

Évaluation, valeurs, valuation

Nathalie Kroichvili & Bénédicte Rey

Dans toute formation à la gestion de projet (notamment de conception technique), on recommande aux porteurs d'accompagner le projet par la définition d'indicateurs, parfois regroupés dans un tableau de bord, de façon à le piloter dans son déploiement (et rectifier les actions ou l'objectif en cas de dérive par rapport à ce qui était planifié) et pour en mesurer la performance à l'issue (c'est-à-dire les résultats par rapport aux objectifs fixés et aux ressources investies). L'évaluation est ainsi au cœur de la gestion de projet.

Même si elle n'est pas nouvelle et n'est pas d'abord liée au monde de l'entreprise (Desrozières 2008, Le Moëne & Parrini-Alemanno 2010), l'évaluation s'est développée pour mesurer l'efficacité du système de production et la rentabilité du capital dans l'univers managérial, et s'est imposée progressivement dans toutes les sphères de la société depuis le tournant des années 1980. Cette passion pour la mesure et la production de résultats chiffrés s'est étendue à toutes les activités sociales (Dagiral *et al.* 2019), économiques, mais aussi de recherche et de conception, ancrant dans le sens commun l'idée que la quantification serait d'une part nécessaire, d'autre part objective. Nécessaire car les ressources (des entreprises, des ménages, de l'État, de la planète, etc.) étant limitées, il s'agit de bien les gérer ou mieux, de les optimiser. Objective, ou plutôt perçue comme telle, car l'évaluation, quand elle repose sur des indicateurs quantitatifs, est considérée comme plus rationnelle, plus sérieuse que d'autres types d'analyse des pratiques et surtout elle paraît affranchie de l'affect et des intérêts de l'évaluateur.

Comme l'écrit Martin (2020, p. 3), nous vivons dans l'empire des chiffres, «le nombre [étant] omniprésent» au point que nous finissons par «lire le monde à travers les chiffres». Les chiffres sont ainsi censés objectiver une situation donnée, permettre son évaluation objective, en faisant apparaître la vérité de manière rationnelle, et en libérant de l'opinion, du jugement reposant sur des valeurs ou idéaux propres. Par les chiffres, on éloignerait la subjectivité de ceux qui évaluent la situation.

Or, évaluer possède deux sens selon le Petit Robert : évaluer, c'est «porter un jugement sur la valeur, le prix d'[une chose, d'un projet, d'une pratique]», ou encore «déterminer (une quantité) par le calcul sans recourir à la mesure directe». Plus intéressant, évaluer, c'est «fixer approximativement». On est loin de l'établissement d'une valeur indiscutable ; de plus, la mesure quantitative n'apparaît ici que comme une option parmi d'autres pour établir ce jugement.

Dans tous les cas, les chiffres et indicateurs sont produits, construits ; l'on se saurait se passer de la compréhension de leur mode de production, car leur construction met en jeu des valeurs, voire des institutions (Vatin 2011, Martin 2020, Vivès 2019). Parfois critiquée au travers du terme de «quantophrénie»¹, que l'on peut traduire comme une maladie du chiffre, du chiffrage, de la mise en équation et en mesure de n'importe quelle question qu'elle soit sociale, économique ou technologique, cette appétence pour la mesure masquerait l'importance des valeurs qui participent de sa construction, et tendrait à faire croire que l'évaluation elle-même en est débarrassée. Peut-on vraiment se passer des valeurs dans l'évaluation ? Chassées par la porte (apparente des chiffres), les valeurs (à travers le jugement et les chiffres eux-mêmes) ne reviennent-elles pas par la fenêtre de l'évaluation ? Et si tel est le cas, est-ce un problème ?

1] L'évaluation dans le milieu des ingénieurs

Dans le domaine de l'ingénierie, le calcul et la modélisation sont centraux (Vatin 2008, Vinck 2014), l'enjeu étant d'accompagner l'action (la piloter).

[1] Ce terme est attribué à Pitirim Sorokin, sociologue américain (1956).

L'évaluation de la performance permet de relier la situation effective et la situation espérée (objectifs) et s'applique à toutes les activités de l'entreprise. En particulier, la conception impactant la performance globale de l'entreprise, cela implique «une parfaite conduite du système de conception [passant par] une modélisation du système de conception en vue de sa conduite, une démarche opérationnelle et des outils associés contribuant à l'évaluation du système pour aider aux bonnes prises de décisions de pilotage» (Robin 2005, p. 19).

L'évaluation est le plus souvent associée dans le domaine de l'ingénierie aux termes suivants : mesure, indicateurs, quantification, optimisation, maîtrise. Les indicateurs sont devenus plus fins au cours du temps, se sont diversifiés (s'éloignant de la performance taylorienne en termes d'efficacité) et sont considérés de manière croissante de façon articulée ou systémique. Les modèles et les démarches se sont complexifiés et multipliés pour s'adapter à des contextes variés d'évaluation (y compris en ne fixant pas l'objectif au départ, dans une démarche itérative et de logique floue). Ainsi pour l'ingénieur, le réel peut être approché par le calcul dont la précision s'accroît progressivement du fait de la sophistication des outils et des démarches calculatoires. L'enjeu est de déterminer un optimum qui correspond à la meilleure situation possible compte tenu des contraintes, afin de servir de point d'appui à une décision rationnelle (encadré 1).

**Encadré 1. Activité : déterminer un optimum forestier
pour la gestion durable de la forêt (figure 1)**

Même quand le foncier appartient à un propriétaire privé (qui cherche à en tirer des revenus par la vente de bois), la forêt est un bien commun au sens où elle remplit de multiples fonctions pour des acteurs variés, potentiellement en conflit (elle joue notamment un rôle dans la lutte contre le réchauffement climatique en étant un puits de carbone). Les ingénieurs



FIGURE 1. Exploitation forestière en Franche-Comté. © Kroichvili 2023, C-BY-NC-SA.

forestiers se sont donc efforcés de calculer un optimum forestier, qui correspond à la date optimale où la forêt doit être coupée pour maximiser l'intérêt des propriétaires en même temps que celui de l'État, qui lutte contre la déforestation en veillant à ce que la forêt ne soit pas coupée de manière trop fréquente et trop précoce. Pouvez-vous les aider à calculer cet optimum en décrivant la méthodologie de calcul? Vous préciserez la fonction à optimiser, ainsi que les données à recueillir.

Calculer un optimum

Définir des cibles, mesurer des variables ou des indicateurs, formaliser et modéliser, s'appuyer sur les mathématiques, bref sur une démarche rationnelle et rigoureuse, tout cela ne garantit pas la performance de l'évaluation. En particulier, le calcul d'un optimum n'est pas toujours chose aisée. Ainsi, Vatin (2008) examine au début du XIX^e siècle le cas du corps des Ingénieurs Publics Forestiers (conçu sur le modèle du corps des Ponts et du corps des Mines), dont la mission a été de définir une méthode de gestion optimale de la forêt de façon à trouver un compromis entre les intérêts des propriétaires privés de forêts (qui cherchent à exploiter la forêt pour en tirer des revenus) et l'intérêt public de la collectivité défendu par l'État (qui vise à limiter la déforestation). Il montre que malgré les efforts de plusieurs générations d'ingénieurs forestiers, ceux-ci ont fini par reconnaître l'impossibilité, par le calcul, d'aboutir à une décision rationnelle. Au lieu d'un optimum productif forestier, ils ont mis en évidence que plusieurs «maxima» techniques emboîtés, difficiles à mesurer, pouvaient être identifiés.

Ainsi, le maximum de la productivité marginale par rapport au temps (l'âge de la forêt où son accroissement par rapport au pas de temps considéré, généralement une année dans les climats tempérés, est maximal) apparaît comme l'optimum mathématiquement approprié. Mais doit-on le calculer sur la base de «l'accroissement» (croissance du volume effectif des arbres) ou du «grossissement» (croissance de leur circonférence), sachant que ces deux grandeurs ne sont pas liées par une relation linéaire, le grossissement pouvant décroître, tandis que l'accroissement se poursuit? Par ailleurs, doit-on considérer le maximum individuel (d'un arbre) ou collectif de la forêt? Le second dépend de l'implantation des arbres dans la forêt qui peuvent se gêner mutuellement dans leur croissance :

c'est notamment le cas lorsque la croissance d'un arbre absorbe les ressources – on parle de compétition racinaire ou aérienne pour l'accès à la lumière (Blaise & Reffye 1994) – ce qui nuit à la croissance des autres.

Les ingénieurs publics forestiers ont également observé que le milieu (notamment les conditions météorologiques) avait une incidence sur le calcul. Ils ont donc privilégié le maximum du produit moyen au maximum du produit marginal pourtant indiqué mathématiquement², de façon à lisser les variations annuelles dépendant de conditions extérieures.

Ils ont également découvert que des considérations financières entraient en ligne de compte, ce qui conduisait à définir un « maximum composé » en argent, difficilement compatible avec le « maximum simple » en matière. En effet, pour le propriétaire de forêt, celle-ci représente un capital, dont il peut tirer profit soit en vendant le produit de la coupe à la date qui pourrait lui assurer un maximum de revenus correspondant à l'optimum en « matière forestière » que peut produire la forêt en fonction du temps de pousse (si tant est qu'on puisse déterminer cet optimum, comme déjà évoqué), soit en coupant sa forêt avant la date optimale et en plaçant l'argent issu de la vente de matière au taux d'intérêt en vigueur, ce qui lui procure une rente annuelle. Les ingénieurs forestiers ont pu mettre en évidence que ce maximum composé, qui dépend de paramètres tant naturels qu'économiques, était généralement atteint beaucoup plus vite que le maximum simple (vingt à trente ans contre au

[2] Le produit moyen est la moyenne annuelle de la « matière forestière » (quantité de bois) produite sur la période de temps, tandis que le produit marginal est la matière forestière produite au cours de la dernière année considérée, laquelle dépend de paramètres externes plus fortement que le produit moyen (par exemple une sécheresse peut très fortement impacter le produit marginal et plus faiblement le produit moyen si elle est exceptionnelle). On observe cependant que le produit moyen continue à croître tandis que le produit marginal diminue jusqu'à ce que l'accroissement/grossissement moyen soit égal à l'accroissement/grossissement marginal. Vatin (2008) montre également que dans ce débat entre ingénieurs forestiers, certains ont même contesté la possibilité de déterminer un maximum de produit moyen sur la base des relevés statistiques de la croissance des arbres.

minimum cinquante ans). Cela rend plus difficile l'établissement d'un accord entre propriétaires de forêt et État.

Cet exemple, développé par Vatin (2008), montre que la détermination d'un optimum «en soi», indiscutable, est difficile, voire impossible, et que des choix – dépendant de conflits-compromis entre intérêts en présence – doivent être faits sur la méthode de calcul. C'est ce que les ingénieurs intègrent généralement dans leur fonction d'optimisation sous l'appellation «contraintes».

Sophistiquer les modèles pour se rapprocher du réel

Au-delà de la difficulté à calculer un optimum, on constate que malgré la sophistication des modèles, ceux-ci peinent généralement à saisir la complexité des systèmes techniques. C'est le cas par exemple des analyses en cycles de vie (ACV ou LCA en anglais), dont l'utilisation pour mesurer l'impact environnemental des innovations techniques se répand, voire devient la norme. Destinée à calculer la consommation de matières premières et d'énergie, ainsi que la production de déchets ou autres nuisances environnementales tout au long du cycle de vie d'un produit et/ou service, cette méthode se heurte pourtant à de nombreuses difficultés dans son application.

La première est la difficulté à tracer les chaînes logistiques dans le cadre de la mondialisation (Freidberg 2013) : en effet, du fait de la fragmentation des processus productifs par les entreprises, de façon à bénéficier de conditions optimales offertes par les différents territoires en termes de coût, l'identification du chemin parcouru par un produit est extrêmement difficile à établir sur son cycle de vie, de l'extraction des matières premières nécessaires à la production des composants dont il est constitué jusqu'à l'assemblage final, mais aussi en tenant compte de son usage (qui nécessite parfois des combustibles, comme dans le cas de la mobilité), sa maintenance et son recyclage. C'est ce que montre l'exemple du Fairphone dans le **chapitre 2**.

La seconde difficulté est la définition du modèle d'ACV lui-même qui suppose que le périmètre des acteurs et l'unité fonctionnelle (l'unité de mesure du service rendu par le bien ou service pour permettre la comparaison avec d'autres biens ou services) soient parfaitement définis, ce qui n'est évidemment pas possible dans le cadre de la conception de nouveaux produits/services, ni non plus dans le cas où un produit a plusieurs vies (Amaya *et al.* 2014). Ainsi, pour des usages qui n'existent pas ou seulement dans le cadre de

démonstrateurs, il est difficile de définir précisément ce qui doit être mesuré. Par exemple, si l'on veut étudier l'impact environnemental sur le cycle de vie d'une batterie de véhicule électrique, en imaginant plusieurs vies de la batterie, l'un pour un usage mobilité en première vie, l'autre pour un usage stationnaire en seconde vie, la fonction de la batterie (son usage et les caractéristiques qui lui sont liées) et le réseau d'acteurs impliqués dans la production et l'usage ne sont pas identiques dans ces deux vies, d'où l'extrême difficulté de définir l'unité fonctionnelle au cœur d'une ACV³. Par ailleurs, les acteurs peuvent ne pas encore pleinement exister, ou être identifiés pour une filière économique qui n'existe pas encore (dans le cas d'étude précédent, pour la collecte, le reconditionnement, l'installation et la maintenance des systèmes de batteries pour des applications stationnaires).

Enfin la troisième difficulté pour conduire une ACV réside dans la définition des paramètres du modèle qui peut poser des problèmes de mesure⁴ mais également générer des conflits d'intérêts des acteurs du milieu, ce qui montre qu'il ne s'agit pas simplement d'un problème technique mais également d'un choix de nature politique. Ainsi Freidberg (2013) prend l'exemple des débats vifs en France autour de la mesure de l'empreinte environnementale de l'élevage de canards, qui ont opposé les producteurs de foie gras et les vendeurs du produit joint, à savoir la viande de canard (reste de la carcasse). Les premiers défendaient la position d'un bilan carbone fondé sur le poids (le poids du foie comparé au reste de la carcasse étant très faible, l'impact de l'activité est réduit), les seconds une allocation des émissions de carbone et de l'eau utilisée au prorata de la valeur économique générée, au motif que les canards étaient gavés avant tout pour leur foie, dont la vente était très rémunéra-

[3] Dans le cadre du projet européen ERA-NET+ Electromobility ABattReLife (2012-2015), l'unité fonctionnelle pour ce cas d'étude a été définie après de longues discussions comme suit par les partenaires du projet : « Fournir 16 kWh de stockage d'énergie pendant 10 ans dans la première application véhicule électrique, puis fournir 6 kWh stockage d'énergie pendant 7 ans dans l'application de stockage d'énergie pour une habitation individuelle. »

[4] Comme le montre, dans un autre registre que l'ACV, Leroy (2002) pour la mesure de la température de l'air et des précipitations en météorologie, malgré la simplicité des principes physiques associés.

trice, et non pour leur viande. Un mode de calcul en masse ou en valeur est-il plus objectif que l'autre ? Le calcul est borné ici par des choix de valeurs que l'on ne peut éliminer de l'évaluation.

Améliorer de façon continue les procédures d'évaluation

Par ailleurs, même lorsqu'un objectif est fixé et la démarche de mesure établie (par une norme par exemple qui garantit au moins que le mode de calcul est harmonisé entre les acteurs), rien ne garantit la performance. C'est ce que révèle l'affaire du *Dieseltgate* en 1995. Alors qu'au niveau européen le règlement (CE) n° 715/2007⁵ visait à définir une norme pour les émissions polluantes (NO_x et particules fines) et pour les émissions de CO₂, et à contrôler l'application de cette norme par les constructeurs de véhicules particuliers et d'utilitaires légers, plusieurs constructeurs ont été reconnus coupables de produire des véhicules ne respectant pas ces normes. Si l'on omet la fraude de Volkswagen révélée en 2015 et de plusieurs autres entreprises automobiles par la suite qui avaient conçu des logiciels afin de minorer les émissions au moment des tests d'homologation (ce qui signifie que l'on peut tricher avec la mesure), ce sont les conditions de ces tests, en laboratoire (c'est-à-dire un banc d'essai constitué d'accélération, de décélération et de paliers à vitesse constante sur une durée de 20 minutes) qui posent problème. Ils ont été depuis complétés par une procédure de contrôle des émissions en conditions réelles, avec un écart cependant toléré. Malgré l'amélioration de la procédure, cet exemple montre bien que toute mesure est imprécise et reste relative à son contexte de mesure. Elle rappelle également que les modalités de la production de données sont le fruit d'un compromis entre acteurs sur ce qui est acceptable ou non à un moment donné du temps (la production de données est ainsi « socialement située »).

Préférer le calcul, même imparfait, à une absence de mesure pour fonder les choix sociaux

Selon Vatin (2008, p. 137), « L'ingénieur connaît parfaitement l'imprécision, l'impureté, voire parfois même la fausseté de sa mesure. Mais, pour lui, « mieux vaut une mesure médiocre que

[5] Règlement (CE) 715/2007 relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6).

pas de mesure du tout». Car la mesure est la condition de la décision. Et tel est l'enjeu de son art». L'ingénieur semble ainsi écartelé entre la demande sociale d'objectivité par le calcul et la connaissance des limites des procédures d'évaluation quantitative face à la complexité du réel. Vatin va même plus loin en montrant que le calcul de l'ingénieur ne vise pas à exclure les valeurs mais à éclairer les choix sociaux: «La formalisation, loin d'exclure les choix de valeurs, les exacerbe. En poussant le raisonnement à ses limites, on fait apparaître les choix dans toute la crudité de leur arbitraire» (Vatin 2008, p. 148).

Ainsi, par exemple, si l'ingénieur ne peut pas se prononcer sur l'opportunité ou non d'orienter l'argent des contribuables pour effectuer des travaux de voirie afin de réduire le caractère accidentogène d'une zone, il peut produire des éléments pour que les élus prennent cette décision en calculant le coût de la vie humaine. Même si ce calcul apparaît cynique (en vertu du principe éthique que «la vie humaine n'a pas de prix»), il permet de fonder la décision publique sur des calculs (qui peuvent refléter des choix de société) plutôt que sur l'opinion de celui qui prend la décision, et il offre une boussole qui guide l'arbitrage entre les dépenses, le budget de l'État étant limité. Pour le dire autrement, ce calcul permet d'orienter l'argent public vers des investissements qui sauveraient potentiellement plus de vies humaines que d'autres. Crozet *et al.* (2003) montrent que le concept de «coût de la vie humaine» apparaît dans les années 1950 en France et était fondé à l'origine sur la méthode du «capital humain» pour son calcul, à savoir la somme de trois composantes (dont la première constituait l'essentiel de l'agrégat pour des raisons de facilité d'estimation): une perte de production (du fait du travail non réalisé par la personne décédée); une perte affective pour ses proches (évaluée par les indemnités – variables – des assurances et tribunaux); un *pretium vivendi* (du latin, «prix de la vie») qui estime le préjudice lié à la privation de la vie et on pourrait ajouter un *pretium doloris* (du latin, «prix de la douleur») qui correspond à l'évaluation du préjudice de la souffrance physique et morale car cette méthode est aussi employée pour les blessés, par exemple dans des accidents de la circulation routière.

À cette méthode comptable basée sur l'imputation des coûts mais qui comporte des biais liés au statut de la personne ou la

période considérée pour le calcul⁶, on a opposé progressivement des méthodes contingentes fondées sur la révélation des préférences collectives avec la détermination du « consentement à payer » pour éviter la mort d'un individu. On passe d'une logique d'évaluation du coût du dommage à une évaluation du coût d'évitement. Or, tant le choix de la méthode que le montant du consentement à payer ont évolué au cours du temps, preuve s'il en est que les outils et les variables (comme leur nom l'indique, au demeurant) évoluent selon les valeurs de la société et reflètent la préférence d'une société à un moment donné du temps pour l'usage collectif d'un bien ou un service ou encore un investissement public, compte tenu des risques qui lui sont associés. Ainsi les avantages offerts par la consommation de masse d'automobiles (démocratisation de l'usage pour les classes moyennes, modernité, croissance économique du fait de la production de masse) « valaient » (de manière implicite) qu'on en paie le tribut humain dans les années 1960-1970. Ce coût humain (puis progressivement environnemental) a en revanche été jugé insupportable au tournant des années 2000, d'où le doublement du « coût du mort » entre 1994 et 2001 (mais, étant donné que la valeur de l'unité monétaire n'est pas tout à fait comparable entre ces deux dates, ce doublement est à considérer comme un ordre de grandeur). En effet, Crozet *et al.* (2003) montrent que celui-ci, à savoir le consentement à payer, y est fixé à 240 000 francs en 1970, 1 million de francs en 1980, 1,6 million de francs en 1985, 3,2 millions de francs (rapport Boiteux I) en 1994, 1 million d'euros (6,56 millions de francs, rapport Boiteux II) en 2001. En 2020, le « coût du mort », évalué sur la base de la sophistication des méthodes contingentes (suite à la mission Quinet en 2011) et à la tentative d'harmonisation du mode de calcul conduite au sein de l'OCDE, est

[6] Crozet *et al.* (2003) évoquent ainsi que ce mode de calcul, essentiellement fondé sur le manque à gagner en termes de production, conduit à différencier le coût de la vie humaine selon le sexe (les hommes « valent » plus que les femmes pour la société), l'âge (les enfants et les personnes retraitées valent moins que les adultes en âge de travailler). Par ailleurs, le développement du chômage de masse facilite la possibilité de remplacer la personne décédée et réduit de fait la perte de production : le coût du mort serait ainsi moindre lors des crises économiques.

estimé à 3,331 millions d'euros en France⁷ et varie selon les pays (c'est-à-dire selon le consentement à payer propre à chaque société).

2] Nature et effets de l'évaluation

Il n'y a donc pas d'un côté les faits, objectifs, que l'on peut atteindre par le calcul et la raison, et de l'autre, le jugement subjectif reposant sur des valeurs extérieures non discutables, ni vraies ni fausses car ne pouvant être vérifiées empiriquement. Au demeurant, la défense d'un tel positionnement, à savoir que seuls les chiffres et l'évaluation quantitative sont à prendre en compte – ont de la valeur –, est déjà en elle-même un parti pris qui trahit les valeurs de la personne qui défend cette position. L'évaluation, qu'elle soit qualitative ou quantitative (quand elle repose sur des chiffres et des calculs), n'est ainsi jamais neutre. Elle incorpore implicitement ou explicitement des valeurs, supporte des choix éthiques et est médiatisée par des techniques. Par ailleurs, elle agit sur la réalité dont elle tente de rendre compte. Au-delà, on peut affirmer, en paraphrasant l'économiste Goodhart ou le sociologue Campbell⁸, que quand un indicateur devient un objectif, il cesse d'être un bon indicateur et il détériore généralement le processus qu'il est censé évaluer et supporter. Ces déviations montrent que le milieu peut être appauvri par l'évaluation. Développons et illustrons ces arguments.

Toute évaluation incorpore des valeurs et repose sur des techniques non neutres

L'ingénieur qui cherche à évaluer les performances du projet auquel il contribue est un être social qui possède des valeurs. Du fait de son appartenance à une communauté humaine, du fait de son histoire personnelle et ses expériences passées, il possède une

[7] Malgré des discussions, il n'a pas été retenu de différencier le « coût du mort » selon le secteur (transports, santé, environnement).

[8] « *When a measure becomes a target, it ceases to be a good measure* » (loi de Goodhart, ainsi formulée par Marilyn Strathern (1997) pour rendre hommage aux travaux de l'économiste du même nom (1975)) ; « *The more any quantitative social indicator is used for social decision-making, the more subject it will be to corruption pressures and the more apt it will be to distort and corrupt the social processes it is intended to monitor* » (loi de Campbell, 1979).

certaine vision du monde, laquelle nourrit des affects, des intuitions ou des préconceptions dans l'appréhension d'un fait, d'une situation. Alors que certains préconisent de surmonter cette subjectivité du sujet qui ne peut être un fondement sûr de la pensée et de la connaissance (Bachelard 1998), d'autres estiment que l'être humain est indivisible, que ses valeurs ne sont pas des réalités extérieures susceptibles d'être mises à distance mais qu'il peut les contrôler par un processus d'enquête (Dewey 1993) (**encadré 2** pour une discussion des concepts de valeurs, valuation et évaluation chez John Dewey).

Encadré 2. Valeurs, valuation, évaluation pour John Dewey

Pour le philosophe pragmatiste John Dewey, les valeurs ne sont pas des principes abstraits, extérieurs aux situations vécues. Au contraire, elles sont des qualités propres à des événements, des choses ou des personnes dans un contexte concret.

Les valeurs sont donc formées (et pas déjà là) dans un processus ancré dans l'expérience, que Dewey nomme «*valuation*». Elles émergent dans le cadre d'une appréciation immédiate (*de facto valuing*) d'un événement, d'une chose, d'une personne, en provoquant une émotion, un ressenti ou en stimulant l'imagination, et confèrent une qualité (positive ou négative) à cet événement/chose/personne. Bidet *et al.* (2011, p. 21) donnent, à la suite de Dewey (1938/1993), l'exemple du plaisir ressenti face à un tableau qui se traduit par l'appréciation immédiate «j'aime ce tableau». Mais celle-ci ne constitue qu'une étape dans la formation d'un jugement de valeur : celui-ci soumet ces appréciations immédiates à un processus d'enquête, dans le cadre d'une appréciation évaluative (évaluation) qui fait intervenir la raison, de façon à objectiver les valeurs. C'est à ce stade que, dans le cadre d'un processus réflexif, la situation est mise en relation avec d'autres situations, c'est-à-dire des événements, objets, personnes dans leur contexte respectif, et qu'est prise en compte la perspective des autres sur ces situations. Au terme de l'enquête, on pourra passer de la subjectivité et de l'arbitraire contenus dans la proposition «j'aime ce tableau» à «ce tableau est beau» parce qu'on aura identifié des attributs de ce tableau renvoyant à d'autres situations qui ont conduit au même type de comportement et qui permettent ainsi une certaine généralisation de l'appréciation. L'enquête n'est pas une simple introspection (un processus interne de maîtrise de sa subjectivité par l'individu) mais est de nature sociale au sens où elle s'inscrit dans la matrice culturelle d'un groupe – les critères de la beauté

d'un tableau varient ainsi selon le groupe, inséré dans un contexte spatio-temporel – et nécessite l'intersubjectivité (Renault 2012) ou plutôt l'inter-objectivation (Zask 2004), c'est-à-dire le regard des autres. La valuation couvre donc l'ensemble du processus appréciatif (immédiat et réflexif), unissant émotion, imagination et jugement critique et permettra de faire émerger des « propositions-de-valeur », dont l'objectivité ne tient pas au fait qu'elles deviennent des vérités absolues mais des croyances partagées, provisoirement stabilisées. Cela signifie que les valeurs peuvent être débattues et révisées.

Pour aller plus loin : Bidet A., Quéré L. & Truc G. (2011), « Ce à quoi nous tenons. Dewey et la formation des valeurs », « Introduction à John Dewey », in *La formation des valeurs*, La Découverte, rééd. 2021, p. 5-64; Dewey J. (1993), *Logique. Théorie de l'enquête* [1938], PUF; Renault M. (2012), « Note critique. Dire ce à quoi nous tenons et en prendre soin : John Dewey, *La formation des valeurs*, Paris, La Découverte, 2011, 238 p. », *Revue française de socio-économie* 9, p. 247-253; Zask J. (2004), « L'enquête sociale comme inter-objectivation », in Karsenti B. & Quéré L. (dir.), *La croyance et l'enquête. Aux sources du pragmatisme*, EHESS, p. 141-163; Zask J. (2015), *Introduction à John Dewey*, La Découverte.

Par ailleurs, les démarches et outils que les ingénieurs mobilisent pour cette évaluation ne sont pas donnés mais construits. Ces techniques agissent comme un filtre de la réalité. Le modèle⁹ est à ce titre emblématique. Le modèle est pour Guitton (1963, p. 268) une construction simplifiée destinée à expliquer la réalité et/ou – on pourrait ajouter – à agir sur elle : « Un modèle sera toujours et par essence partiel, incomplet ; il n'aura pas plus de valeur que les suppositions sur lesquelles il repose¹⁰. »

[9] Un modèle ne se réduit pas à son expression mathématique, une représentation graphique étant un modèle à part entière par exemple.

[10] La modélisation ne se réduit pas à la modélisation mathématique. Lorsque l'on représente graphiquement un phénomène ou même lorsqu'on met en œuvre une démarche qualitative, on développe plus ou moins explicitement une représentation du phénomène à expliquer avec un certain objectif (qui peut être la compréhension ou l'action). C'est la qualité du modèle ou plus précisément les hypothèses qui président à cette modélisation qui sont importantes et non la forme (mathématique ou non) du modèle. Ces hypothèses rendent compte de ce que l'on retient et ce que l'on omet par rapport à la réalité de référence et donc agissent comme un filtre.

Ainsi par exemple, quand l'ingénieur cherche à évaluer l'intérêt de l'introduction de technologies énergétiques renouvelables en remplacement des technologies fossiles afin d'atteindre les objectifs climatiques consignés notamment dans l'accord de Paris (2015), il s'appuiera sur des scénarios énergétiques, qui correspondent à des modèles de la transition énergétique. Pourtant les hypothèses sur lesquelles reposent ces scénarios (et donc leur intérêt) sont régulièrement discutées comme François & Gorreri (2021) le font pour les scénarios RTE¹¹ publiés en octobre 2021. Plus généralement, Debizet & Labranche (2019) montrent que les scénarios les plus populaires sont fondés sur des hypothèses qui réduisent la transition énergétique à des choix techniques ou encore économiques (en jouant sur les prix et les incitations pour modifier les comportements) – limitant de fait le contenu des débats publics à ces dimensions – et laissant dans l'ombre d'autres enjeux pourtant importants comme les jeux d'acteurs (avec par exemple l'émergence de nouvelles catégories d'acteurs telles que les communautés énergétiques) et l'organisation spatiale des nouveaux systèmes énergétiques (avec la multiplication de dispositifs décentralisés de production d'énergie). Angles morts du débat public sur la transition énergétique, ces évolutions peuvent cependant influencer les dimensions techniques et économiques elles-mêmes, en affectant par exemple la stabilité des réseaux et le marché de l'électricité (Fonteneau 2021).

Lund *et al.* (2017) défendent également l'idée selon laquelle les modèles d'optimisation, qui visent à déterminer la solution optimale en matière de conception des systèmes énergétiques, posent un problème démocratique : la solution étant donnée par le modèle, cela réduit le rôle politique des acteurs publics à celui d'administrateur ; Lund *et al.* (2017) lui opposent la simulation qui produit plusieurs scénarios proposés à la délibération politique. On pourrait ajouter que les hypothèses retenues par les scénarios énergétiques s'enracinent dans l'observation des dispositifs et des tendances socio-économiques actuelles (qu'elles prolongent en supposant une évolution linéaire), restreignant l'imaginaire technique et non technique au système

[11] RTE (Réseau de transport d'électricité) est une société anonyme filiale d'EDF (100 %). Elle est gestionnaire de réseau de transport français d'électricité, et réalise également des activités de prospective pour l'avenir.

énergétique actuel. Par exemple, les hypothèses retenues pour évaluer la consommation énergétique des différents secteurs et des ménages sont fondées sur les valeurs observées précédemment, l'intervalle de variation d'un nombre réduit de ces variables permettant de discriminer entre différents scénarios¹². Autre exemple, la production et la distribution centralisées de l'énergie, de même que la séparation entre production et consommation, sont des caractéristiques des systèmes énergétiques rarement remises en cause alors que les technologies énergétiques renouvelables permettent la décentralisation de la production et l'autoconsommation d'énergie (Amand *et al.* 2020).

L'évaluation transforme le milieu

Non seulement les démarches et outils utilisés peuvent conduire à une représentation de la situation plus ou moins biaisée, mais ils influencent les décisions prises, en simplifiant (parfois à l'extrême) une réalité complexe. De plus, modèles et indicateurs sont des techniques qui transforment le monde, comme le défend la thèse de la constitutivité (cf. chapitre 6).

Plusieurs études se sont ainsi intéressées à l'effet des classements sur les stratégies des acteurs : c'est le cas en particulier de l'étude de Pollock et D'Adderio (2012) qui montre l'impact du dispositif « Magic Quadrant » conçu par l'entreprise Gartner pour classer les acteurs du domaine des technologies de l'information et de la communication dans une matrice à quatre segments (*niche player, challenger, visionary and leader*) : non seulement ceux-ci modifient leur stratégie marketing et de développement de produits en conséquence, mais l'effet du classement sur le milieu est si puissant qu'ils essaient de l'influencer à leur avantage. Au-delà, ce sont les évaluateurs (*rankers*) qui font le marché, en décidant quel acteur y est classé en fonction de critères qui n'ont rien à voir avec la réalité du marché mais qui tiennent aux qualités esthétiques et de communication du classement (qui doit inclure suffisamment d'acteurs pour que le classement ait

[12] Ainsi, on définit un scénario de référence (souvent tendanciel ou qui correspond à des décisions publiques déjà mises en œuvre, comme la stratégie nationale bas carbone de la France, adoptée en 2020) et les scénarios prospectifs et les variantes sont définis de manière différentielle par rapport à ce scénario initial. C'est le cas par exemple des scénarios « Futurs énergétiques 2050 » de RTE publiés en octobre 2021.

du sens et soit valorisé par la profession, mais pas trop pour que cela ne devienne pas illisible, peu opérationnel et donc écarté par les acteurs, privant Gartner de sa source de revenus).

Autre exemple : si l'on revient au cas des scénarios énergétiques, l'enjeu est de taille puisque les choix et les investissements publics que ces scénarios vont contribuer à guider engageront les pays pour des décennies. Or, comme le notent François & Gorreri (2021) s'agissant de l'évaluation par RTE des scénarios énergétiques, il paraît étrange de confier l'étude de la stratégie énergétique de la France « au transporteur d'électrons » qu'est RTE, étant donné qu'il y a un « soupçon [d']allégeance de RTE à son actionnaire majoritaire EDF ». Aucune vision (et les valeurs qui la sous-tendent) n'est à rejeter d'emblée mais chacune d'elles mériterait d'être rendue explicite.

Agissant sur le monde et influençant l'action, l'indicateur peut même aller à l'encontre de l'objectif apparemment poursuivi par l'action que l'on cherche à évaluer. Plusieurs études (notamment Perrin 2002) ont ainsi montré que les indicateurs de performance associés au processus d'innovation, souvent conçus dans le but de mesurer le succès commercial du résultat, encouragent le maintien du *statu quo* ou l'innovation incrémentale, et découragent la prise de risque.

Les indicateurs peuvent même aggraver le problème que l'on cherche à résoudre. Ainsi en est-il de « l'effet cobra » faisant référence à une malheureuse expérience de l'Inde à l'époque coloniale. Pour se débarrasser des cobras dont Delhi était infestée à cette époque, les autorités avaient décidé de mesurer le nombre de cobras éliminés et en guise d'incitation ont rémunéré les chasseurs de cobras. Cela a surtout motivé des chasseurs de primes à élever des cobras pour pouvoir les éliminer... et toucher la prime. Quand les autorités ont découvert le détournement du dispositif et ont supprimé la prime, les cobras ont été relâchés dans la nature, de sorte que leur nombre a augmenté par rapport à la situation antérieure. Lors du déploiement d'indicateurs, il est donc conseillé d'anticiper l'effet cobra éventuel de cette démarche.

**L'évaluation poursuit parfois des objectifs cachés,
elle détourne des ressources et peut appauvrir le milieu**

Non seulement l'évaluation influence l'action mais elle peut aussi poursuivre des finalités multiples, souvent implicites et parfois anti-

nomiques. L'évaluation peut notamment être un outil de contrôle des individus et pas seulement de la performance du projet. Ainsi par exemple, le dépôt d'un brevet peut mesurer la performance d'une activité de conception mais il peut également évaluer la performance des ingénieurs du projet. Le risque est grand que l'activité innovante se réduise alors à un dépôt de brevets (surtout quand ce dépôt fait l'objet d'une reconnaissance financière): dès lors, sera évaluée la capacité des membres du projet à déposer des brevets et non le degré innovant du projet. Et en effet, des études scientifiques révèlent que le lien entre brevets et innovation est ambigu (Le Bas & Pénin 2015).

Dans la même veine, des indicateurs clés de performance (KPI) sont souvent proposés pour évaluer la progression d'une organisation (comme une équipe projet) dans l'atteinte de ses objectifs et visent implicitement à motiver (à contrôler?) les collaborateurs. Ils sont fondés, par exemple en informatique, sur le nombre de lignes de code rédigées, ou en mécanique sur le nombre d'étapes dans l'arbre de construction d'un modèle CAO, avec un effet ambigu sur la performance du projet qui n'est pas systématiquement corrélée avec la quantité apparente de travail fournie. Dans ce cas de détournement de la finalité de l'évaluation (ici obtenir le plus possible de brevets/lignes de codes/étapes dans l'arbre de construction du modèle CAO), on restreint la finalité de l'activité et on valorise une des compétences des individus qui y participent au détriment des autres qui progressivement vont disparaître (et qui pourraient être importantes dans le processus de conception, comme la prise de risque).

Une autre dérive peut être que l'évaluation prenne une place trop importante au détriment du projet lui-même et dans ce cas, le temps et l'énergie de l'équipe et plus généralement les ressources humaines et financières du projet sont en partie consacrées à la mesure d'indicateurs favorables (ou au maquillage des mauvais résultats). Ces exemples montrent que l'évaluation peut participer à l'appauvrissement du milieu, quand elle sélectionne certaines pratiques ou compétences des individus ou des équipes tout en participant à l'affaiblissement d'autres, ou bien quand elle détourne les ressources au détriment du projet ou du processus qu'elle est censée servir (cf. **chapitre 13**).

3] Ne pas abandonner l'évaluation dans les projets de conception, mais ne pas la fétichiser et veiller à l'enrichir en permanence

Puisque l'évaluation repose sur des valeurs et des techniques non neutres, qu'elle peut même être contre-productive et détourner les ressources, doit-on dès lors se passer de toute évaluation ?

Pour paraphraser Vatin (2008) lorsqu'il évoquait que l'ingénieur préférerait l'imprécision de sa mesure à l'absence de mesure, nous soutenons que même imparfaite, l'évaluation constitue une boussole indispensable de l'action et du projet de conception. Mais à plusieurs conditions.

En tant qu'êtres humains vivant en société, les parties prenantes d'un projet de conception forment des valeurs qu'il est nécessaire d'explicitier par un processus de valuation (Dewey 1938). Celui-ci, tout en s'appuyant sur l'appréciation immédiate et émotionnelle de chacun vis-à-vis du projet, permet par l'enquête (publique et critique) de générer un jugement intellectuel qui objective les valeurs. En effet, cela clarifiera le cadre de référence du projet de conception à la fois pour les membres du projet (qui pourront en avoir eu une appréciation immédiate différente) et pour les destinataires du produit/service qui en résultera. Ainsi, par exemple, si l'enquête révèle que l'objectif principal du projet est de mettre sur le marché le produit le moins cher possible pour faire face à la concurrence et/ou permettre aux consommateurs les moins fortunés d'y accéder, la valeur sous-jacente est d'ordre économique, ce qui minorera notamment les préoccupations sociales (juste rémunération et conditions de travail décentes des travailleurs) ou environnementales (empreinte environnementale réduite du produit tout au long de son cycle de vie) dans la conception. Encore faudrait-il préciser le bénéficiaire du gain économique. Dans le cas d'un tee-shirt à quelques euros, cela représentera un intérêt pour l'entreprise qui pourra vendre davantage de pièces. Mais, outre les impasses sur les dimensions sociales et environnementales de la production (qui pourront se traduire par des pertes économiques pour certains), la qualité sera vraisemblablement médiocre, ce qui obligera le consommateur à acheter plus souvent des tee-shirts (avec dans la durée, une économie toute relative le concernant mais son budget actuel ne lui permet peut-être pas de faire autrement).

Au-delà de l'objectivation des valeurs du projet, l'évaluation doit révéler ses propres valeurs, notamment lorsqu'elle est utilisée comme outil de contrôle social des individus qui participent au processus de conception. En effet, un même système d'évaluation peut difficilement servir en même temps à apprécier le processus de conception lui-même (notamment l'atteinte de ses objectifs) et la performance des individus qui y prennent part. Enfin, si l'évaluation devient elle-même l'objectif (par exemple, comme outil marketing afin de promouvoir la capacité de l'entreprise à innover), il s'agit d'apprécier les modalités de l'évaluation pour ce faire à l'aune des ressources (humaines et financières) mobilisées.

Enfin, définir un dispositif d'évaluation (ce que l'on mesure, pourquoi on le mesure, comment on le fait) peut être un outil de négociation des valeurs de la conception. Si elle mobilise les différentes parties prenantes du milieu, la négociation peut ainsi transformer les valeurs en normes de l'action collective de conception.

Dès lors, une première recommandation peut être la suivante :

Objective les valeurs du projet de conception et de son dispositif d'évaluation, et fais de l'évaluation un outil de négociation sur les valeurs.

Quand le sens commun parle du « succès » des innovations, il pointe généralement la réussite commerciale d'un produit et/ou service qui résulte du processus de conception. Mais des chercheurs ont montré que ce succès est généralement précédé de nombreux échecs qui doivent être valorisés (évalués positivement) notamment parce qu'ils permettent d'apprendre par l'expérience : le processus d'essai-erreur est essentiel dans le processus de conception (Perrin 2002 pour une synthèse de ces recherches).

L'évaluation doit donc être conçue comme une démarche imbriquée portant sur plusieurs tentatives et même en cas « d'échec » supposé et révélé par l'évaluation initiale, il est indispensable d'en analyser les raisons et d'en tirer les leçons pour poursuivre la conception. Perrin (2002) considère que les « échecs » et les « succès » constituent ainsi les deux extrémités d'un continuum multidimensionnel d'évaluation du processus d'innovation. Ainsi, dans le cadre du projet de recherche RESponSE visant à équiper les sapeurs-pompiers de capteurs, dont une partie était destinée à mieux accompagner le risque d'accidents cardiaques pour lesquels les pompiers présentent

une prévalence élevée¹³, l'évaluation du succès ou de l'échec du dispositif pourrait se discuter : cette solution technique n'a dans tous les cas pas fait l'objet de la part des destinataires d'une appréciation positive immédiate. En effet, le dispositif tel qu'initialement pensé a été d'abord plutôt mal accueilli par les pompiers, ceux-ci y voyant un accroissement du risque de se voir refuser la délivrance de leur aptitude de la part du service médical, ce qui atteint un point très sensible de leur engagement. D'autre part, un certain décalage technologique a pu être moqué au regard de leurs équipements parfois défectueux, ce qui ne montrait pas là non plus une forte adhésion au dispositif proposé¹⁴. Les divergences de valeurs auraient pu mettre le projet en échec ; le fait d'avoir pu entendre ces éléments, d'avoir objectivé les valeurs des parties prenantes du milieu d'insertion du nouveau dispositif a cependant permis au collectif de recherche de l'adapter pour réussir à innover avec le milieu : les capteurs ont ainsi pu donner une alerte sur les paramètres cardiaques sans déposséder le pompier de ses propres informations médicales (le pompier devant rester maître de leur transmission au médecin référent), et ils doivent être intégrés sans compliquer une tenue déjà contraignante à gérer et enfilet lors des départs en intervention (Rey, Simoncini & Triclot 2021).

Deuxième recommandation :

Relativise les « succès », valorise les « échecs » comme de potentiels révélateurs de conflits de valeurs dans le projet de conception, que l'évaluation doit objectiver.

Étant donné la complexité du processus de conception, qui par définition est imprédictible (on ne peut fixer un résultat à atteindre a priori) et du fait des valeurs propres au milieu de conception, le dispositif d'évaluation ne doit pas être extérieur au milieu (kit d'indicateurs prêt-à-utiliser) mais doit être conçu par et pour le milieu. Il doit multiplier les angles de vue, indicateurs quantitatifs et appréciations qualitatives, à des échelles temporelles variées (court,

[13] Projet INTERREG France-Suisse (2016-2019) associant le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Doubs-SDIS25, des laboratoires de recherche (FEMTO-ST, C3S, ESPLAB) et des entreprises (Frec | n | sys, Kizy Tracking).

[14] En entretien, il a ainsi pu être exprimé qu'un micro-casque qui fonctionnerait serait déjà apprécié, avant même de penser à des capteurs corporels.

moyen et long terme). Du fait même de ce caractère indéterminé, l'objectif doit lui-même être redéfini de période en période en même temps que les dispositifs pour évaluer le processus censé y conduire.

C'est ce que montre l'expérience d'une équipe qui a participé à la première édition du Cybathlon 2016 FES-bike discipline à Zürich, challenge sportif pour concurrents handicapés autorisés à utiliser des technologies d'assistance bionique (Sijobert *et al.* 2017). L'équipe de chercheurs et de soignants ont préparé un patient paraplégique à une course de vélo en utilisant un tricycle du commerce qu'ils ont adapté en y associant un dispositif de neurostimulation. L'objectif initial était de participer et de gagner la course, comme preuve de l'intérêt du dispositif pour des personnes handicapées au quotidien.

En cours de développement, les objectifs techniques ont dû être adaptés aux circonstances (impossibilité de moduler les paramètres de stimulation en temps réel, par exemple). Au-delà des performances techniques, les effets physiologiques et psychologiques ont été évalués et l'expérience s'est révélée encapacitante pour la personne paraplégique (amélioration de sa qualité de vie et de l'estime de soi dans le cadre de l'entraînement). Pourtant, malgré une sélection pour la finale et le classement de l'équipe à la sixième place parmi les finalistes, ainsi que ces résultats qualitatifs positifs en termes psychologiques, le patient n'a pas souhaité poursuivre l'expérience au-delà de la période close le jour de la course (une année) car il a jugé le dispositif et les conditions d'utilisation trop contraignantes. Enfin, pour l'équipe de chercheurs, même si le coût du développement a été raisonnable, sa commercialisation est compromise du fait des normes qui conduiraient à multiplier par 50 ce coût, ce qui réduit l'accessibilité de la technologie. Réussite immédiate révélée par l'évaluation, doit-on en conclure que cette expérience de conception est un échec à moyen et long terme ?

Troisième recommandation :

Conçois un dispositif d'évaluation ad hoc quantitatif et qualitatif, veille à le faire évoluer en même temps que les objectifs du projet de conception et évalue dans la durée.

4] Conclusion

Après avoir fait le deuil de la perfection de la mesure, l'ingénieur doit également renoncer à faire de l'évaluation un rempart contre

les valeurs. Les valeurs ne deviennent d'ailleurs un problème dans un projet de conception et son évaluation que lorsqu'elles sont occultées. L'objectif ne s'oppose alors pas au subjectif, mais l'objectivité correspond à la subjectivité soumise à l'enquête.

Il est ainsi recommandé que tout projet de conception incorpore un processus de valuation pour objectiver et donc former la proposition de valeur(s) du projet de conception qui, si elle fait l'objet d'un compromis entre parties prenantes, peut guider la conduite du collectif d'acteurs de la conception. Cette valuation doit s'étendre au dispositif d'évaluation lui-même, qui comme toute technique, n'est pas neutre. Pour le dire autrement, dans tout projet de conception technique, la conception et la valuation doivent se situer à un double niveau : au niveau de l'objet et/ou service visé et au niveau de la technique d'évaluation du process de conception. On pourrait également suggérer d'étendre la valuation à toute technique mobilisée pour soutenir la conception.

Pour aller plus loin

HENNEGUELLE Anaïs & JATTEAU Arthur (2021), *Sociologie de la quantification*, La Découverte.

Dans ce petit manuel explicatif, Henneguella et Jatteau montrent que les chiffres sont utilisés pour décrire les faits sociaux ou économiques, mais aussi pour piloter l'action publique ou manager. En revenant sur l'histoire de la quantification et en décrivant diverses applications de celle-ci, les auteurs montrent finalement que les chiffres construisent et transforment la réalité socio-économique au moins autant qu'ils prétendent la mesurer.

VATIN François (dir.) (2009), *Évaluer et valoriser. Une sociologie économique de la mesure*, Presses universitaires du Mirail, rééd. 2021.

Cet ouvrage collectif interroge la production de valeur, de ce qui est considéré comme «valant quelque chose» tant socialement qu'individuellement. S'il prend en considération la valeur économique, elle n'est pas considérée comme première ni unique ici. L'ouvrage comprend trois parties, qui traitent respectivement : de la manière dont les normes prennent forme dans l'action des acteurs (des ingénieurs aux gestionnaires) ; la deuxième partie s'attache à comprendre comment le travail (et l'absence de travail) est devenu mesuré par divers dispositifs ; la troisième partie décrit finalement le lien entre les qualités d'un produit et la mesure de sa valeur. Cet ouvrage offre ainsi une plongée dans

la mesure, comment elle est devenue omniprésente, comment elle se construit, comment elle se mesure.

VARENNE Franck (2012), *Théorie, réalité, modèle. Épistémologie des théories et des modèles face au réalisme dans les sciences*, Éditions Matériologiques.

Dans cet ouvrage, l'auteur interroge la capacité des sciences (physiques ou empiriques) à rendre compte du réel à travers des théories et des modèles. La deuxième partie de l'ouvrage sur les modèles propose une analyse à la fois historique et épistémologique sur le modèle et son statut dans les sciences. Une discussion intéressante est notamment proposée sur les relations entre théories, modèles et réalité. L'auteur termine son ouvrage par la présentation de la thèse de Ian Hacking qui montre que ces relations sont complexes si l'on considère que la réalité n'est pas extérieure mais anthropologiquement construite, récusant ainsi l'idée que la théorie peut approcher progressivement le réel et donnant aux modèles un rôle de médiation avec une réalité dès l'origine constituée par les humains.

Bibliographie

- AMAYA JORGE L., CABARET Katy, PICARD Fabienne, REYES-CARILLO Tatiana, RODET-KROICHVILI Nathalie, TROUSSIER Nadège (2014), "Coupling Business Models with Life Cycle Assessment for 2nd Life Applications: Advantages and Limitations", [avniR] Conference (Life Cycle in Practice), Lille, 5-6 novembre. <http://avnir.org/documentation/presentation/cabaret.pdf>
- AMAND Rudy, DOBRÉ Michelle, LAPOSTOLLE Dany, LEMARCHAND F., NGOUNOU TAKAM E. (2020), « Faire de la recherche collaborative : quelle sociologie dans le cadre d'un *living lab* ? », *SociologieS. La recherche en actes*, mis en ligne le 13 octobre 2020 (<http://journals.openedition.org/sociologies/15342>).
- BACHELARD Gaston (1998), *La Formation de l'esprit scientifique* [1938], Vrin.
- BLAISE Frédéric & DE REFFYE Philippe (1994), « Simulation de la croissance des arbres et influence du milieu: le logiciel AMAPpara », 2nd African Conference on Research, Computer Science (CARI94), actes, p. 61-75. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/colloques2/40855.pdf
- CAMPBELL Donald T (1979), "Assessing the impact of planned social change", *Evaluation and Program Planning* 2(1), p. 67-90.
- CROZET Yves, BAGARD Vincent & CHEVASSON Guillaume (2003), « Valeur de la vie humaine et sécurité routière : de l'incubation à l'émergence de nouvelles préférences collectives », *Transports* 422, p. 359-367.

- DAGIRAL Éric, LICOPPE Christian, MARTIN Olivier & PHARABOD Anne-Sylvie (2019), «Le *Quantified Self* en question(s): Un état des lieux des travaux de sciences sociales consacrés à l'automesure des individus», *Réseaux* 2019/4 (n° 216), p. 17-54.
- DEBIZET Gilles & LA BRANCHE Stéphane (2019), «Approche critique des scénarios technico-économiques de la transition énergétique», in Baggioni V., Burger C., Cacciari J. & Mangold M. (dir.), *Repenser la transition énergétique. Un défi pour les sciences humaines et sociales*, Presse universitaire de Rennes, p. 111-126.
- DESROZIÈRES Alain (2008), *Pour une sociologie historique de la quantification. L'argument statistique I*, Presse des Mines.
- DEWEY John (1993), *Logique. La théorie de l'enquête* [1938], PUF.
- FONTENAU Thibaut (2021), «Autoconsommation collective ou solidarité nationale? L'adaptation controversée de la tarification du réseau d'électricité pour les autoconsommateurs», *Flux* 2021/4 (n° 126), p. 52-70.
- FRANCOIS Philippe & GORRERI Sandrine (2021), «Transition énergétique: un rapport RTE aux hypothèses contestables», Fondation Ifrap, 27 octobre, ifrap.org/emploi-et-politiques-sociales/transition-energetique-un-rapport-rte-aux-hypotheses-contestables
- FREIDBERG Susanne (2013), "Calculating sustainability in supply chain capitalism", *Economy and Society* 42(4), p. 571-596.
- GUITTON Henri (1963), «Marché parfait et analyse d'activité», *L'Actualité économique* 39(2).
- HENNEGUELLE Anaïs & JATTEAU Arthur (2021), *Sociologie de la quantification*, La Découverte.
- LE BAS Christian & PÉNIN Julien (2015), «Brevet et innovation: comment restaurer l'efficacité dynamique des brevets?», *Revue d'économie industrielle* 151, p. 127-160.
- LE MOËNNE Christian & PARRINI-ALEMANNI Sylvie (2010), «Management de l'évaluation et communication», *Communication et organisation* 38.
- LEROY Michel (2002), «La mesure au sol de la température et des précipitations», *La Météorologie* 39, p. 52-56.
- LUND Henrik, ARLER Finn, ØSTERGAARD Poul Alberg, HVELPLUND Frede, CONNOLLY David, VAD Mathiesen Brian, KARNØE Peter (2017), "Simulation versus Optimisation: Theoretical Positions in Energy System Modelling", *Energies* 10(7), p. 840.
- MARTIN Olivier (2020), *L'Empire des chiffres. Une sociologie de la quantification*, Armand Colin.
- PERRIN Burt (2002), "How to – and How Not to – Evaluate Innovation", *Evaluation* 8(1), p. 13-28.
- POLLOCK Neil & D'ADDERIO Luciana (2012), "Give Me a Two-by-Two Matrix and I Will Create the Market: The Socio-Materiality of Rankings", *Accounting, Organizations and Society* 37(8), p. 565-586.

- REY Bénédicte, SIMONCINI Nicolas & TRICLOT Mathieu (2021), «Les sciences humaines et sociales en recherche technologique: vers une démarche de conception fondée sur l'ethnographie», in Lamard P. & Lequin Y. (dir.), *Démocratie technique en travail*, Pôle éditorial de l'UTBM.
- ROBIN Vincent (2005), *Évaluation de la performance des systèmes de conception pour la conduite de l'ingénierie des produits; prototype logiciel d'aide aux acteurs*, thèse de doctorat en sciences physiques et de l'ingénieur, Université Sciences et Technologies-Bordeaux I.
- SIJOBERT Benoît, FATTAL Charles, DAUBIGNEY Anne & AZEVEDO-COSTE Christine (2017), "Participation to the first Cybathlon: an overview of the FREEWHEELS team FES-cycling solution", *European Journal of Translational Myology* 27(4), p. 7120.
- STRATHERN Marilyn (1997), "Improving ratings': audit in the British University system", *European Review* 5(3), p. 305-321.
- VATIN François (2011), «Entretien avec François Vatin», *Sociologies pratiques* 22(1), p. 7-13.
- VATIN François (2008), «L'esprit d'ingénieur: pensée calculatoire et éthique économique», *Revue française de socio-économie* 1(1), p. 131-152.
- VINCK Dominique (2014), «Présentation Pratiques d'ingénierie, Les savoirs de l'action», *Revue d'anthropologie des connaissances* 8(2), p. 225-243.
- VIVÉS Claire (2019), «L'objectivité sous contrôle: analyse d'une évaluation randomisée de programmes d'accompagnement des demandeurs d'emploi», *Revue française de sociologie* 60(1), p. 71-92.

