres unités ou par transformation, sont devenus le LATTs, le CERMICS, le LEESU ou Navier... mais vous le comprendrez, les chercheurs qui développent aujourd'hui leurs travaux dans chacun de ces laboratoires portent en eux cette identité, et elle s'exprime dans ces pages. La recherche aux Ponts prend, souvent, ses distances avec une simple approche disciplinaire, sa grille de compréhension étant alors organisée autour d'objets. Le « territoire », au cœur de l'identité de l'École des Ponts, est une matrice de lecture alternative féconde pour penser les enjeux actuels de la crise écologique et énergétique dans son caractère pleinement systémique, et éviter l'écueil d'un simple discours technosolutionniste. C'est une des clés de lecture à laquelle Nathalie et Bruno nous invitent. Couplée à l'approche de la « recherche embarquée », cette matrice de lecture par le territoire permet une mise en action, une action située, adaptée aux contextes, aux enjeux et aux pratiques locales, une action seule apte à construire un futur en commun.

Dès l'origine, par conviction, comme par nécessité, la recherche aux Ponts s'est voulue ouverte, collaborative avec des organismes de recherche (CNRS, INRIA, ex-IFSTAR...), des universités (Créteil, Marne-la-Vallée), ou des partenaires publics et privés... Je veux donc ici remercier l'ensemble des contributeurs à ce numéro, qu'ils soient ou non chercheurs des Ponts, qui ont si bien su retranscrire

dans ces pages la vivacité et la singularité de cette recherche ouverte, faisant dialoguer les disciplines. J'y vois le témoignage d'une ambition partagée, celle de créer des savoirs pluridisciplinaires au service de l'action.

Je veux aussi exprimer ma profonde gratitude à Nathalie Roseau et Bruno Tassin pour l'important travail qu'ils ont produit pour coordonner les productions de ces différents contributeurs. De la clairvoyance de leur introduction à la structuration du numéro, en passant par l'invitation au travail iconographique réalisé par Frédérique Daubal, ils nous offrent ici un numéro qui allie à la rigueur de l'analyse scientifique la force de l'imaginaire, pour un avenir incertain à inventer, ainsi que le retour d'expérience d'actions audacieuses, quoique peut-être encore trop marginales, pour transformer en profondeur nos modes de vie. Le caractère si abouti de ce recueil n'est certainement pas étranger au fait que l'une a été directrice du LATTs, et l'autre directeur du LEESU. Qui mieux qu'eux incarnent aujourd'hui ces caractéristiques fondatrices de la recherche aux Ponts, que j'évoquais plus haut ?

En tant que directeur, je ne peux conclure sans mettre en exergue le dialogue que ce numéro établit entre la recherche et l'enseignement, les deux branches entrelacées de l'activité de l'École. Depuis 40 ans, la recherche a pris une place croissante dans l'enseignement et dans la formation des ingénieurs à l'École des Ponts. Le caractère « embarqué » de cette recherche est venu compléter, utilement, un enseignement professé pour une majorité de matières par des professionnels en poste dans l'entreprise ou dans l'administration. À l'heure

d'une remise en cause profonde et nécessaire des systèmes productifs comme des modes de consommation, le dialogue entre recherche et industrie, à la fois constant et contradictoire, fournit aux élèves les clés pour mieux appréhender les espaces possibles de bifurcation ; réinventant dans le même temps la possibilité d'une ingénierie pleinement au service de l'environnement. C'est ce qui constitue, j'en suis convaincu, la force d'une « école d'application » comme la définissent parfois les polytechniciens ! À ce titre, l'article d'Antoine Picon, lui aussi artisan infatigable d'une recherche aux interfaces des sciences, des techniques et de leurs impacts sociétaux, ouvre de nouvelles perspectives pour continuer à faire vivre cette « fabrique de la transition » dans les années qui viennent. Plusieurs témoignages illustrent dans ce numéro cette ambition formatrice permanente de la pédagogie de l'École des Ponts : que ce soit dans le cycle d'ingénieurs civils, dans la formation de nos fonctionnaires, ou dans l'offre évolutive de nos masters, il s'agit d'une œuvre qui doit se nourrir en permanence des questionnements et des avancées de cette recherche.

Ce numéro est audacieux, risqué peut-être, diront certains, pour une École comme la nôtre, car il réinterroge en profondeur les représentations de l'ingénierie et la place que celle-ci doit jouer dans les bifurcations qu'il nous reste à accomplir pour répondre à l'urgence climatique et environnementale. Nul doute qu'il suscitera interrogations, débats et, peut-être, controverses. C'est la condition pour pouvoir construire un avenir collectif juste, solidaire, et s'inscrivant dans les limites planétaires !



Introduction

Nathalie Roseau

Directrice de recherche, École nationale des ponts et chaussées, LATTS

Bruno Tassin

Directeur de recherche, École nationale des ponts et chaussées, LEESU

Ce numéro de la revue *Transitions* pose l'hypothèse suivante. Pour que l'empreinte des activités humaines réintègre les frontières planétaires (Richardson *et al.*, 2023), une seule approche reposant sur l'innovation technologique n'est pas suffisante. C'est une évolution majeure des systèmes de production et de consommation, en particulier de ceux dont les impacts sont les plus forts, qui est nécessaire.

Au-delà des frontières

Fin mars 2024, le Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (Citepa) a publié l'estimation sur l'ensemble de l'année 2023 des émissions de gaz à effet de serre et de polluants en France (Citepa, 2024). L'an dernier, leur tendance à la baisse engagée en 2017, s'est poursuivie. Cette tendance semble s'accélérer, épousant la trajectoire indicative de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) dont la future révision, attendue en 2024, vise une réduction de 55%¹ des émissions entre 1990 et 2030. De même, l'empreinte carbone de la France est orientée à la baisse, poursuivant une tendance engagée en 2005, et estimée pour l'année 2022 (selon les dernières données disponibles) à 9,2 t_{eq} CO₂ par personne et par an².

Ces chiffres sont encourageants, même si le Haut Conseil pour le climat incite à la prudence (HCC, 2024). Les climato-sceptiques sont moins en vue et l'ensemble de la société semble avoir pris conscience de l'importance d'agir, et vite, à la fois pour réduire les émissions de

gaz à effet de serre et limiter les conséquences des augmentations de température, tant sur les individus que sur les différents secteurs d'activité. Le Secrétariat général à la planification écologique français déploie une activité particulièrement intense, à l'échelle nationale mais aussi à l'échelle des territoires, incluant les départements et régions d'outre-mer. Celle-ci peut être quantifiée à travers le nombre des publications sur le web sous la bannière « France Nation Verte » — plus d'une trentaine sur les 12 derniers mois³.

Il ne faudrait pourtant pas se fier à ces chiffres nationaux pour considérer que la « transition » est engagée, et suivra sans encombre les trajectoires planifiées. Le chemin sera difficile pour atteindre l'objectif de 2 t_{eq} CO₂ par habitant et par an d'ici 2050. D'autant que les politiques en faveur de l'environnement ne sont jamais acquises, comme l'ont montré les arbitrages récents sur les réglementations phytosanitaires, ou le recul en 2022 de la position du ministre de l'Environnement dans l'ordre protocolaire du gouvernement.

Enfin, à l'échelle planétaire, les tendances sont des plus inquiétantes. Entre avril 2023 et avril 2024, date à laquelle nous écrivons ce texte, 11 records mensuels de température ont été battus. La moyenne de la température de l'air sur les 12 derniers mois a dépassé de 1,61°C la température de la période de référence préindustrielle, au-delà de la limite des 1,5°C mentionnée dans l'accord de Paris, approuvé à la fin de la COP21, en 2015. En novembre 2023 et février 2024, celle des 2°C a même été

1. En application du *package Fit for 55* élaboré par l'Union européenne.

2. Y compris les importations (56 %).

3. « La planification écologique », *France Nation Verte*. <https://www.info.gouv.fr/grand-dossier/france-nation-verte>, consulté le 17 mai 2024.

dépassée pendant quelques jours. Depuis une année, la température à la surface de la mer atteint des niveaux exceptionnels et un record absolu de 21,07°C a été atteint en mars 2024⁴. À Rio de Janeiro, la température ressentie a atteint 62,3°C le 17 mars 2024. Parallèlement, en France, le montant annuel des dommages causés par des événements climatiques a dépassé les 6 milliards d'euros en moyenne depuis 2020, contre 3,7 entre 2010 et 2019, et 2,7 sur la décennie précédente (en euros constants 2023)⁵. L'augmentation du réchauffement est conforme aux modèles de prévision. Sa perception et ses conséquences sont de plus en plus tangibles.

La question climatique n'est que la partie émergée de l'iceberg, le plus médiatisé des dérèglements subis par la planète du fait des activités humaines. Parmi les neuf frontières planétaires définies depuis 2009 par le Stockholm Resilience Center, six sont considérées comme dépassées : climat, chute de la biodiversité, perturbations du cycle de l'eau et des cycles biogéochimiques des éléments nutritifs (azote et phosphore), changements d'usage des sols, présence de substances artificielles. En dehors de la résorption de l'affaiblissement de la couche d'ozone stratosphérique, où que le regard se porte, la situation paraît hors de contrôle et nous nous rapprochons de certains des *tipping points*⁶ identifiés par la communauté scientifique. Les extrapolations aux horizons 2050 et 2100 concluent à une perspective d'inhabitabilité de la Terre pour une grande partie de l'humanité, si des bifurcations n'ont pas lieu maintenant.

Nous sommes au pied du mur, et singulièrement la fraction de l'humanité, très localisée géographiquement et socialement, qui a imprimé si fortement son empreinte sur la planète et le vivant.

Dissonances

Si la nécessité d'agir est reconnue et engagée, les voies à emprunter se brouillent lorsqu'il s'agit de reconnaître la gravité de la situation ou de saisir la radicalité des transformations à enclencher. Pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre et stabiliser l'élévation de la température sur terre, nous pourrions imaginer que l'innovation technologique,

avec un soupçon de sobriété – choisie et non contrainte –, suffise pour améliorer l'efficacité des machines, substituer aux combustibles fossiles des énergies renouvelables, réduire les consommations énergétiques, voire capturer et faire disparaître le CO₂ qui nous gêne. Il n'en est rien. Les « solutions » aujourd'hui sur la table, pour l'essentiel exclusivement techniques, ne sont pas suffisantes. Le seul recours à la technologie cultive des mirages salvateurs, de l'avion à hydrogène à la capture et au stockage du CO₂, dont l'efficacité et l'économie ne sont pas questionnées, tandis que les faisabilités et les conséquences sont passées sous silence. Réputé plus écologique, le véhicule électrique est un nouveau moteur industriel, dont la croissance est encouragée par des subventions importantes de la part des États. Son coût élevé soulève des enjeux d'équité sociale, alors que son coût environnemental reste un impensé, comme le devenir sur le marché de l'occasion des stocks de véhicules thermiques. Si nous voulons prendre au sérieux la situation, d'autres voies sont à explorer, aujourd'hui minorées car contradictoires avec les systèmes et les modèles dominants.

Pour franchir le mur, il faut le connaître. L'accumulation des gaz à effet de serre tout d'abord, qui change irrémédiablement les conditions de vie sur terre et dont nous transmettons à celles et ceux qui nous succéderont la charge de les résorber. Les trajectoires sociotechniques ensuite, dont nous peinons à nous émanciper. Les facteurs d'un anthropocène enfin, dont la mise au clair est une condition pour accéder à la vue d'ensemble : la domination de la biosphère, la destruction des sols, l'addiction à l'énergie.

« Face au vent » : de manière prophétique, le « manifeste des *Annales nouvelles* », publié par Lucien Febvre au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, soulignait déjà la destruction du monde et son changement total. Non pas seulement du fait du paysage des ruines sur lesquelles s'ouvrirait cette année zéro de l'après-guerre, mais du fait, « plus grave », de la « prodigieuse accélération de la vitesse qui, télescopant les continents, abolissant les océans, supprimant les déserts, met en brusque contact des groupes humains chargés d'électricités contraires [...] » (Febvre, 1946).

4. Voir « Press releases », *Climate Copernicus*. <https://climate.copernicus.eu/press-releases>, consulté le 17 mai 2024.

5. Rapports annuels de France Assureurs : <https://www.franceassureurs.fr>, consulté le 17 mai 2024.

6. Les *tipping points*, ou « points de basculement », correspondent à un seuil critique au-delà duquel un système se réorganise, souvent de manière abrupte et/ou irréversible (IPCC, 2023).

L'historien écrivait ces mots en 1946, au moment où démarre la « grande accélération » (Hibbard, 2006).

La description clinique permet de clarifier les questions qui nous travaillent. Une dissonance d'abord : nous connaissons le problème de longue date, et ce savoir ne l'a pas empêché de s'aggraver. La conscience historique des phénomènes d'altération de la biosphère par l'empreinte anthropique n'a cessé de se manifester depuis deux siècles et demi (Bonneuil, Fressoz, 2013). En 1972, la publication du rapport du MIT *The Limits to Growth* (aussi connu sous le nom de rapport Meadows), commandé par le réputé club de Rome, matérialise le problème en chiffres, en courbes, en scénarios. Malgré cette alerte retentissante, le déni s'installe. Une nouvelle rupture de pente survient, au tournant des années 1980, alors que les processus de dérégulation économique et de mondialisation contribuent à l'aggravation des dérèglements globaux. Une accélération qui s'érige en mot d'ordre, confortant les macro-systèmes techniques dont elle stimule la croissance exponentielle, et interférant avec la géopolitique mondiale. Celle-ci est pourtant secouée par des fractures humaines dramatiques, mais toujours gouvernée par des projets XXL d'expansion et d'extraction : les colonisations par les « nouvelles routes de la soie », les courses à l'IA et vers Mars, les mainmises sur les « ressources ». Il s'ensuit une concentration inégalée des richesses : les 10 % les plus riches captent 52 % de l'ensemble des revenus, tandis que la moitié la plus pauvre de la population en perçoit seulement 8,5 % (Stanley, 2022). La « grande accélération » se poursuit, qui rend compte de la nature holistique des changements survenus après la Seconde Guerre mondiale dans les sphères socio-économiques et biophysiques du système terrestre (Head *et al.*, 2022 ; Rosa, 2010).

Un impératif ensuite : l'acuité des questions devient prégnante dans un contexte où les trajectoires s'emballent, nous imposant de ne plus laisser faire. Cette question de « l'agir » a pris une place déterminante, alors que se confirmait la corrélation des dynamiques d'accroissement des inégalités socio-économiques et de concentration des pouvoirs politico-financiers, nourries par des temporalités d'actions qui privilégient le court terme au « durer » (Caye, 2020).

Les sociétés humaines sont aujourd'hui traversées de divergences qui les entravent dans la prise en main de leurs devenir. Tétanisés devant l'obstacle, les uns peinent à faire évoluer les modes de vie modernes, ce paquebot qui poursuit sa dérive jusqu'à menacer de s'échouer. D'autres mobilisent toujours plus de ressources, dans l'illusion d'une supposée abondance des matériaux et des énergies, continuant d'alimenter un moteur qui fait du surplace. Face à ces voies en forme d'impasse, nous sommes témoins de la montée croissante des controverses et des conflits, d'autant plus violents qu'ils opposent une conscience aiguë à un discours se voulant rassuriste.

Dans un duo d'articles écrits pour la revue AOC, Jean-Pierre Dupuy adressait une critique « contre les collapsologues et les optimistes béats », deux faces d'un même miroir qui nous pousse, selon lui, dans une « course suicidaire », par tétanie ou par ignorance. « Regarder la terrible réalité en face tout en s'en tenant aux normes de la rationalité la plus exigeante » (Dupuy, 2021, p. 6) : pour faire face au destin détestable de la catastrophe et l'enrayer sans jamais la perdre de vue, le philosophe politique propose la figure double de la prophétie, auto-invalidante et autoréalisatrice, se situant entre la dissuasion et l'espérance. « Ce qu'il faudrait, c'est combiner les deux démarches : annoncer un avenir nécessaire qui *superposerait* l'occurrence de la catastrophe pour qu'elle puisse faire office de dissuasion, et sa non-occurrence pour préserver l'espérance. En mécanique quantique, on parle d'*indétermination* » (Dupuy, 2021, p. 16).

Cette voie prône une habitabilité de la Terre pour chacun et pour tous. Elle pose la question des modèles dont nous héritons, des rapports à la technique, à l'espace et au travail. Elle envisage la transformation collective de nos modes de vie. Elle imagine les bifurcations socio-écologiques, au croisement de la sobriété (d'usage) et de la désescalade (énergétique). Elle s'inscrit dans une perspective de coévolution entre la société et la nature (Fischer-Kowalski, 2015).

La recherche

Pour y parvenir, la recherche est incontournable. Elle aussi se trouve au pied du mur, souvent démunie pour définir des approches selon

lesquelles les communautés se découvrent, se confrontent et s'approprient. Les questions complexes qu'elle doit embrasser croisent une interdisciplinarité radicale, dont cet ouvrage témoigne en choisissant d'impliquer les sciences humaines et sociales et les sciences de l'environnement, elles-mêmes transversales. Distanciée et engagée, la recherche doit proposer des voies de bifurcation, les rendre possibles et visibles. Située aux interfaces et dans les interstices, elle doit explorer de nouvelles approches tandis que ses perspectives sont de moins en moins disruptives (Park, 2023), comme l'attestent les cibles majoritaires de programmes de recherche sectoriels et (hyper)technologiques. Au pied de la falaise, les chercheurs et les chercheuses doivent *s'orienter*, pour paraphraser Bruno Latour (2017) : analyser, observer, examiner, imaginer les voies qui peuvent être empruntées, les ancrages et les prises pour les arpenter, mais aussi les itinéraires, souvent nombreux, qui se croisent de part en part, plus ou moins raides, exposés ou abrités.

Ce numéro rassemble 26 contributions qui reflètent une partie de la recherche menée au sein des laboratoires mixtes et interdisciplinaires de l'École nationale des ponts et chaussées et de ses partenaires. Géographie, économie, sciences politiques, biogéochimie, anthropologie, histoire, sociologie, aménagement, culture visuelle, architecture, science des matériaux... La liste des disciplines qui y contribuent est longue. Les rassembler était nécessaire pour tracer des perspectives dans cet anthropocène qui nous submerge, mais plus encore les faire interagir. Surtout, ce panorama traduit la réflexivité de la position scientifique, concernée et réceptive aux enjeux qui travaillent notre époque et dont les termes transforment les problèmes, méthodes, agendas, les postures et les pratiques de recherche.

Les auteurs et les autrices ici réunis ont tous et toutes répondu avec un enthousiasme grave à notre invitation. Dénonciation des solutions « simplistes », questionnement des blocages intellectuels, exploration de nouveaux imaginaires, les regards portés par les différentes contributions sont multiples, convergents ou non, éventuellement contradictoires, prouvant que la méthode scientifique n'est pas univoque face à une question complexe.

Au-delà de la recherche, la formation de personnes qui seront en responsabilité, dans le secteur public ou dans le secteur privé, est au cœur de l'activité de l'École des Ponts. Cet ouvrage donne la parole à des responsables de formation qui présentent un autre regard, souvent plus contraint, tant par le contexte opérationnel que par la brièveté du temps de formation. Face à la complexité de la situation, dont la reconnaissance est indispensable pour y voir clair, ils abordent le mur et son franchissement dans les formations qu'ils dispensent.

Quatre axes forment la colonne vertébrale de ce numéro. Le premier axe propose d'ouvrir la boîte des modèles, d'analyser leurs contenus qui éclairent sur les causes des impasses, et dont la remise à plat oriente sur les voies d'émancipation. Le deuxième axe déploie des contre-regards, à la fois distanciés, contrastés, alternatifs, qui par les déplacements ou les inversions qu'ils génèrent, agencent des questions apparemment contradictoires ou étonnantes. En cela, ils questionnent les processus existants et tracent des perspectives radicales. Le troisième axe s'attache aux territoires, entendus comme les espaces habités, entremêlés de pratiques et de communautés à de multiples échelles, des lieux aux régions. Ils sont le siège des activités humaines et de leurs empreintes terrestres. Le quatrième axe se concentre sur l'agir, les complexités et les entraves à surmonter, les consensus et les coalitions à construire, les transformations à engager, pour que les sociétés rentrent dans les frontières planétaires.

Ces axes ne sont pas disjoints les uns des autres. Au contraire, ils se recoupent et se chevauchent, de même que les articles se répondent et se font écho. Ainsi, la rupture avec les « dépendances au sentier » suppose d'appréhender les systèmes, leurs représentations et leurs valeurs, ouvrir les rationalités, les critiquer et les redéployer. Elle suppose d'identifier les responsabilités, les risques et les arbitrages, inhérents aux formes d'action collective, et, ce faisant, de concevoir autrement les notions de planification et d'entreprise. De même, les transitions souhaitables (mobilité, énergie, alimentation...) ne peuvent être comprises comme un champ sectoriel ou thématique, mais doivent être intrinsèquement reliées au fonctionnement des sociétés et à l'habitabilité des territoires.

Traverses

Sujets, réponses, contre-sujets traversent l'ensemble des contributions qui forment ce numéro, comme dans une fugue de Bach. Ce n'est pas surprenant, tant le même constat est partagé. Pourtant, en sollicitant les auteurs et les autrices, il n'était pas évident que ressortent si clairement les motifs posés, repris et développés qui charpentent ce numéro.

Repenser les rapports au temps. Avoir conscience du temps qui reste, comme l'a évoqué récemment Patrick Boucheron (2023), mais aussi du temps qu'il faut prendre. Le mur de l'anthropocène oblige à penser les temporalités, à l'opposé de l'urgence de la table rase et de la course à l'accélération, du piège de la linéarité et du discours du délai. Le temps est la matière de l'histoire dont nous héritons. Sa visibilité est essentielle pour appréhender l'emprise des trajectoires, travailler les alternatives ou les réversibilités. Historiciser permet de comprendre ce que nous sommes devenus, mais aussi d'anticiper ce que nous deviendrons.

Reconsidérer le rôle de la technique. Une technique appropriable, ingénieuse, économe, qui renoue avec les principes vitruviens : *firmitas* (solidité), *utilitas* (commodité), *venustas* (beauté). Dépasser l'écueil de la singularité de l'innovation, souvent portée par les récits techno-futuristes, constitue le passage obligé pour embrasser une technique qui implique la totalité de la population mondiale, majoritairement pauvre, non blanche et pour moitié féminine, en pensant « autant aux Bidonvilles qu'à Alphaville » (Edgerton, 2013).

Rétablir un « contrat naturel » (Serres, 1990). Celui d'une existence partagée des humains avec les autres vivants, qui nécessite de reconsidérer ce qui nous attache à la Terre, l'eau, le sol, voire le sous-sol, et réintégrer son fonctionnement biogéochimique. Les conditions d'une habitabilité juste et équitable, qu'elles concernent la mobilité, l'habitat, l'alimentation, l'accès à l'énergie, le contrôle des contaminations, imposent d'en redéfinir les échelles pertinentes, pour infléchir les processus, épouser les trajectoires, préserver l'usufruit.

À partir des sujets dont ils sont les spécialistes, les autrices et les auteurs de ce numéro ont choisi de prendre à bras-le-corps le mur devant lequel nous nous tenons. Ils esquissent un pluriel des « troisièmes voies », hors des voies de l'effondrement ou du techno-solutionnisme. Penser et raisonner, délibérer et décider, choisir et renoncer, gouverner et agir : ils posent à chaque fois la nature politique des bifurcations qu'ils tracent.

Ce numéro poursuit la tradition de la revue *Transitions*, en faisant appel à une écriture iconographique originale qui traverse et fait écho à son texte. L'image a ici valeur de position. Dès l'amorce de notre réflexion, la photographie nous a paru féconde pour rendre compte des questions qui nous travaillaient, elle qui n'a cessé de rendre compte de manière palpable de la transformation de notre monde depuis son invention. Alliant une composante artistique à la composante scientifique, elle est introduite dès 1857 dans l'enseignement de l'École des Ponts. Cette archive visuelle de la Terre et des empreintes profondes qu'y a laissées l'action humaine, dont le fonds photographique de l'École des Ponts a conservé la trace, a constitué le terreau fertilisé par Frédérique Daubal, artiste invitée qui a réalisé une fresque dont les fragments se lisent à travers l'ouvrage. En donnant toute sa place à un médium du réel, le recours à l'écriture photographique à partir des archives met en débat les questions de notre temps, au croisement de la recherche et de la création. Face aux questions abyssales que nous pose le monde dans lequel nous vivons, comment penser nos futurs ?

Nous vous invitons à découvrir ce paysage contrasté, sans doute escarpé. Nous espérons que vous aurez autant de plaisir et de gravité à l'arpenter que nous en avons eu à le préparer, avec toutes celles et tous ceux qui y ont œuvré.

*Nathalie Roseau et Bruno Tassin remercient
Caroline Gallez, Arnaud Passalacqua
et François-Mathieu Poupeau pour leurs
remarques et leurs suggestions à la lecture
d'une version antérieure de ce texte.*

Bibliographie

- Bonneuil Christophe, Jean-Baptiste Frescoz, 2013.** *L'événement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, Paris, Seuil.
- Boucheron Patrick, 2023.** *Le temps qui reste*, Paris, Seuil.
- Caye Pierre, 2020.** *Durer. Éléments pour la transformation du système productif*, Paris, Les Belles Lettres.
- Citepa, 2024.** « Émissions de gaz à effet de serre et de polluants en France : première estimation sur l'ensemble de l'année 2023 avec le Baromètre des émissions mensuelles du Citepa », *Citepa*. https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/barometre-mensuel/CP-Citepa_Barometre_Emissions_GES-PA_27mars2024.pdf
- Dupuy Jean-Pierre, 2021.** « Simplismes de l'écologie catastrophiste » et « Contre les collapsologues et les optimistes béats, réaffirmer le catastrophisme éclairé », AOC, Paris.
- Edgerton David, 2013.** *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Paris, Seuil.
- Febvre Lucien, 1946.** « À nos lecteurs, à nos amis. Face au vent : manifeste des Annales nouvelles », *Annales. Économies, sociétés, civilisations*, 1^{ère} année, n° 1, p. 1-8.
- Fischer-Kowalski Marina, 2015.** « Social Ecology », dans *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (second edition), James D. Wright (dir.), Amsterdam, Elsevier, p. 254-262.
- Haut Conseil pour le climat, 2024.** « Lettre au Premier ministre pour réaffirmer l'engagement climatique de la France avec une trajectoire lisible et mobilisatrice ».
- Head Martin J., Will Steffen, David Fagerlind et al., 2022.** « The Great acceleration is real and provides a quantitative basis for the proposed Anthropocene Series/Epoch ». *Episodes. Journal of International Geoscience*, vol. 45, n° 4, p. 359-376. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2021/021031>
- Hibbard Kathy A., Paul J. Crutzen, Eric F. Lambin et al., 2006.** « Decadal-scale interactions of humans and the environment », dans *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth*, Costanza Robert, Lisa J. Graumlich, Will Steffen (dir.), Cambridge, The MIT Press, p. 341-375. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6572.003.0021>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023.** *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2021-the-physical-science-basis/415F29233B8BD19FB55F65E3DC67272B>
- Latour Bruno, 2017.** *Où atterrir ? Comment s'orienter en politique*, Paris, La Découverte.
- Meadows Donella H., Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, William W. Behrens, 1972.** *The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, New York, A Potomac Associates book.
- Park Michael, Erin Leahey, Russell J. Funk, 2023.** « Papers and Patents Are Becoming Less Disruptive over Time », *Nature*, n° 613, p. 138-144. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05543-x>
- Richardson Katherine, Will Steffen, Wolfgang Lucht et al, 2023.** « Earth beyond six of nine planetary boundaries », *Science Advances*, vol. 9, n° 37. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rosa Hartmut, 2010.** *Accélération. Une critique sociale du temps*, Paris, La Découverte.
- Serres Michel, 1990.** *Le contrat naturel*, Paris, Éditions François Bourin.
- Stanley Andrew, 2022.** « Inégalités mondiales », *Finances & Développement*, vol. 59, n° 1.

Biographies

Coordination

Nathalie Roseau est architecte-urbaniste, professeure et directrice de recherche à l'École nationale des ponts et chaussées (Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés, LATTS). Ses recherches, qui privilégient une perspective historique, portent sur les dynamiques de transformation métropolitaine et la place des infrastructures, leurs temporalités et leurs représentations. Ses travaux actuels portent sur les rapports des cultures mobiles et urbaines à l'Anthropocène.

Bruno Tassin est professeur d'hydrologie urbaine et directeur de recherche à l'École nationale des ponts et chaussées (Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes urbains, LEESU). Ses travaux portent sur le fonctionnement des hydrosystèmes en milieu très urbanisé et leurs contaminations. Depuis le début des années 2010, il se consacre à l'étude des macro et microplastiques en milieu urbain.

Illustratrice

Frédérique Daubal étudie aux Beaux-arts de Toulouse avant de se spécialiser en communication visuelle, graphisme et photographie. Aux Arts décoratifs de Strasbourg et à l'Université du Québec à Montréal, elle acquiert de nouvelles compétences pour réaliser des images contemporaines. Basée successivement aux Pays-Bas, à Londres et à Paris, elle mène un travail de direction artistique pour des marques tout en intervenant dans des écoles d'art et en développant une expression graphique personnelle.

Autrices et auteurs

Sabine Barles est professeure d'urbanisme et d'aménagement à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et membre de l'UMR Géographie-cités. Ses travaux de recherche

traitent de la matérialité des sociétés humaines et des interactions sociétés-biosphère, et portent sur l'histoire des techniques et de l'environnement urbains, le métabolisme urbain et l'écologie territoriale, la prospective socio-écologique.

Raphaële Bertho est maîtresse de conférences en arts (InTRu, Université de Tours) et travaille sur les enjeux esthétiques et politiques de la représentation du territoire. Elle a publié *La Mission photographique de la DATAR. Un laboratoire du paysage contemporain* (La Documentation française, 2013) et a été commissaire de l'exposition *Paysages français* (BnF, 2017-2018). Elle est codirectrice de l'ouvrage *Photographier le Grand Paris. Une histoire visuelle du changement métropolitain* (Hermann, 2024).

Virginie Boutueil est ingénieure en chef des Ponts, des Eaux et des Forêts, docteure en économie des transports. Elle étudie, au sein du Laboratoire Ville, Mobilité, Transport (LVMT), la diffusion des solutions de mobilité durable, la transformation numérique de la mobilité et les politiques publiques associées. Maîtresse de conférences à l'École nationale des ponts et chaussées, elle enseigne en France et dans plusieurs pays d'Afrique, pour contribuer au renforcement du capital humain au service des transitions de mobilité.

Christophe Cassen est ingénieur de recherche CNRS au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED). Docteur en socio-économie du développement à l'EHESS, ses recherches portent sur le processus des négociations climat et les stratégies nationales bas-carbone, avec une approche historique, inspirée de l'analyse des politiques publiques. Ses travaux se concentrent sur la place de l'expertise à l'interface entre l'économie, la modélisation technico-économique et le champ du développement.

Charles Claron est en 4^e année de thèse en économie écologique sous la direction d'Olivier Coutard, Harold Levrel et Philippe Billet. Ses recherches doctorales portent sur « L'intégration des fonctions écologiques du sol dans le régime foncier ». Après avoir été accueilli à l'École des Ponts et rattaché conjointement au CIREC et au LATTs, il est désormais attaché temporaire d'enseignement et de recherche à l'ENS Ulm, dans le cadre d'un master en Sciences de la durabilité.

Olivier Coutard est directeur de recherche au CNRS, rattaché au LATTs. Ses recherches actuelles se concentrent sur les politiques énergétiques urbaines ; la remise en cause des grands systèmes techniques et les enjeux politiques de la « ville post-réseaux » ; les liens entre le développement des infrastructures, l'intensité des processus de métabolisation (soit la transformation des matières, de l'énergie et des sols en vue de finalités sociales) et la configuration des futurs collectifs.

Cécilia Cruz est directrice académique du département Ville Environnement Transport de l'École nationale des ponts et chaussées. Docteure en géographie, ses recherches portent sur le transport et la logistique urbaine.

Martine Drozdz est géographe, chargée de recherche au CNRS. Elle travaille sur les évolutions contemporaines des villes et des espaces urbains et les imaginaires qui les accompagnent.

Fabien Esculier est ingénieur du corps des Ponts, des Eaux et des Forêts, chercheur au LEESU à l'École nationale des ponts et chaussées. Après plusieurs années à travailler dans des administrations en charge des politiques publiques de l'eau, il a monté en 2014 le programme de recherche-action OCAP. Depuis, il coordonne ce programme interdisciplinaire, devenu centre de ressources national sur la séparation à la source dans la gestion des excréments humains.

Léa Falco réalise sa thèse en science politique au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIREC), sur la transformation de l'action publique face à la transition écologique, et le rôle que peut y jouer la formation des agents publics.

Daniel Florentin est chercheur à l'École nationale des ponts et chaussées, au LATTs, et responsable des projets « action publique pour la transition écologique ». Il étudie les processus de transformation des infrastructures urbaines et des pratiques d'aménagement, et leur potentielle écologisation. Ses travaux articulent des approches en science, *technology studies* et urbanisme. Ils abordent notamment les questions de métabolisme urbain, de comptabilités écologiques, les politiques d'entretien et de maintenance.

Caroline Gallez est directrice de recherche à l'Université Gustave Eiffel, au LVMT. Elle analyse les dimensions politiques des transformations sociales, territoriales et techniques des systèmes de mobilité et des systèmes énergétiques face aux urgences environnementales. Elle questionne les enjeux de justice liés aux politiques environnementales. En 2023, elle a coordonné avec Olivier Coutard un livre sur les dynamiques de transition énergétique en Île-de-France, aux éditions l'Œil d'Or.

Céline Guivarch est économiste au CIREC et directrice de recherche à l'École nationale des ponts et chaussées. Ses recherches portent sur les impacts économiques du changement climatique et sur les trajectoires de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle a fait partie de l'équipe des auteurs du 6^e rapport du GIEC sur l'atténuation du changement climatique.

Marie Jorio est ingénieure-urbaniste, directrice du mastère Aménagement et maîtrise d'ouvrage urbaine de l'École nationale des ponts et chaussées, et consultante spécialisée dans le domaine de la ville et du bâtiment post-carbone. Elle a été aménageuse pendant 15 ans au sein de la RATP, de la SNCF Immobilier et de l'Établissement public d'aménagement de la Défense Seine Arche, et conseille la filière bois construction française. Elle enseigne aussi à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville.

Yann Kervinio est ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts, directeur adjoint du pôle de formation à l'action publique de l'École des Ponts et chercheur associé au CIREC. Ses travaux de recherche portent notamment sur l'application des théories de la décision et du choix social

dans la conception et l'évaluation des politiques de développement durable. Il a participé, au sein du ministère en charge de l'écologie, à la coordination de l'évaluation nationale des écosystèmes français.

Marjolaine Lannes est doctorante en sciences de l'environnement à l'École nationale des ponts et chaussées. Elle est actuellement doctorante au Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique (CEREA) et au LVMT, avec une mission de médiation scientifique au Palais de la Découverte. Ses recherches portent sur la modélisation de l'exposition à la pollution de l'air en Île-de-France. Elle est membre du groupe de travail sur les impacts environnementaux de la recherche du LVMT et du collectif Urgences Environnementales du campus Descartes.

Marine Legrand est chargée de recherche et animation à l'École nationale des ponts et chaussées, au LEESU. Ses travaux portent sur l'*écologisation* des pratiques d'aménagement. Ancrés en anthropologie environnementale, ils abordent les savoirs et imaginaires associés à l'émergence de pratiques alternatives (notamment en assainissement), la remise en discussion des infrastructures existantes, la mise en récit des relations entre corps, habitats, milieux.

Robert Le Roy est docteur en structures et matériaux et agrégé de Génie civil, professeur à l'École nationale supérieure d'architecture Paris-Malaquais, en charge d'un séminaire d'initiation à la recherche sur l'écoconception, et maître de conférences à l'École nationale des ponts et chaussées, où il est responsable du Mastère Spécialisé Génie civil et écoconception. Ses recherches portent sur le réemploi des structures en bois et sur le potentiel architectural de la terre crue, notamment sur la compréhension des mécanismes de dégradation du matériau et les solutions de renforcement.

Fanny Lopez est historienne de l'architecture et des techniques, professeure à l'ENSA Paris-Malaquais et codirectrice du Laboratoire Infrastructure Architecture Territoire (LIAT). Ses activités de recherche et d'enseignement portent sur l'impact spatial, territorial et environnemental des infrastructures énergétiques

et numériques. Elle a écrit plusieurs ouvrages, dont *L'ordre électrique* (2019, prix de l'AARHSE), *À bout de flux* (2022) et *Sous le feu numérique* (2023). En 2023, elle a cofondé le festival sur les imaginaires techniques La Machine dans le Jardin, à Mellionec.

Timothée Mangeart est ingénieur diplômé des Mines ParisTech et titulaire d'un master de Géopolitique locale de l'Institut français de géopolitique. Il est doctorant en urbanisme au LVMT. Sa thèse porte sur la gouvernance des modes en libre-service en Île-de-France. Il est membre du groupe de travail sur les impacts environnementaux de la recherche du LVMT et du collectif Urgences Environnementales du campus Descartes.

Antoine Missemmer est économiste, chercheur au CNRS, CIREN. Ses travaux portent sur la façon dont la discipline économique a appréhendé les enjeux environnementaux et énergétiques par le passé, en écho aux défis écologiques contemporains. Il pilote actuellement un projet européen pluridisciplinaire sur la place des transitions énergétiques dans les savoirs économiques (Europe, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Asie du Sud-Est).

Qudus Onikeku est un artiste, chorégraphe, chercheur et ingénieur de l'impact social, reconnu pour son approche multidisciplinaire des arts. Il est actuellement artiste associé à la Ferme du Buisson et professeur de recherche affilié à l'Université de Floride. Son projet de recherche, ATUNDA, développe le premier ensemble de données prêt pour l'IA pour la reconnaissance de l'*Afrogenic dance* et l'analyse du mouvement. Il est membre de l'équipe officielle de recherche sur l'IA du Nigeria.

Arnaud Passalacqua est professeur des universités à l'Université Paris-Est Créteil, codirecteur de l'École d'urbanisme de Paris. Chercheur au Lab'URBA et associé au Laboratoire interdisciplinaire des énergies de demain (LIED), il est spécialiste de questions liées au transport, à la mobilité et à l'énergie, avec une approche croisant le temps long avec les enjeux contemporains. Ses travaux utilisent des concepts transversaux pour saisir ce que sont les systèmes sociotechniques dans ces champs (innovation, circulation transnationale, espace public, etc.).

Antoine Picon est directeur de recherche à l'École nationale des ponts et chaussées, professeur à la Harvard Graduate School of Design. Ses publications concernent l'histoire des ingénieurs, des utopies, de l'architecture et de la ville, et mettent l'accent sur les relations entre production de l'espace et développements scientifiques et techniques. Ses derniers livres abordent l'impact de la révolution numérique sur l'architecture et la ville. Il vient de publier un ouvrage sur les interactions entre villes, nature et technologie.

Antonin Pottier est maître de conférences de l'EHESS, chercheur au CIREA. Dans *Comment les économistes réchauffent la planète* (Seuil, 2016), il a étudié le diagnostic du changement climatique posé par la littérature économique et les solutions qu'elle propose. Ses recherches les plus récentes explorent les intrications entre transition écologique, justice sociale et inégalités. Il est l'auteur, avec Emmanuel Combet, d'*Un nouveau contrat écologique* (PUF, 2024).

François-Mathieu Poupeau est directeur de recherche au CNRS, chercheur au LATTs et professeur de l'École nationale des ponts et chaussées. Sociologue et politiste, il est spécialiste des questions de transition énergétique, de décentralisation et de gouvernance territoriale.

Stéphanie Rivoire est directrice de la documentation, des archives et du patrimoine à l'École nationale des ponts et chaussées. Pilote de projets patrimoniaux et culturels, elle a assuré plusieurs commissariats d'exposition au Centre Pompidou puis à la bibliothèque du musée des Arts décoratifs, dont elle a assuré la direction. Elle a initié plusieurs programmes de recherche avec l'enseignement supérieur, en particulier dans le domaine des humanités numériques.

Jonathan Rutherford est chercheur au LATTs à l'École nationale des ponts et chaussées. Ses recherches concernent la production matérielle des espaces urbains contemporains à travers les technologies et les infrastructures (télécommunications, énergie, eau, *climate control*) qui y sont déployées.

Claire Simonneau est enseignante-chercheuse en urbanisme et géographie à l'Université Gustave Eiffel et au LATTs. Elle travaille sur l'accès au foncier et l'habitat dans les villes des Suds. À partir de terrains d'enquête au Bénin et au Sénégal principalement, ses travaux contribuent à l'analyse des dynamiques foncières et immobilières populaires de l'urbanisation.

Vincent Spenlehauer, ingénieur de formation, a embrassé une carrière de politiste et sociologue en 1990. Ses recherches portent sur l'évaluation des politiques publiques, les rapports entre sciences sociales et action publique, les politiques de sécurité routière et l'action publique antiterroriste. Il est membre du Laboratoire Interdisciplinaire Sciences Innovations Sociétés (LISIS) et dirige le pôle de formation à l'action publique de l'École nationale des ponts et chaussées.

François-Laurent Touzain est diplômé de l'ESTP (option routes et ouvrages d'art, 1994) et directeur associé de l'agence 360. Il a consacré sa carrière au management de projets urbains et immobiliers, et préside le département Ville Environnement Transport de la formation d'ingénieurs de l'École nationale des ponts et chaussées depuis 2021.

Lou Valide, doctorante en aménagement du territoire à l'École nationale des ponts et chaussées, étudie le lien entre formes urbaines et impacts environnementaux de l'artificialisation des sols au sein du LVMT et du Laboratoire Hydrologie, Météorologie et Complexité (HM&Co). Elle fait partie du collectif étudiant Pour un Réveil Écologique, ainsi que du groupe de travail sur les impacts environnementaux de la recherche du LVMT et du collectif Urgences Environnementales du campus Descartes.

Pierre Veltz est professeur émérite à l'École nationale des ponts et chaussées, dont il a été le directeur. Ingénieur de formation, il s'est orienté vers les sciences sociales (doctorat et HDR en sociologie). Il a travaillé sur les mutations des systèmes productifs, leur inscription spatiale et la bifurcation écologique. Il a notamment publié *L'économie désirable. Sortir du monde thermo-fossile* (2021). Il est membre de l'Académie des technologies et a été lauréat du Grand Prix de l'urbanisme, en 2017.

Résumés des articles

Modèles

**Modéliser les transformations,
transformer les modèles ?**

Céline Guivarch
.....

Les trajectoires d'atténuation modélisées jouent un rôle clé, au croisement de la science et la politique, notamment dans les rapports du GIEC. Ces trajectoires révèlent le fossé entre les actions actuelles et celles nécessaires pour rester sous 2°C ou 1,5°C. Pourtant, elles sont aussi exploitées pour justifier l'inaction, en mettant en avant des solutions technologiques incertaines, comme les émissions négatives. Cet article explore quelques usages et détournements de ces trajectoires, et souligne l'importance de repenser les modèles de développement et les outils numériques utilisés pour les modéliser.

**Retour vers le futur. L'histoire des idées
au service de la transition**

Antoine Missemmer
.....

Loin du seul récit d'une science économique intrinsèquement déconnectée de toute contingence matérielle et énergétique, il apparaît que depuis le XVIII^e siècle, au moins, beaucoup d'auteurs et autrices issus des sciences sociales et des sciences naturelles ont proposé des conceptions alternatives, plus intégrées, des dynamiques économiques et environnementales. Ces propositions sont autant de sources d'inspiration pour de nouveaux agendas de recherche en économie de l'environnement, de l'éducation aux enjeux de durabilité à de nouvelles visions des rapports humain/

nature, pour sortir de l'opposition entre croissance verte et décroissance.

**Repenser la technique à l'ère
de l'anthropocène : du système
à l'environnement**

Antoine Picon
.....

Un changement de paradigme s'avère nécessaire afin que l'ingénierie rencontre pleinement l'écologie et qu'elle soit en mesure de relever efficacement le défi environnemental. En rupture avec plusieurs siècles d'approche systémique de la technique, il s'agit de penser celle-ci comme constitutive de l'environnement, comme l'une des dimensions de la « technonature » qui nous entoure et au sein de laquelle la ligne de démarcation traditionnelle entre artifice et nature tend à s'estomper. Qu'il s'agisse de la formation des ingénieurs ou des modalités d'évaluation de leur action, cette évolution se révèle riche d'implications.

Où est donc le génie électrique ?

Fanny Lopez
.....

En revenant sur quelques évolutions historiques, cet article propose d'interroger les imaginaires du génie électrique et de souligner le caractère idéologique et politique de la distribution électrique. Au moment où la question de la production électrique a fortement intégré le débat public, les réflexions sur la transmission et la distribution sont plus rares. Cet article questionne les doctrines réseaux du génie électrique et met en perspective d'autres imaginaires réticulaires pour une transition infrastructurelle et énergétique.

Les grands réseaux dans et pour
la transition socio-écologique :
un nouvel âge des infrastructures ?

Olivier Coutard

Cet article rappelle d'abord que les grands réseaux techniques d'énergie, d'eau, de transport et de communication sont, depuis deux siècles, une composante essentielle de la modernité occidentale dans ses principales dimensions. Au moment où celle-ci fait l'objet de mises en question multiples, notamment en lien avec les changements environnementaux planétaires constitutifs de l'anthropocène, la question du futur des grands réseaux est posée. L'article explore les fondements et les conditions possibles de futurs infrastructurels alternatifs plus compatibles avec le respect des frontières planétaires.

Penser la transition dans un monde fait
de circulations. Le paquebot automobile
européen à la dérive ?

Virginie Boutueil

Tout se passe comme si l'Union européenne, et la France en particulier, élaboraient des trajectoires de transition de mobilité sur le périmètre de leur territoire isolé du reste du monde, en jetant un voile sur les circuits établis et en devenir qui les lient aux pays des Suds, pour ce qui concerne les matières premières, la fin de vie des produits de consommation, l'innovation. Cependant, l'ignorance des implications et des répercussions des trajectoires de transition de mobilité des pays des Nord sur les pays des Suds est de nature à remettre en cause la trajectoire de transition à la seule échelle qui importe au regard des enjeux du changement climatique : celle d'un monde appréhendé dans son ensemble. Cet article revient, à propos de l'automobile, sur la dimension mondiale de la transition et l'exigence de modèles à même de la penser.

Contre-regards

Donner à voir les futurs
socio-écologiques. Proposition
d'une altervisualité

Raphaële Bertho et Stéphanie Rivoire

Proposer une nouvelle lecture des productions visuelles sur lesquelles se fondent l'identité et la tradition de l'École nationale des ponts et chaussées et du métier d'ingénieur, tel est le défi soumis à Frédérique Daubal, artiste invitée pour accompagner ce numéro. La pratique artistique fondée sur une exploration des fonds de l'École met en lumière la manière dont les pratiques professionnelles s'incarnent dans les images et fondent une manière de concevoir le monde. Tout en prenant acte de cette visua- lité, l'artiste propose un pas de côté qui permet d'entrevoir de nouveaux possibles, par-delà le mur de notre héritage moderne.

Rationner, désescalader ?
Explorer la décroissance des mobilités
et de l'énergie

Arnaud Passalacqua

Face aux défis énergétiques et environnemen- taux, l'une des voies les plus logiques serait d'étudier la décroissance de la demande, plutôt que de penser à une substitution terme à terme des pratiques contemporaines par d'autres dispositifs sociotechniques. Cela correspond à l'une des lectures possibles de l'histoire des techniques. Ces voies sont explo- rées ici à travers deux thèmes de recherche. Le premier explore ce que seraient les principes d'un rationnement des mobilités fondé sur les émissions de gaz à effet de serre. Le deuxième suit ce que sont les voies d'une possible déses- calade énergétique à l'échelle du campus de la Cité Descartes (Champs-sur-Marne). Dans les deux cas, les difficultés relevées tiennent aux configurations sociales et aux héritages structu- rels, tandis que l'horizon de modes de vie plus contraints paraît pour l'essentiel non envisagé.

La chasse d'eau et le monde d'après. Défaire l'évidence du confort moderne ?

Marine Legrand

Dans un monde aux ressources raréfiées, l'extrême confort dont bénéficient certains individus est critiqué comme matériellement intenable et inéquitable. Réciproquement, ce confort fait obstacle à l'émergence de modes de vie, d'organisation et de production plus sobres. Partons d'un exemple : la toilette à chasse d'eau, et sa difficile mise en discussion. Du supermarché au lave-vaisselle, de la même façon, nombre d'outils semblent indiscutables, justement parce qu'ils effacent la question de la subsistance quotidienne. Au moment où l'évidence du confort moderne se fissure, comment déployer d'autres systèmes de valeur ?

La recherche-action face au défi d'une bifurcation nécessaire : sortir du tout-à-l'égout

Fabien Esculier

Pour permettre le respect des frontières planétaires et de la justice sociale, la nécessité de changements radicaux fait de plus en plus consensus. Cependant, le tout-à-l'égout, comme la plupart des réseaux techniques, est pris dans une dépendance au sentier et un verrouillage sociotechnique qui obèrent considérablement ces ruptures souhaitées. La recherche-action publique apparaît comme une opportunité à saisir pour ouvrir l'horizon des possibles, penser les bifurcations et encapaciter les acteurs opérationnels vers un régime socio-écologique soutenable.

Chercher la conciliation malgré l'urgence écologique

Antonin Pottier

Il y a cinquante ans, le socio-économiste Ignacy Sachs appelait à repenser le développement pour concilier préservation de l'environnement et lutte contre les inégalités sociales. Cette stratégie d'harmonisation était le seul moyen d'éviter le conflit entre environne-

ment et développement. L'urgence climatique remet-elle en cause cette stratégie ? La tentation existe de faire de l'écologie la priorité qui domine toutes les autres. Pourtant, rien ne sera possible sans la construction d'un projet de société rassemblant suffisamment de forces politiques. Malgré l'urgence, se donner du temps pour forger des compromis et concilier les objectifs reste une étape indispensable pour réussir la transition écologique.

The Oraqu: A subversive technology for a new myth

Qudus Onikeku

Cet article explore l'intersection de l'art, de la technologie et de la revitalisation culturelle à travers le projet Oraqu. Il met en lumière la richesse des archives Yorùbá et leurs rôles dans la construction d'un corpus de connaissances interconnectées, tout en examinant l'impact de la conscience postcoloniale sur la position des visions alignées et marginales. L'utilisation de technologies de pointe, telles que l'IA, pour actualiser les héritages culturels est également abordée, tout comme la critique de l'extractivisme colonial. Cette réflexion remet en question les axiomes occidentaux et propose de nouvelles perspectives pour l'évolution des valeurs culturelles.

Pour une humilité foncière

Charles Claron

Dans les régimes fonciers dont héritent les sociétés occidentales, les sols — épiderme vivant, vital et vulnérable de la Terre — sont fondamentalement appréhendés comme une surface parcellisée, support de propriété. Cette institution sociale du sol est ici examinée au prisme du concept de solidarité écologique. Cette perspective révèle l'omniprésence des interdépendances entre les communautés humaines et les sols, ainsi que le caractère historique de cette communauté de destin. Elle plaide pour une conversion de notre régime d'attention et de responsabilité collective à l'égard du sol et de sa santé.

Territoires

Savoirs sur les terres urbaines pour la bifurcation. Milieux vivants, droits abordables, communs

Claire Simonneau

Penser la contribution des études foncières urbaines au changement de paradigme dans les systèmes de production, de consommation, et les modes de vie invite à interroger le traitement des sols, mais également les normes sociojuridiques relatives à la terre. Considérés comme vivants et participant aux équilibres écologiques, les sols ne sont pas le simple support des activités humaines. Par un panorama des recherches embrassant les contextes des Nord et des Suds, cette contribution identifie quelques lignes d'inflexion d'un champ travaillé par les enjeux écologiques et de justice sociale.

Sobriété et justice. Quelles transformations socio-environnementales des mobilités ?

Caroline Gallez

Contributeur majeur aux émissions de gaz à effet de serre (GES), le secteur des transports est une cible prioritaire des stratégies de « transition ». En les réduisant à la décarbonation des transports, les politiques actuelles éludent deux questions : celle de la sobriété et celle de la justice. Toutefois, il n'est plus tenable d'éviter tout débat sur la réduction des déplacements au nom d'un « droit à la mobilité » dont la mise en œuvre est fortement inégalitaire. Sobriété et justice invitent à des réflexions globales et à des politiques ambitieuses, au-delà du seul secteur des transports.

Repenser un aménagement écologisé. Sortir de la pensée de l'équipement

Daniel Florentin

Le modèle historique de fonctionnement des aménageurs, largement dépendant de la revente de droits à construire et marqué par la logique de l'équipement, est mis à l'épreuve par la crise écologique. Si la pensée de l'équipement a fortement nourri la pratique aménagiste de l'ère thermo-industrielle, comment

repenser un aménagement écologisé ? À travers l'exemple d'une démarche prospective sur un projet d'aménagement dans la métropole de Lyon, l'article analyse un outil potentiel de reproblématisation de l'acte d'aménager, autour de la question de l'habitabilité. Cet outil permettrait de réinsérer la réponse à des besoins sociaux collectifs dans une pluralité de temporalités, et non dans la seule immédiateté.

Chaleur urbaine : un futur déjà là ? Imaginaires et pratiques d'une transition *in situ*

Martine Drozd et Jonathan Rutherford

La crise écologique et climatique accélère la mise en œuvre de stratégies d'adaptation et d'atténuation pour réaliser des transitions perçues comme nécessaires mais aux objectifs rarement atteints. Nous cherchons ici à dépasser ce paradoxe en analysant les transitions « en train de se faire » à partir de l'exemple de la gestion de la chaleur urbaine en Île-de-France. Cela permet de tracer les contours d'un urbanisme de la transition, intégrant les multiples initiatives visant à transformer l'existant. L'observation des pratiques de ces initiatives permet de sortir de l'ornière démobilisante du constat d'une transition fuyante.

Au pied du mur : que fait-on sur les matériaux de construction ?

Robert Le Roy

La question de la contribution des matériaux dans le bilan carbone du secteur de la construction est au cœur de cet article. Les limites sur l'usage des matériaux traditionnels de structure sont présentées dans un premier temps. Le bien-fondé de quelques pistes, connues mais peu développées à grande échelle, est ensuite rappelé. Elles portent sur l'usage de matériaux structuraux et d'isolation bas-carbone dont les freins au développement sont analysés. L'article conclut sur l'importance de la continuité entre la formation universitaire des architectes et ingénieurs et les activités de formation par l'expérimentation constructive de différentes associations. Ces dernières s'appuient sur les bienfaits du « faire » et du collectif pour faire émerger une nouvelle génération de concepteurs.

Un autre monde est-il possible ? Deux scénarios alternatifs pour le bassin de la Seine à l'horizon 2050

Sabine Barles *et al.*

Cet article présente les principes et résultats d'un travail de prospective socio-écologique conduit à l'échelle du bassin de la Seine, à horizon 2050. Il examine les conditions dans lesquelles les sociétés humaines pourraient s'inscrire dans les limites planétaires tout en respectant les principes de solidarité inter- et intragénérationnelle. Il est donc fondé sur une hypothèse de sobriété forte, considérée comme indissociable d'une transformation en profondeur du régime politique et économique. Sur cette base, deux scénarios ont été élaborés, correspondant à deux trajectoires distinctes : le premier, écosocialiste, le second municipaliste biorégional. Tous deux sont physiquement soutenables et invitent à penser un autre monde.

Agir

Quelles transitions institutionnelles pour lutter contre le changement climatique en France ?

François-Mathieu Poupeau

Parce qu'elle relève d'un chantier collectif politique exigeant d'agir sur l'organisation de notre société et nos façons de produire, d'habiter, de nous déplacer ou de consommer, la lutte contre le changement climatique interpelle l'État dans sa capacité à accompagner les évolutions nécessaires pour relever les défis qu'elle soulève. À partir d'un examen critique de la manière dont celui-ci a, jusqu'à présent, pris en charge cette question, cette contribution esquisse quelques pistes de réflexion à mener pour renouveler, de manière réaliste, l'action publique dans ce domaine.

Bifurcation énergétique : le test de l'éolien et du solaire

Pierre Veltz

Même avec des gains importants d'efficacité dans la production et de sobriété dans la demande, notre pays ne tiendra pas ses objectifs climatiques sans une forte augmentation du parc éolien et solaire. Au-delà des mécaniques administratives, l'article souligne les obstacles de fond qui entravent ce déploiement. Le principal est la soumission à un modèle incrémental de marché, qui empêche une territorialisation appropriée par les acteurs locaux et un partage équitable de la valeur. S'agissant d'un bien commun stratégique pour la nation, une planification publique renforcée est indispensable.

À la croisée des chemins. La coopération Nord-Sud dans les négociations climat

Christophe Cassen

La coopération Nord-Sud a connu plusieurs inflexions depuis l'adoption de la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique, en 1992. Étroitement liée au principe d'équité, elle a ensuite servi à Kyoto (1997) de levier de flexibilité pour alléger la contrainte des efforts d'émissions du Nord. L'Accord de Paris (2015) marque un tournant, en consacrant la prise en compte des « capacités respectives »

de chaque État. Le financement Nord-Sud constitue dans ce contexte un des principaux points d'achoppement pour conjuguer efforts climatiques et perspectives de développement au Sud. La sortie des énergies fossiles requiert ainsi de mieux articuler les mécanismes de coopération existants et à venir, et des moyens à la mesure des enjeux, dans un cadre commun de coopération.

Former pour transformer. L'administration publique face à la transition écologique

Léa Falco, Yann Kervinio
et Vincent Spenlehauer

S'ils veulent engager la société française dans la transition écologique, les pouvoirs publics et leurs administrations doivent aussi faire leur mue écologique. Cela suppose d'accompagner l'évolution des pratiques professionnelles des agents publics. Nous dessinons ici les contours d'une politique de formation susceptible de relever ce défi majeur. Nous insistons sur la nécessité de caractériser les besoins de transformation des pratiques professionnelles, d'articuler la formation à l'action publique et la recherche scientifique, et d'encourager la mobilisation de l'ensemble des acteurs.

Les ingénieurs au pied du mur. Témoignage et vision du département Ville Environnement Transport

Cécilia Cruz et François-Laurent Touzain

Partant de la genèse du département Ville Environnement Transport (VET), qui, depuis 2001, englobe dans une formation unique les questions urbaines, de mobilité et environnementales, l'article en explicite les évolutions récentes et celles qui restent à conduire. L'objectif est de donner aux futurs ingénieurs les moyens d'être acteurs des transitions urbaines

et territoriales, entre besoins de la société et frontières planétaires.

L'urbanisme entre continuité et redirection. Le mastère Aménagement et maîtrise d'ouvrage urbaine en transition ?

Marie Jorio

La place des urbanistes et des aménageurs dans la Grande Transition s'avère cruciale. La « grande transformation » qu'elle provoque a amené à refonder le mastère Aménagement et maîtrise d'ouvrage urbaine (AMUR) de l'École nationale des ponts et chaussées. Durant ses presque soixante années d'existence, celui-ci n'a cessé d'évoluer. Inscrit dans les conditions présentes de l'urbanisme, il s'oriente résolument vers le génie écologique du territoire et approfondit ses modalités pédagogiques en renforçant la pratique du terrain et du projet, matrice de la formation pluridisciplinaire du futur maître d'ouvrage.

Questionner la recherche en pratique(s) et au-delà

Collectif Urgences Environnementales

Si le monde de la recherche s'est longtemps présenté comme une institution à part, c'est aujourd'hui toute notre organisation sociale qui est « au pied du mur » écologique, et nous, chercheurs et chercheuses, n'y échappons pas ! Il est plus que temps de questionner les impacts de la recherche scientifique, aussi bien ceux de nos pratiques de recherche (expérimentations, déplacements...) que la manière dont nos résultats participent aux systèmes qui détruisent l'environnement. Cet article est rédigé par un groupe de doctorant-es du campus de la Cité Descartes, membres du collectif Urgences Environnementales.

Directeur de publication

Anthony Briant

Directeur de l'École nationale des ponts et chaussées

Coordination scientifique

Nathalie Roseau

Directrice de recherche, LATTs,
École nationale des ponts et chaussées

Bruno Tassin

Directeur de recherche, LEESU,
École nationale des ponts et chaussées

Conception et réalisation éditoriale

Pierrine Malette

Stéphanie Rivoire

Direction de la Documentation, des Archives et du Patrimoine
École nationale des ponts et chaussées

Conception maquette et mise en page

Virginie Teillet

Direction artistique

Raphaële Bertho

Illustrations originales

Frédérique Daubal

Commercialisation

Les Presses des Ponts

Cette publication a été réalisée
avec la chaîne d'édition Metopes :

<http://www.metopes.fr/>

École nationale des ponts et chaussées

6-8 avenue Blaise-Pascal

Cité Descartes – Champs-sur-Marne

77455 Marne-la-Vallée cedex 2

ISBN : 978-2-85978-583-3

ISSN : 2801-359X

Dépôt légal : octobrew 2024