

M **ichel CALLON**



Michel Callon est professeur de sociologie à l'Ecole des mines de Paris. Après son diplôme d'ingénieur des mines, il est entré comme chercheur au centre de sociologie de l'innovation qui venait d'être créé par Pierre Laffitte. Il y a effectué toute sa carrière et l'a dirigé douze ans de 1982 à 1994.

*Sur le plan académique, il a contribué au développement de la socio-économie de l'innovation et de l'anthropologie des sciences et des techniques. Il est l'auteur ou le co-auteur d'une dizaine de livres et de plus de cent articles dont certains ont été traduits en plusieurs langues. Il a publié récemment : *The Laws of the Markets* (Blackwell, 1998), *Le pouvoir des malades* (avec Vololona Rabeharisoa; Presses de l'Ecole des mines de Paris, 1999) et *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique* (avec Pierre Lascoumes et Yannick Barthe, Le Seuil, 2001). Depuis quelques années il s'intéresse plus particulièrement au rôle des profanes dans le développement et la diffusion des connaissances scientifiques et techniques, ainsi qu'à l'anthropologie des marchés économiques. Il continue à diriger des travaux sur le processus d'innovation dans l'industrie et dans les activités de service. De 1998 à 2000, il a été président de l'International Society for Social Studies of Science qui regroupe environ mille chercheurs répartis sur les cinq continents.*

Michel Callon a impulsé depuis la fin des années 70 tout un ensemble de travaux destinés à améliorer la maîtrise des processus de recherche et d'innovation. Ceci l'a amené à réaliser de nombreuses études à la demande de responsables industriels et à lancer des analyses comparatives internationales, notamment entre la France et le Japon, sur la gestion de l'innovation dans les firmes. Il a également contribué à une meilleure connaissance de la fonction et du rôle des organismes publics de recherche, ainsi qu'à une réflexion sur les conditions de l'efficacité des politiques publiques de la recherche et de l'innovation, et ceci aussi bien au niveau national qu'aux niveaux régional et européen. Sur tous ces sujets, il a travaillé en étroite collaboration avec les acteurs, s'efforçant de rendre compatibles, recherche académique et activités de conseil.

Science et société : les trois traductions

Science et société :
les trois traductions

« J'avais fait d'avance boucher et murer toutes les avenues qui aboutissent à cet endroit, à l'exception d'une réserve pour y entrer mais qui fut fermée d'une porte; je me procurai par là un cabinet souterrain, d'une enceinte assez vaste où je pus dans le silence et dans le plus grand isolement suivre ces observations n'allant jamais que seul dans ce cabinet ».

La recherche scientifique s'est d'abord déroulée dans des lieux qui étaient semi-publics puis elle s'est progressivement enfermée, pour des raisons qu'on va essayer d'élucider dans des endroits éloignés du monde. C'est ce que nous dit le dernier des Cassini, dans une langue admirable. Coulomb au même moment exprimait les mêmes préoccupations : pour faire une bonne science, il faut se couper du monde.

C'est ce travail de confinement de la science, et cette évolution vers toujours plus de confinement, qui me semble constituer une des caractéristiques essentielles de la science moderne. Elle se claquemure dans des laboratoires, au milieu de ses équipements et de ses instruments, à distance du monde et en se maintenant éloignée le plus possible d'avec le public.

Cette stratégie du confinement est une stratégie qui s'est avérée payante. Mais pour comprendre un certain nombre de crises qui sont liées à l'heure actuelle au développement scientifique et technique, je crois qu'il faut s'interroger aussi sur les désavantages de ce confinement.

Ce confinement se traduit par un divorce, que de nombreux auteurs ont souligné, entre scientifiques et public. L'histoire de ce

divorce est longue. Au début de la science moderne, les amateurs étaient très actifs; progressivement ils sont sortis du monde de la science et ont été remplacés par un public qui parfois s'intéresse à la science mais ne participe plus à son aventure. La science, pour le dire en un mot, n'est plus seulement confinée; elle s'est enfermée dans une sorte de forteresse sur la porte de laquelle est inscrite: « Défense d'entrer à celui qui n'est pas chercheur professionnel ». On organise bien de temps en temps des journées portes ouvertes mais ce qui caractérise la science moderne, c'est précisément son hermétisme et souvent le fait que les scientifiques eux-mêmes, à force de s'être retranchés dans leur laboratoire, ont fini par vivre dans un autre monde, qui est peuplé de problèmes et d'entités auxquels le grand public n'a plus accès.

Le but de mon exposé est de montrer comment en quoi consiste cette situation de confinement de manière à imaginer des solutions qui permettent d'en atténuer les effets négatifs mais sans perdre les acquis qui sont liés au fait que les laboratoires ont su prendre leurs distances par rapport au monde. La meilleure notion, pour décrire cette situation étrange qui fait que la science est efficace parce qu'elle a su

Science et société:
les trois traductions

s'isoler, c'est la notion de traduction.

Pourquoi la notion de traduction ? D'abord parce qu'il y a une tradition en philosophie des sciences ou en épistémologie qui utilise cette notion pour décrire comment un scientifique ou un chercheur dans un laboratoire passe d'énoncés très généraux sur le monde, qu'on pourra qualifier de théoriques - par exemple « tout électron placé dans un champ électrique est soumis à une force proportionnelle à sa charge » - à des énoncés qu'on va qualifier d'observationnels parce qu'ils sont liés à des expériences particulières. On voit par exemple que, sur un ampèremètre, l'aiguille se fixe sur le chiffre 100. Le travail des scientifiques est d'essayer d'établir des équivalences ou en tous les cas des relations intelligibles entre ces énoncés observationnels, qui s'expriment dans la langue ordinaire, et les énoncés théoriques qui recourent à des mots et à des notions inhabituelles, alors qu'il n'existe pas de rapports logiques entre le fait qu'une aiguille se trouve sur une certaine division et le fait que les électrons existent et aient certaines propriétés. La science s'emploie à explorer ce gouffre qu'elle contribue à créer. Les philosophes ont eu recours à la notion de traduction pour expliquer comment les scientifiques dans leur laboratoire passaient d'une langue qui était faite de notions tout à fait ordinaires, comme celles qui permettent de préciser la position d'une aiguille sur le cadran d'un ampèremètre, à une langue qui est

théorique et qui utilise des notions décrivant des entités que personne n'a vues. La notion de traduction permet de décrire ce transport mystérieux qui fait que l'on peut passer d'observations empiriques, expérimentales à des énoncés théoriques qui, d'une certaine manière, n'ont rien à voir avec les énoncés observationnels qu'on peut faire. C'est comme si deux univers linguistiques différents, deux langues différentes coexistaient. La notion de traduction est une première façon de décrire ce transport de significations de l'expérience vers la théorie.

Une autre source peut être invoquée pour expliquer l'usage de la notion de traduction, c'est l'œuvre de Michel Serres (qui est un de vos prochains invités). Il a publié dans les années 70 un livre intitulé « Traduction », dans lequel il montre comment les informations et la communication en général s'opèrent à travers toute une série de transformations, de transports, de trahisons et qu'en somme, il n'y a de communication que sur un fond d'ambiguïté et de non compréhension.

Ce sont ces deux traditions que nous avons mobilisées, avec quelques collègues, pour essayer de comprendre comment la science parvenait à la fois à revendiquer son isolement et à établir un rapport continu avec le monde qui l'entoure. Ce sont ces deux sens que je vais utiliser. Le premier sens est linguistique et désigne le passage d'une langue à une autre : c'est ce que la science fait en permanence quand elle traduit les énoncés observationnels en énoncés

théoriques (et vice et versa) ou quand elle s'efforce de mettre de l'ordre et de l'intelligibilité dans le corpus en extension permanente des énoncés qu'elle produit. Le second sens présent dans le mot traduction, est celui de transport et de déplacement. (Vous savez qu'en anglais on utilise le mot translation pour désigner les deux significations). La science c'est d'abord une affaire de jeu de langage, de transformation de langues et de mots mais c'est aussi une affaire de transport et de logistique. Si tant de choses ont été écrites sur le rôle de la métaphore dans la pensée scientifique, ce n'est pas un hasard. Le mot métaphore en grec signifie transport.

Ce que je vais vous montrer, c'est comment cette double signification du mot traduction, traduction d'une langue dans une autre et transport d'un monde dans un autre, peut être mobilisée pour comprendre les rapports entre la science isolée, la science confinée et le monde qui l'entoure. Et de manière à donner un sens plus précis à cette notion de traduction, je vous propose de distinguer trois traductions. L'idée qui préside à cette analyse est très simple: si la science confinée qui se déroule dans des laboratoires, exerce une certaine influence sur le monde, si elle est capable d'agir sur le monde, c'est tout d'abord parce que, premier mouvement, première translation, le monde a été transporté dans le laboratoire. J'appelle traduction 1, première traduction, cette activité de transport du monde, du grand monde,

du macrocosme, du monde dans lequel nous vivons, dans le laboratoire. C'est le premier coup de force de la science.

Le deuxième sens du mot traduction désigne ce qui se passe à l'intérieur du laboratoire. L'obsession de tout chercheur est de poser des questions à la nature puis de recueillir les réponses qu'elle veut bien fournir et enfin de les interpréter. Plus précisément son travail est de faire écrire les entités prélevées dans le grand monde et transportées à grand renfort de ruses et d'ingéniosité dans le laboratoire. C'est là que réside le deuxième coup de force de la recherche. Arriver à faire parler des électrons ou des gènes, ce n'est pas évident! Arriver à leur faire dire qui ils sont, comment ils peuvent agir, ce n'est pas évident non plus! C'est la grande force des scientifiques d'y parvenir à l'intérieur du monde clos du laboratoire.

Et, troisième mouvement, celui de la troisième traduction: une fois le grand monde transporté, transposé dans le petit monde du laboratoire, une fois les entités ainsi acclimatées (les laboratoires sont toujours dans une certaine mesure des jardins d'acclimatation) soumises à la question, une fois recueillies leurs réponses et, à partir d'elles, cernées au moins partiellement leurs identités, l'ultime problème se pose: comment relâcher dans le grand monde ces êtres patiemment domestiqués? parviendront-ils à survivre? Ne faudra-t-il pas leur fournir l'environnement sans

Science et société:
les trois traductions

lequel ils retourneront à l'état sauvage ou tout simplement déperiront ?

On ne peut comprendre le mouvement et la logique de la science si l'on conserve l'image d'un laboratoire confiné, séparé d'un monde dont il se serait soigneusement écarté. Oui, le laboratoire a pris ses distances, mais entre lui et le monde un intense trafic prend place, dans les deux sens, le laboratoire ressemble à une entreprise d'import export qui ne se contenterait pas de faire circuler les marchandises mais qui en plus les transformerait et les re-conditionnerait. La traduction consiste précisément en ce mouvement qui permet d'agir sur le monde en le transportant dans le laboratoire et en le faisant revenir transformé à l'extérieur du laboratoire. Le laboratoire est un puissant outil de reconfiguration du monde qui est le nôtre; ce n'est pas seulement un outil d'observation et d'interprétation.

Du macroscosme vers le microcosme

Le premier mouvement, celui de la traduction 1, première traduction, transforme le macroscosme dans le monde du laboratoire. Pour illustrer ce point, je vais prendre des exemples qui ont été étudiés par plusieurs collègues et par moi-même au tout début des années 80. L'un des premiers cas, étudié par Bruno Latour, est celui de Pasteur et du mouvement qui a permis à Pasteur de venir à bout d'un certain nombre de maladies, et notamment d'une maladie terrible

qui décimait les troupeaux français et qui était l'anthrax. Le problème avec cette maladie, et c'est le cas de pratiquement tous les événements qui se produisent dans notre monde, c'est que lorsque vous êtes face à elle, la multiplicité des causes qui permettent de l'expliquer est telle qu'aucune observation directe ne permet de comprendre ce qui se passe. Chaque maladie, chaque mouvement de l'épidémie est quelque chose de local qui est d'une telle complexité qu'il est impossible d'en expliquer les causes et les mécanismes. Pourquoi cela apparaît-il dans tel champ, puis disparaît-il pendant un certain nombre d'années? Pourquoi cela réapparaît-il ailleurs? Les fermiers étaient perdus. À cette époque des théories sont proposées mais elles sont d'une telle instabilité qu'il est impossible de comprendre, au sens précis du terme, comment se produit cette épidémie. Le coup de force de Pasteur, s'appuyant sur des travaux antérieurs qui avaient isolé et mis en évidence l'existence d'un bacille, a été de réduire le problème en isolant et en transportant dans le laboratoire un des acteurs essentiels, le bacille, qui était l'un des principaux suspects, considéré par certains comme étant le véritable responsable de l'épidémie. Ayant isolé l'adversaire, l'ayant amené sur son terrain, Pasteur va pouvoir renverser le rapport de force, agir sur et avec le bacille et maîtriser ses comportements.

Ce travail de réduction et simplification d'une réalité complexe, travail qui passe nécessairement par un transport,

une transposition, une reconfiguration, matérielle, on le trouve également lorsqu'il s'agit de comprendre comment le climat peut évoluer. La complexité des variables est telle que la seule manière d'en venir à bout est de simplifier le problème, pour aboutir à quelques éléments qui vont être solidement contrôlés et manipulés dans le laboratoire. À un nombre incalculable de masses d'air froid, de réactions chimiques, d'océans qui absorbent mystérieusement de grandes quantités de dioxydes de carbone, d'industrie chimiques qui répandent leurs polluants, de volcans qui envoient leurs nuées ardentes dans l'atmosphère, le chercheur substitue quelques éléments judicieusement choisis qu'il va mettre à l'épreuve et manipuler dans son laboratoire. Alors qu'on ne parvenait pas à comprendre, tant les causes possibles étaient nombreuses et insaisissables, pourquoi dans certains champs infectés le charbon ne se développait pas, Pasteur observe, dans son laboratoire, que certains bacilles sont dans une phase dormante: soudain tout s'éclaire. Le premier mouvement de la traduction substitue, à un monde d'une effroyable complexité, un microcosme contrôlé et manipulable. C'est le simple bon sens de le dire. Mais c'est absolument essentiel de le reconnaître pour arriver à comprendre comment la science peut agir sur le monde tout en se mettant à distance du monde et parce qu'elle se met à distance du monde. Et ce qui est important, c'est que dans ce mouvement de réduction, il y a des choses qui sont transportées. Ce n'est pas simple-

ment l'esprit qui se représente le monde extérieur et le stylise. Je parlais de Pasteur, Pasteur se déplace sur les champs et dans les fermes pour faire des prélèvements et transporter les bacilles. De même, celui qui étudie les climats ne se représente pas mentalement le monde et sa météorologie. Il a des capteurs, il a des senseurs qui prélèvent des informations et qui les rapatrient dans le laboratoire.

On comprend pourquoi le mot traduction est approprié pour décrire cette opération. La traduction remplace quelque chose par quelque chose d'autre, une langue par une autre, un mot par un autre, le grand monde par le microcosme. Mais ce remplacement suppose que quelque chose soit transporté. La science commence toujours par ce renversement, ce changement d'échelle, cette miniaturisation, en anglais ce « scaling down ». Au lieu d'avoir le grand monde, la macrocosme, vous avez un petit monde, le microcosme, qui est une représentation du grand monde. Mais le mot « représentation » est trop statique, je préfère le mot « traduction » parce que cela veut dire que vous remplacez un élément par un autre, mais en même temps que vous transportez les choses. Pas de représentation sans transport !

Pour être sûr d'être bien compris, je vais prendre un autre exemple celui des malades qui souffrent d'une maladie génétique rare qui s'appelle l'amyotrophie spinale infantile. Au début

Science et société:
les trois traductions

des années 1950, ces malades n'avaient d'interlocuteurs ni dans le monde médical ni dans le monde de la biologie. Quelques-uns d'entre eux, plus entreprenants, moins résignés que les autres, s'engagèrent dans un travail de recension des cas et des malades : ceci n'était pas évident car il n'existait aucun registre et le tableau clinique de la maladie était assez flou. Ils collectèrent des informations sur les symptômes et l'évolution de la maladie et ensuite, en coopération avec des professionnels, ils organisèrent des campagnes de prélèvements pour constituer des banques d'ADN qui permirent notamment la localisation et l'identification du gène défailant. Dans ce cas, en quoi a consisté le mouvement de la traduction ? Vous avez une population indéterminée de malades entre lesquels le travail d'observation et d'enquête permet d'établir certaines similitudes ; vous prélevez ensuite des éléments de leur corps que vous transportez dans des laboratoires et des chercheurs se mettent au travail et commencent à les analyser. Il n'y a pas de plus belle illustration de la traduction que ce mouvement-là : formuler les problèmes à résoudre, simplifier et réduire la réalité à étudier, prélever des éléments, les transporter dans le laboratoire, puis s'engager dans le travail de production d'inscriptions.

Voilà le premier arc de la traduction. Avant cette traduction, des problèmes étaient formulés, des questions étaient soulevées, et restaient sans réponse. Pourquoi les moutons meurent-ils ? Pourquoi des êtres humains présentent-ils des symptômes qui restent inexplicables par

les savoirs dont on dispose ? Pourquoi le climat évolue-t-il de manière aussi inattendue ? Ces problèmes étaient sans solution. Après la traduction, d'autres questions plus précises, plus aisées à cerner et à étudier sont substituées aux précédentes : comment peut-on comparer les gènes ? Comment peut-on écrire des modèles ? Ou encore, comment peut-on faire varier la virulence des bacilles ? Voilà le premier mouvement qui est celui de la première traduction.

Faire écrire

Deuxième mouvement. Les chercheurs sont entre eux. Avant, ils étaient sortis de leur laboratoire, parfois en se déplaçant eux-mêmes, mais souvent en confiant à des délégués et à des intermédiaires le travail de traduction. Ils ont gagné le droit de travailler enfin dans le calme et la quiétude. Mais surtout ils ont réussi, si tout se passe bien, à renverser, en leur faveur, un rapport de force qui leur était d'abord défavorable. C'est cela le principal apport du confinement célébré par Cassini : les chercheurs se sont placés en position de maîtriser ce qui se passe, alors qu'auparavant ils se trouvaient dans une situation d'impuissance. Et toute leur énergie est mobilisée pour produire des inscriptions sur une feuille de papier (c'est pour cela que la notion de traduction est à nouveau importante). Qu'est-ce que fait un scientifique ? Que fait un chercheur dans un laboratoire ? Il fait parler grâce à ses instruments les entités qu'il y a amenées.

Qu'est-ce que c'est qu'un instrument ? C'est un dispositif qui fait écrire et rend visibles des choses qui jusque-là étaient invisibles. Le chercheur dans son laboratoire fabrique les inscriptions en faisant écrire les entités qu'il y a amenées. La question par laquelle j'ai commencé, qui était celle du passage des énoncés observationnels aux énoncés théoriques (et vice et versa), et qui conduit les philosophes à évoquer la notion de traduction, se trouve éclairée de manière différente à partir du moment où on considère cette notion d'inscription.

Une bonne illustration de ce qu'est et fait un instrument, est fournie par une machine qu'on manipulait en travaux pratiques au Lycée. Il s'agissait de la machine de Morin. Elle consistait en un cylindre, recouvert d'une feuille de papier blanc, qu'on faisait tourner autour de son axe vertical à une vitesse régulière. Le long de ce cylindre, et parallèle aux génératrices, était placée une barre le long de laquelle pouvait coulisser un stylet équipé d'une plume. La vitesse de rotation du cylindre étant maintenue constante, on lâchait le stylet qui en tombant dessinait sur le papier une ligne qui, une fois la feuille dépliée, se révélait être une parabole. Je me rappelle encore aujourd'hui mon émerveillement devant ce petit miracle : que l'ingéniosité des hommes soit parvenue à faire avouer à la Nature, sous une forme claire et explicite, la loi de la chute des graves. Galilée avait raison : la Nature écrit, d'une écriture géométrique ! Tous les instruments fonctionnent comme la machine de Morin :

ils transforment quelque chose d'invisible (dans ce cas la force de la pesanteur, archétype de la réalité invisible) en quelque chose de visible et d'écrit (dans ce cas la parabole). La biologie fourmille de dispositifs expérimentaux qui rendent visibles, observables et déchiffrables ce qui ne l'était pas : les paires de base de l'ADN, l'activité des gènes ou des protéines, la division des cellules, etc. Tout l'effort d'instrumentation de la sciences est tendu vers ce seul objectif : faire écrire des choses qu'on ne peut pas voir. Ce que fait le chercheur avec ses collègues dans son laboratoire, c'est précisément cela ; il ne fait rien d'autre. Des bacilles, des fragments d'ADN, des données captées et accumulées ont été transportées dans le laboratoire et chaque fois la même question se pose. La Nature a-t-elle été convenablement réduite, traduite ; livrera-t-elle, soumise aux questions posées par les instruments, ses secrets ? Chaque fois le chercheur court le risque de s'être fourvoyé et d'échouer à rendre visibles tous ces « trucs » invisibles. Vont-ils accepter d'écrire ? Comment faire en sorte qu'ils produisent des images, qu'ils fabriquent des traces fournissant des indications sur ce qu'ils sont ?

C'est là qu'intervient la dimension collective du travail de recherche et notamment la compétition entre laboratoires. Les scientifiques s'affrontent pour concevoir des instruments, des manipulations, des expérimentations dont ils pensent qu'elles vont produire des inscriptions inattendues et faciles à déchiffrer et qui devront en outre être compatibles et cohérentes avec les traces dont on dispose déjà. Ils

Science et société:
les trois traductions

ne s'arrêtent jamais; ils veulent toujours plus d'inscriptions, toujours plus précises, toujours mieux intégrées.

Permettez-moi de lier ce que je viens de dire à des interrogations propres à la philosophie des sciences. La traduction montre qu'on n'est pas dans une situation où existerait un objet de la science situé dans le monde extérieur, et, face à lui, à distance, un sujet connaissant, le chercheur qui tirerait sa force et son objectivité de cette extériorité. Une telle situation ne correspond pas au travail de la science. Le monde, comme je l'ai dit, est dans le laboratoire, il a été amené par morceaux dans le laboratoire. Et dans le laboratoire, le chercheur ne se tient pas à distance, il n'est pas à l'extérieur de ce qu'il étudie; il manipule, il soumet à la question, il fait écrire et parler des entités qu'il a transportées pour leur faire avouer ce qu'elles font et ce qu'elles sont. Elles commencent à parler lorsqu'elles commencent à écrire. Et c'est dans cet espace intermédiaire des inscriptions et des traces qui sont produites dans le laboratoire que les connaissances se forment, que des énoncés peuvent être articulés. Le miracle existe bel et bien, mais pas sous la forme canonique de la surprenante adéquation de l'intellect et du monde, de la mystérieuse correspondance entre les mots et les choses. La science intervient dans l'entre-deux, là où prolifèrent les traces de choses transportées, transformées, traces qui sont les matériaux primitifs à partir desquels s'élaborent les mots. Jamais un esprit pur n'a été confronté à la loi de la gravité! ce qui compte ce sont les intermédiaires. Il y a

la machine de Morin qui trace une parabole sur laquelle travaille le chercheur et qui va lui permettre de remonter jusqu'à l'origine de l'entité qui a déposé une aussi lumineuse signature. Bien sûr la parabole pourrait être un artefact! Mais si la réplique se confirme, alors on est en droit de faire l'hypothèse que quelque chose, de stable, de réel, l'écrit. La machine de Morin traduit toutes les pierres qui tombent (traduction 1) et produit une parabole qui traduit la loi de la chute des corps (traduction 2). On croyait les non humains incapables de s'exprimer, de livrer des informations sur ce qu'ils sont et font. Et voilà que c'est l'inverse qui est vrai. Interrogés dans des accélérateurs, dans des boîtes de Pietri, dans des chambres à bulles, dans des chromatographes, ils nous disent leur existence et leurs compétences. C'est à nouveau une traduction, au sens linguistique du terme, qui est à l'œuvre dans le laboratoire. Le chercheur organise un dialogue, par inscriptions interposées, dans son laboratoire, avec des neutrinos ou des gènes à qui il ne manquait finalement que la parole.

Il s'agit bien d'une traduction, d'un vrai dialogue, j'en conviens un peu inhabituel. Les techniques modernes de l'information nous ont cependant préparés à ces discussions étranges dans lesquelles la parole est médiatisée, transformée, recomposée, transportée.

Traduction 2 a en outre l'immense avantage de mieux faire comprendre ce qu'est l'objectivité. Bachelard, pourtant assez éloigné de la philosophie

des sciences que je suis en train de développer actuellement, donne une très belle définition de l'objectivité: le neutron est objectif, dit-il, parce qu'il émet des objections dont l'expérimentateur et le théoricien doivent tenir compte. Le mot objectif est un mot très intéressant dont des collègues historiens ont montré l'évolution de la signification au cours du temps. Une signification intéressante et très moderne de cette notion d'objectivité, est la suivante: «on dira d'un savoir qu'il est d'autant plus objectif qu'il a été mis en position de répondre au plus grand nombre d'objections possibles». D'abord et très classiquement, objections soulevées par les collègues. Mais il faut entendre ce que dit Bachelard: si les collègues objectent, c'est parce qu'ils relaient les objections du neutron. Il se font les porte-parole du neutron en interprétant les inscriptions qu'ils livrent. Cette position, surprenante au premier abord, se comprend à partir du moment où l'on considère que l'expérience est précisément organisée pour faire parler le neutron, le neutrino ou le gène. Plus vous lui laissez la possibilité d'émettre des objections, c'est-à-dire de se représenter et d'écrire de manière différente, et plus le savoir qui en sortira sera un savoir objectif. Ceci explique l'importance de la concurrence au sein du milieu scientifique. Ce ne sont pas les collègues qui sont en concurrence les uns avec les autres, ils sont en concurrence pour faire parler différemment, pour faire écrire différemment les entités qu'ils observent. Le scientifique va dire «attention, mon neutrino

écrit cela dans mon laboratoire. Je suis son plus fidèle porte-parole. Vous, vous le trahissez éhontément!»

Ce qui est important dans cette façon de concevoir le travail du laboratoire, c'est l'existence de ce collectif, composé d'instruments, de chercheurs, de techniciens, de bibliothèques, d'articles scientifiques qui passent de main en main. Ce collectif est orienté vers la production, la diffusion, l'accumulation d'inscriptions et de traces produites par des entités qui sont mises à la question. La connaissance est certifiée à partir du moment où plus personne n'est capable de mettre en scène des objections inattendues et soulevées par ces entités de laboratoire.

On a parcouru un grand chemin. On avait un monde complexe, des éléments ont été prélevés, amenés dans le laboratoire; ils ont été soumis à la question et traduits sous la forme de diagrammes, de tableaux de chiffres mesurés sur des courbes, de traces sur une feuille de papier. Un commentaire en passant: ce mouvement explique pourquoi les mathématiques sont si utiles et si omniprésentes. À partir du moment où le monde a été réduit et transporté sur une feuille de papier, la force du formalisme s'explique assez bien. Ce qui est le plus étonnant ce n'est pas tant que la nature écrive en langage mathématique, c'est tout simplement qu'elle écrive, car une fois les inscriptions produites le mathématicien, avec son légendaire crayon et son irremplaçable feuille de papier, est parfaitement à l'aise. Notre

Science et société:
les trois traductions

savoir trouvant son point de départ dans les traces, il n'est pas étonnant que les mathématiques, sciences des traces, des formes, des distributions, et des relations soient si efficaces.

Retour vers le grand monde

Il est temps de passer au troisième moment de la traduction. Le monde, après transformation, a été transporté dans le laboratoire. Des énoncés ont été extraits puis stabilisés. Les entités, naguère invisibles, qui ont accepté d'écrire sont maintenant mieux connues. Ces connaissances sont d'autant plus robustes que la réplication de ces inscriptions est acquise. Ces entités, ces gènes, ces bacilles qui ont été fabriqués, construits, maîtrisés, domestiqués dans le laboratoire, il faut songer à les relâcher à l'extérieur. Et ce n'est pas du tout évident qu'ils puissent survivre, parce qu'après tout, ce sont des « bêtes de laboratoire ». Comment cela va-t-il se passer à l'extérieur? Le voyage de retour vers le grand monde est un voyage risqué et, en tous les cas, difficile. Est-ce que ce qui vit et prospère dans un laboratoire parviendra à survivre à l'extérieur? Une de mes thésardes a fait un magnifique travail sur un laboratoire de génétique au Japon: elle raconte l'histoire d'un excellent généticien qui, pour se rendre populaire et voyant ce qui se faisait aux Etats-Unis, s'est dit « si je pouvais mettre en évidence le gène de l'homosexualité, ce serait un coup parfait pour me faire connaître du grand public! ». L'histoire prouva que, sur ce point, il avait

tort. Au Japon, à l'inverse des USA, tout le monde se fout de savoir s'il existe un gène de l'homosexualité. Mais ce qui m'intéresse dans son entreprise, c'est qu'il avait imaginé un dispositif, en fait une seringue, dans lequel certaines drosophiles trans-génétiques et de même sexe semblaient montrer une attirance les unes pour les autres. Pour conclure à l'homosexualité, ce chercheur avait mis au point, avec des collègues français, un protocole expérimental qui lui permettait de conclure à l'homosexualité à partir de l'observation précise des comportements des mouches les unes vis-à-vis des autres. En un mot comme en cent, ces mouches satori (c'était leur nom de code), obligées à faire chambre commune dans d'étroites seringues, passaient leur temps en comportements amoureux. De là à conclure que le gène de l'homosexualité existait, il n'y avait qu'un pas que notre chercheur s'empressa de franchir. Mais pour que la démonstration fût convaincante, il fallait encore que ces mouches relâchées dans le grand monde persistent dans leur homosexualité! Las, leur complaisance n'alla pas jusqu'à transporter avec elles, leurs supposés comportements homosexuels! La même variété de mouche, qu'on finit par découvrir dans la jungle hawaïenne, se révéla parfaitement hétérosexuelle. Vérité dans les seringues hyper-confinées du laboratoire, erreur au-delà dans le monde sauvage des tropiques! Bonne illustration du risque que court tout scientifique lorsqu'il lâche ses mouches.

Une des solutions dont le scientifique dispose pour faire en sorte que ce qu'il a fait vivre, agir, dans son laboratoire, qu'il s'agisse de neutrinos ou de mouches, se comporte de la même façon dans le grand monde, c'est de répliquer le laboratoire, de faire en sorte que le grand monde rassemble au laboratoire. Il n'y a pas d'autres façons de diffuser les savoirs et les êtres dont ils parlent, il n'y a pas d'autres façons de le faire que de répliquer les laboratoires. C'était hors de portée de notre généticien: s'il avait voulu que les mouches manipulées comme il les avait manipulées soient homosexuelles, il aurait dû équiper le monde entier de seringues, sans oublier la jungle hawaïenne, pour les y enfermer. Pasteur l'avait bien compris. Un peu par hasard, mais le hasard ne favorise que les laboratoires bien équipés, il met en évidence qu'il est possible de faire varier la virulence du bacille. Dans l'espace confiné du laboratoire, il établit un rapport de force en sa faveur. La question est alors: comment maintenir ce rapport de force à l'extérieur du laboratoire. La réponse imaginée par Pasteur est simple et de portée générale: à Pouilly le Fort, devant les fermiers ébahis, il transforme une ferme en laboratoire. Une de mes collègues a proposé de nommer «laboratorisation» de la société ce travail de réplique et de dissémination des laboratoires. Un service clinique qui s'intéresse aux maladies génétiques, s'il veut les soigner, doit se transformer progressivement en un appendice des laboratoires dans lesquels, pendant un certain nombre d'années, on a appris à isoler et à étudier

le fonctionnement des gènes. Il devient une extension du laboratoire. De manière générale, tous les travaux sur la diffusion des connaissances et des innovations montrent que les découvertes ne se diffusent pas spontanément dans la société, leur transport nécessite beaucoup d'énergie et n'est couronné de succès que si une adéquation est construite entre leur contenu et leur contexte d'application ou d'utilisation.

Vous voyez maintenant l'ensemble du mouvement que nous avons décrit. Un examen superficiel conduit à ne retenir qu'un aspect du confinement de la science, à faire comme si la traduction se limitait à traduction 2. Certes Cassini avait raison de dire qu'il fallait éviter les interférences, qu'il fallait que les chercheurs s'enferment dans leurs laboratoires et qu'ils s'éloignent du monde, qu'ils prennent leurs distances avec les intérêts, qu'ils se méfient du sens commun. On a d'ailleurs souvent tenté de décrire l'esprit et la démarche scientifique en insistant sur les coupures et sur les ruptures. Cette description est cruciale, mais elle n'est pas suffisante; elle ne raconte qu'une partie de l'histoire. Traduction 2, si on ne regardait qu'elle, paraîtrait miraculeuse. Pour que la photo soit complète, il faut rajouter traduction 1: le transport du monde dans le laboratoire, et traduction 3: le retour du laboratoire vers le monde. C'est l'ensemble du cycle qui est intéressant. Et ce cycle là, c'est d'abord une affaire de transport et de transformation. Après les trois traductions, vous avez quelque chose qui ressemble au monde de départ,

Science et société:
les trois traductions

qui demeure lié à lui, mais qui est déjà un peu plus que le monde de départ. La force du laboratoire, sa redoutable efficacité, c'est d'être à la fois distant et proche, extérieur et lié, dedans et dehors. Le laboratoire est pris dans une trame et si le mot n'avait pas été déjà utilisé pour autre chose, je dirai que le laboratoire est une « maison de passe. » Si on préfère le langage militaire, on dira qu'il est point de passage obligé. Qui veut guérir ses moutons, qui veut agir sur la santé de ses malades, doit passer par le laboratoire.

Les trois traductions changent le monde. Elle le changent grâce au laboratoire qui peut agir sur le monde puisque le monde est en lui, mais de manière inattendue et original puisqu'il a pris ses distances avec lui. Que veut dire « changer le monde » ? Cela veut dire faire de la politique. Avant la Traduction, vous aviez un monde dans lequel des malades mouraient, des moutons dépérissaient, et dans ce monde là il n'y avait ni microbes, ni bacilles, ni gènes clairement identifiés et constitués en forces autonomes, avec lesquelles et sur lesquelles il aurait été possible d'agir. A la fin de l'histoire, une fois que le laboratoire est passé par là, le monde a changé. Toutes ces entités sont devenues visibles, intelligibles. Elles sont prises dans des dispositifs où elles agissent au grand jour, de manière contrôlable et prévisible. Vous avez des bacilles qui tuent des moutons, qui interviennent comme des acteurs à part entière et dont l'éleveur doit et peut tenir compte. Vous avez des gènes qui

sont responsables de l'amyotrophie spinale, dont il faut tenir compte et dont certains s'occupent. Que fait le laboratoire ? Il ajoute au monde dans lequel nous vivons et nous mourons des acteurs (il faut bien les appeler des acteurs même si ce sont des non humains, même si ce sont des bacilles, des gènes, des étoiles ou des neutrinos puisqu'ils agissent, la preuve étant que certains nous tuent parfois) et des entités qui ont été extraits de leurs réseaux d'intrications. Le laboratoire est à l'origine d'un colossal problème politique. Que faire de ces nouveaux venus, de ces sans papiers ? Comment les accueillir dans notre monde : les gènes étaient là, les bacilles et les électrons aussi, mais sous une autre forme, dans un autre état, de manière clandestine, avec des identités différentes. Oui ils agissaient, mais était-ce bien les mêmes ? Un gène qui n'a pas encore été localisé et identifié n'est pas le même gène que celui qui a été isolé dans un laboratoire ; le second va faire des choses, va pouvoir participer à des actions et à des projets qui étaient interdits au premier. C'est ce que nous disent les spécialistes de la propriété industrielle et ils ont raison.

Tous les jours des entités nouvelles produites dans les laboratoires entrent ainsi dans notre monde. La liste des êtres qui viennent partager notre univers s'allonge chaque jour. Pensez aux objets techniques qui sortent des centres de recherche (par exemple dans le domaine des technologies de l'information et de la communication) ! Il s'agit d'une véritable explosion démo-

graphique non pas d'êtres humains mais de non humains et il nous faut apprendre à vivre avec eux, avec les prions, les antennes – relais, les OGM, les déchets nucléaires, etc. Tous ces êtres sortent des centres de recherche et des laboratoires, privés ou publics. La recherche fondamentale est la recherche qui s'attaque au fondement de notre monde; elle est capable de faire proliférer des entités inouïes, inattendues dont on ne soupçonnait même pas l'existence et qui ébranlent le monde qui est le nôtre. C'est ainsi au cœur du travail scientifique, dans ce qu'il a de plus fondamental que se pose la question la plus politique qui soit: dans quel monde voulons-nous vivre? c'est-à-dire, avec qui voulons-

nous vivre et partager notre destin? de quelle façon voulons nous organiser ce monde commun, cette existence commune? Pour répondre à ces questions il faut prendre conscience du rôle central du laboratoire, mais également le replacer dans le mouvement général de la Traduction. Oui, décidément, Cassini avait raison de dire que la science devait s'enfermer et éviter les interférences. Mais ce qu'il avait oublié de dire, c'est que cet isolement productif n'était qu'un moment dans une dynamique qui en comporte trois. Sans la reconnaissance de la Traduction, la maîtrise des sciences et des techniques est impensable, car elle passe précisément par la maîtrise de la Traduction.

Michel CALLON`

Professeur à l'École des Mines de Paris

Science et société:
les trois traductions

R

éponse à une question

Ce qui fait la beauté de la recherche, c'est précisément les risques qu'elle prend en s'engageant dans la Traduction. Lors de la première traduction, rien ne garantit que le prélèvement qui a été fait sur le monde et sa simplification, soient réalistes. C'est un travail à soi tout seul, qui va être d'ailleurs discuté lors de traduction 2 à l'intérieur du collectif de recherche et les scientifiques ne se privent pas de dénoncer leurs insuffisances respectives, le fait que la réduction qu'ils font n'est pas la bonne, qu'il fallait introduire tout un tas d'autres variables, que la manipulation n'est pas convenable. Pour rendre objectif le savoir, c'est pour cela que j'ai insisté sur cette signification de l'objectivité, il faut résister à toutes les objections. Et on ne peut pas dire à l'avance, c'est pour cela que la recherche mérite son nom, ce qui va tenir ou ne pas tenir. La recherche est l'archétype de l'entreprise risquée.

L'anthropologie des sciences et des techniques a mis l'accent sur cette composante du risque. Elle s'intéresse à la science en train de se faire, c'est-à-dire à la recherche et non pas à la science déjà faite. L'historien peut évidemment reconstruire les incertitudes et les controverses auxquelles elles donnent lieu. Mais c'est toujours un peu plus difficile de le faire rétrospectivement que de le faire au moment où les incertitudes sont les plus fortes. Un des parti pris de l'anthropologie des sciences et des techniques, a été de s'intéresser à la science en train de se faire, à la recherche, aux situations de controverses, controverses à l'intérieur des collectifs de recherche, des disciplines, controverses entre les chercheurs et d'autres acteurs extérieurs. Ces situations d'incertitudes et de recherche deviennent de plus en plus répandues. Les risques qui étaient confinés dans la communauté scientifique débordent. C'est une des significations de l'expression : société du risque