



HAL
open science

L'ingénierie, ou les savoirs “ efficaces ”

Sébastien Travadel, Franck Guarnieri

► **To cite this version:**

Sébastien Travadel, Franck Guarnieri. L'ingénierie, ou les savoirs “ efficaces ”. La production du savoir : formes, légitimations, enjeux et rapport au monde, Sep 2019, Nice, France. halshs-02422694

HAL Id: halshs-02422694

<https://shs.hal.science/halshs-02422694>

Submitted on 22 Dec 2019

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

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

L'ingénierie, ou les savoirs « efficaces »

Sébastien Travadel et Franck Guarnieri, Centre de recherche sur les risques et les crises, MINES ParisTech.

La « pensée d'ingénierie » a colonisé notre quotidien. Ingénierie des procédés industriels, ingénierie du vivant, financière, sociale, juridique... arrêtons ici l'inventaire vertigineux des domaines à travers lesquels ce mode de pensée s'institue comme manière principale d'envisager l'action collective. Ni science, ni empirisme pur, elle revendique sa capacité irrésistible à soumettre à la raison un réel obstiné.

A l'échelle de l'histoire de la pensée, ce mouvement paraît celui de la jeunesse fougueuse, exploratrice. Tel le nouveau-né propulsé dans un monde chaotique, la pensée d'ingénierie remet en ordre ce qui s'impose à elle au départ comme un désordre. Elle accroît sa puissance d'agir, et devient sûre d'elle-même, par des prédictions toujours plus fiables et des représentations toujours plus précises des objets qu'elle manipule.

Pourtant, cet empire de la pensée d'ingénierie est désormais contesté, du moins dans sa forme actuelle largement dominée par le « solutionnisme technologique » (Morozov, 2014), ou la réponse en termes systématiquement techniques aux questions qui surgissent en société. Citons, à titre d'illustration, la démarche « low tech » (Bihouix, 2014), soit la recherche d'une technique soucieuse de ses conséquences sur les modes de vie.

Cette fracture peut être rapportée à un « événement considérable », que Paul Valéry formulait en ces termes :

« Toute la terre habitable a été de nos jours reconnue, relevée, partagée entre des nations. L'ère des terrains vagues, des territoires libres, des lieux qui ne sont à personne, donc l'ère de libre expansion est close. [...] *Le temps du monde fini commence.* [...] Une solidarité toute nouvelle, excessive et instantanée, entre les régions et les événements est la conséquence déjà très sensible de ce grand fait. [...] La reconnaissance totale du champ de la vie humaine étant accomplie, il arrive qu'à cette période de prospection succède une période de relation. Les parties d'un monde fini et connu se relient nécessairement entre elles de plus en plus » (Valéry, 2019, p. 21).

L'action ne peut plus être envisagée isolément, nous dit Valéry, sous peine de plonger son initiateur dans une profonde perplexité quant à ses effets, et aux effets de ces effets. L'ingénierie rencontre ici d'autres savoirs ancrés dans d'autres ontologies, concurrents voire contradictoires, et d'autres puissances qui tendent à la limiter.

Dans la suite, nous proposons de reformuler cette fracture en une opposition esthétique (4), en interrogeant la notion d'efficacité (3), invoquée en légitimation des savoirs de l'ingénierie. En préalable, nous définissons l'ingénierie (1) et caractérisons le mode de raisonnement qu'elle mobilise (2). Notre réflexion est en effet née d'une frustration : il n'existait aucune définition satisfaisante sur laquelle s'appuyer à l'heure de questionner les pratiques des ingénieurs face aux catastrophes industrielles, ou de refonder la formation d'une école telle que l'Ecole des Mines de Paris (créée en 1783). Cela nous a conduit à porter un regard introspectif sur nos pratiques, et à examiner les travaux d'histoire des sciences et des techniques, afin de proposer une définition de l'ingénierie en manière d'hypothèse à éprouver.

1. Définir l'ingénierie

Rapidement, il est apparu que nous savons bien peu de cette pensée conquérante. Elle a fait l'objet de peu d'études au plan épistémologique ou d'efforts réflexifs sur ses méthodes et ses principes. Tout au plus, la volonté de protéger les privilèges assortis au titre d'ingénieur a conduit à des définitions-célébrations vagues. L'ingénieur attesterait par exemple d'une aptitude à poser et à résoudre efficacement des problèmes pratiques compliqués¹. Mais au seuil de quelle complication l'ingénieur se distingue-t-il ? Qu'est-ce que « résoudre efficacement » un problème ?

Pour l'historien, le dénominateur commun de tous les acteurs qui se considèrent eux-mêmes et sont considérés par les autres comme des « ingénieurs » est l'idée d'un type spécifique de raison à l'œuvre dans leurs entreprises (Picon, 2004). L'ingénieur entend démontrer la soumission de l'action à une notion d'efficacité.

¹ Cf. la définition proposée par la Commission des Titres d'Ingénieur (<https://www.cti-commission.fr/fonds-documentaire/document/15/chapitre/1080>, consulté le 4 janvier 2018).

Dans la suite, nous qualifions « d'ingénierie » l'art de représenter le réel sous certains rapports pour rendre l'efficacité des actions vérifiable a priori².

Vérifier une chose, c'est la soumettre à un examen portant sur sa conformité à ce que doit être son bon fonctionnement. L'ingénierie s'appuie donc sur un procédé de mise à l'épreuve des objets à concevoir, ancré dans une matérialité, notamment sous la forme de diagrammes, de modèles réduits ou, plus récemment, de simulations numériques. A cet égard, on ne peut surestimer l'importance du dessin en tant que « langage » de l'ingénierie, depuis l'émergence de cette pensée à la Renaissance sous l'impulsion d'esprits autant artistes que techniciens.

L'ingénierie, par ailleurs, devance souvent les connaissances scientifiques. « L'antériorité logique de la connaissance de la physique sur la construction des machines », dit Georges Canguilhem, « ne doit pas faire oublier l'antériorité chronologique [...] de la construction de machines sur la connaissance physique » (Canguilhem, 2009, p. 155). L'ingénierie ne relève néanmoins pas du hasard. Elle s'appuie sur des règles et des savoir-faire, plus ou moins institutionnalisés dans des corpus d'états de l'art. Ces savoirs ne sont pas valides ou invalides de manière absolue ; ils tirent leur validité de ce qu'ils permettent ou non, selon les circonstances du cas, de formuler une demande en « problème » puis d'y apporter une solution (Koen, 1985). L'ingénierie est donc un « art », soit un ensemble de procédés tendus vers un résultat et garantissant une forme de sûreté d'exécution.

Enfin, soulignons-le, le domaine de prédilection de l'ingénierie est celui d'une action envisagée mais dont l'efficacité est difficile à anticiper. L'ingénieur s'intéresse à ce qui devrait être, et dont la performance n'est vérifiable *ex-ante* qu'au prix d'un effort de représentation du réel dans un système de signes particulier. Par comparaison, l'apparition de la technique dite « Levallois » de débitage d'une pointe au paléolithique inférieur, si elle constituait une évolution significative dans la confection d'outils, ne relevait pas d'une ingénierie, en dépit de son ingéniosité. Rien n'indique que nos ancêtres aient formulé leurs actes à l'intérieur d'un système sémiotique spécifique pour juger à l'avance de leur efficacité ou de pouvoir en débattre. Il s'agissait plus

² Si les écoles d'ingénieurs ont le privilège de sélectionner pour les former certains individus jugés les plus aptes à l'exercice de cette pensée, le terme « ingénieur » désigne plus largement, selon nous, toute personne qui agit selon une démarche « d'ingénierie ».

certainement d'un savoir empirique transmis par mimétisme. Nous sommes dans le champ du technicien, dont l'activité consiste principalement à agir avec une efficacité déterminée, à partir d'un ensemble relativement stable de méthodes et d'outils, même si rien n'interdit des évolutions par essai-erreur, ou des trouvailles.

2. L'ingénierie, pensée iconique

Le raisonnement au cœur de l'ingénierie est l'analogie. Afin de le présenter sous forme analytique, soit l'exemple suivant d'assertion, volontairement simple : *des équipements en forme d'aile d'oiseau, fixés aux mains et mus par le muscle pectoral, permettent de voler efficacement*. Cet exemple est inspiré de l'étude du vol par Léonard de Vinci (Carnet de Léonard de Vinci, CA 45 r. a, Maccurdy, 1942, p. 43). L'assertion résulte d'un raisonnement par analogie, qui peut se décomposer comme suit³ :

(i) Des d'animaux observés dans la nature présentent des caractéristiques communes P , P' , P'' , etc. (i.e. certaines de leurs parties anatomiques sont de grande envergure et recouvertes de plumes ; elles peuvent être mues de bas en haut par un muscle pectoral ; etc.). Il est supposé que ces propriétés sont caractéristiques d'une classe d'animaux, O , mal définie (les « oiseaux », sans égard pour des distinctions entre albatros et autruche par exemple).

(ii) L'observation montre également que des échantillons S' , S'' , etc., pris aléatoirement dans la classe O , appartiennent à la classe V des animaux qui ont la capacité de voler. On *induit*, à partir de ces échantillons, que tous les animaux de la classe O volent.

(iii) On construit un équipement T , destiné à un usage par les humains et qui présente les propriétés P , P' , P'' . On forme alors *l'hypothèse* que l'humain équipé de T possède *toutes* les caractéristiques de la classe O (l'humain ainsi équipé est en quelque sorte assimilé à un membre de la classe O).

(iv) On en *déduit* que l'humain équipé de T appartient également à la classe V et volera.

³ L'exposé est inspiré des travaux de Peirce (1931), CP 2.733 et suivants.

L'étape (ii) s'accompagne de l'énonciation d'un principe de productivité. Pour Léonard, « l'oiseau est un instrument qui fonctionne selon des lois mathématiques [Ndlr : géométriques] » (Galluzzi, *op. cit.*, p. 69). Il suffit d'observer les proportions de son corps et de ses ailes, ou ses mouvements, pour comprendre la manière dont il produit le vol. Ce principe de productivité assure le lien entre des caractéristiques (mises en évidence à l'étape (i)) et un objectif de performance (voler). Il fonctionne comme une « boîte noire », en ce sens qu'il n'a pas à être élucidé pour autant qu'il permette de relier de manière « cohérente »⁴ les caractéristiques et le résultat observés. En particulier, le principe de productivité n'est pas nécessairement associé à une connaissance scientifique des phénomènes physiques (ce qui n'interdit pas que les ingénieurs aient cherché à expliquer leurs principes de productivité par des théories de la matière, des fluides, etc.).

L'étape (iii) du raisonnement analogique repose quant à elle sur la force de l'icône – au sens de signe qui ressemble à son objet (portrait, diagramme). L'ingénierie tire parti du fait que, au prisme d'un imaginaire social dans lequel elle baigne, le monde se présente directement sous la forme de signes. L'aile et la nageoire sont des membres dont la proéminence et la matière constituent directement des indices respectifs des techniques efficaces du vol et de la nage. Et parce que les deux évoluent dans un fluide, des traductions sont envisagées par l'ingénieur de l'un à l'autre milieu : « écris sur la nage sous l'eau et tu auras le vol des oiseaux dans l'air », professait ainsi Léonard (Galluzzi, 1995, p. 69). D'ailleurs, si Sir Cayley a perçu le rôle de la cambrure de l'aile en observant les oiseaux, il s'est inspiré des poissons pour préconiser l'utilisation d'un gouvernail, ce qui restera une obsession pour beaucoup d'inventeurs.

Au final, l'ingénieur déduit l'efficacité de l'action envisagée (étape (iv)) selon le poids respectif de deux facteurs. D'une part, les connaissances disponibles pour évaluer des circonstances déterminantes pour l'application du principe de productivité énoncé ; d'autre part, l'intensité dans un imaginaire social du lien de ressemblance entre l'objet-référent (un représentant de la classe **O**) et celui à concevoir (**T**). Lorsque les pionniers de l'aviation se sont lancés dans les airs, ils ignoraient bien des circonstances du vol, et certains furent victimes de leur témérité. C'est alors la force du lien iconique et un

⁴ Voir section 3 *infra* sur ce qui assure cette cohérence.

principe de productivité en lequel ils ont cru qui les a guidés. Aujourd'hui, c'est la puissance de simulation qui fait foi. L'analogie ne porte plus nécessairement sur les oiseaux, mais aussi sur d'autres avions déjà conçus, la réalisation de ces premières machines permettant d'alimenter en données des simulations destinées à la vérification.

3. De l'efficacité

A ce stade, l'ingénierie paraît une activité bien peu fiable. Elle mobilise des savoirs plus ou moins arbitraires, réduit le réel à un ensemble de dessins, procède par analogies... Pourtant, les ingénieurs répondront aisément : l'ingénierie, « ça marche ! » ; un savoir n'est valable que pour autant qu'il permet de produire un résultat efficace.

La performance de l'ingénierie doit néanmoins être relativisée. Si les voyages spatiaux ne relèvent plus de la fiction, l'espace sous-marin, lui, nous est encore très largement inconnu. Si l'Intelligence Artificielle nourrit des fantasmes de prise de contrôle prochaine de nos vies par les non-humains, les propriétés des algorithmes mis en œuvre sont fort éloignées de la cognition humaine. Et les accidents industriels ou les débats vifs sur l'impact des systèmes productifs sur l'environnement invitent à humilité.

Au fond, l'efficacité s'inscrit dans un imaginaire social. Elle peut se définir comme l'évaluation des propriétés fonctionnelles d'un objet (solidité, consommation de ressources particulières) déduite de son adéquation à un principe d'ordre naturel. Cette évaluation est médiée par l'énonciation d'un principe de productivité (celui de l'étape (ii) du raisonnement analogique, voir supra), élaboré en référence à un principe réputé gouverner les phénomènes naturels.

A titre d'illustration, Otto Lilienthal mit au point à partir de 1891 la technique du vol plané après avoir été inspiré par les observations d'un naturaliste sur le vol des grands oiseaux de mer. Il entendait remettre en cause la vision léonardienne du vol, fondée sur des calculs de proportions impliquant la surface de l'aile et l'effort à fournir pour soulever un poids par des battements. Pour cela, Lilienthal interpréta la performance des ailes courbes en comparaison de celles « plates » à partir d'un principe de productivité qui peut s'énoncer comme suit : la modification par l'aile de la trajectoire de l'onde, lorsqu'elle est progressive et douce, génère une portance sans provoquer trop

de résistance⁵. Ce principe de productivité s'inscrivait dans un imaginaire social plus vaste, selon lequel la nature s'organise de manière dynamique, en un mouvement continu que rien ne doit entraver. Lilienthal s'en remettait à une harmonie qu'il croyait déceler entre la forme des ailes et l'idée d'une fluidité des mouvements de la nature.

Cet exemple montre le lien entre l'évaluation de l'efficacité et un sentiment esthétique. Nous entendons ici par « sentiment esthétique » ce sentiment qui naît lorsqu'une multitude de parties qui composent un objet sont reliées entre elles de sorte qu'elles transmettent une qualité immédiate, positive et simple à leur totalité (Peirce, 1934, CP 5.132). La multitude des parties d'un produit d'ingénierie renvoie, par son ordonnancement conformément à un principe de productivité, à une totalité qui la dépasse. Le jeu entre les contraintes du réel et la détermination des formes par la raison plonge l'observateur dans un état de contemplation esthétique et nourrit une impression d'efficacité.

Ce lien est clairement exprimé par Gustave Eiffel, à propos de son « colosse d'acier » tant décrié par les artistes de son époque :

« Est-ce que les véritables conditions de la force ne sont pas toujours conformes aux conditions secrètes de l'harmonie ? Le premier principe de l'esthétique architecturale est que les lignes essentielles d'un monument soient déterminées par la parfaite appropriation à sa destination. De quelle condition ai-je eu, avant tout, à tenir compte dans ma tour ? De la résistance au vent. Eh bien ! Je prétends que les courbes des quatre arrêtes du monument telles que le calcul les a fournies, qui, partant, d'un énorme et inusité empattement à la base, vont en s'effilant jusqu'au sommet, donneront une grande impression de force et de beauté » (Eiffel, 1996, p. 69).

Avec « sa » tour, Eiffel entend effacer l'échec du pont de Tardes, balayé par des vents exceptionnels⁶. A l'appui de cette revendication de puissance, l'ingénieur avance la force du trait, les lignes pures de la géométrie descriptive guidées par le calcul. Nous touchons ici à l'essence de la pensée d'ingénierie. Celle-ci prit son essor avec la représentation des possibilités techniques sous des formes visuelles très suggestives. A

⁵ Cf. *Le vol des oiseaux considéré comme la base de l'art du vol*. Ce principe était contraire aux théories scientifiques en vigueur, basées sur un calcul erroné d'Isaac Newton de la résistance d'un fluide au mouvement d'un solide (cf. ses *Principia*, 1687).

⁶ Le pont de Tardes s'est effondré lors de sa construction durant une tempête l'année précédant le lancement du projet de la tour. Eiffel ne sera pas tenu responsable de cet échec, compte tenu des circonstances de « force majeure ».

cet égard, mieux que ses contemporains et ses prédécesseurs, Léonard de Vinci sut donner une évidence graphique aux réalisations techniques les plus utopiques. Avec Léonard, « l'expressivité et le dynamisme du dessin emportent la conviction, donnant l'illusion que des mécanismes souvent problématiques fonctionneront à coup sûr » (Galluzzi, 1995, p. 58).

4. Des esthétiques concurrentes

L'esthétique prédominante de l'ingénierie d'aujourd'hui trouve ses racines, selon nous, dans la philosophie de Gottfried W. Leibniz. Le monde de Leibniz est plein, divisible à l'infini et organisé par la communication et l'harmonie entre ses constituants. Leibniz ne dissociait pas la théorie de la pratique, la théorie « aboutie » pouvant se matérialiser dans un calcul quasi-algorithmique et, ultimement, dans une machine qui « donne à voir » sa validité.

Toutefois, estimait le philosophe de Leipzig, le réel nous est inaccessible ; tout au plus pouvons-nous progressivement le recouvrir en tissant des analogies entre les réseaux de savoirs des diverses disciplines. Son épistémologie avait vocation à s'étendre infiniment, sans jamais se réaliser pleinement.

C'était sans compter les développements stupéfiants des machines. Le train, avec son autonomie et sa puissance au service de la conquête de l'espace et du temps, incarne une ingénierie qui soumet implacablement la réalité. L'accomplissement devient épuisement. La doctrine leibnizienne du « meilleur des mondes » parmi les mondes possibles s'est mutée en une recherche systématique du « maximum possible » parmi tous les possibles.

La réduction du réel à de la donnée a en outre permis de s'affranchir du naturel. Désormais, les machines traitent dans un langage commun de l'information dématérialisée plutôt que de la matière informée. L'action se fait procédurale et le droit, lieu ancien d'exercice des procédures, rencontre une ingénierie libérée des contraintes matérielles (Serres, 2012). Leibniz, déjà, avait relié ces deux mondes : l'éminent penseur était juriste avant d'être mathématicien. A l'instar des algorithmes, les pratiques doivent être dénouées de toute ambiguïté. L'esthétique est dominée par l'utopie d'agilité et de connexion totale à un réseau, la continuité et l'homogénéité du flux d'expérience qui se substituent au découpage séquentiel des situations de vie. Conformément à la

philosophie « objectiviste » d'Ayn Rand (1964), la société est vue comme un vaste système de transferts volontaires et libres, dont chaque partie apprécie le bénéfice par son jugement indépendant que rien n'entrave. Chacun devient la mesure de son efficacité et son sens de contrôle sur la réalité reflète sa conviction d'une efficacité fondamentale (Branden, 1964, p. 41).

Une telle esthétique s'oppose radicalement à la « pensée sympathique », mise en avant par Ernst Cassirer (Cassirer, 1975) et illustrée par le mode d'existence des kasuas de Nouvelle-Guinée. Pour les kasuas, le rêve fait partie de la réalité : il révèle l'autre-monde caché au regard conscient. Animé par l'envie de se connecter à une totalité qui dépasse le monde physique, le kasua laisse volontiers vagabonder son esprit au gré d'associations de sensations, scrutant l'horizon, attentif à chaque son, jusqu'à éprouver un sentiment profond d'appartenance, moteur d'une jouissance esthétique apaisante dans l'un des environnements les plus hostiles sur la planète. A travers ces moments de flottements maîtrisés de la conscience, les papous se laissent envahir par des sentiments qui actualisent les liens de l'individu aux êtres qui peuplent leur cosmologie (Brunois, 2007, p. 279). Pour Cassirer, cette forme d'imaginaire traduit « *la profonde conviction qu'il existe une solidarité de la vie fondamentale et indestructible, surmontant la multiplicité et la diversité de ses formes singulières* » (Cassirer, 1975, p. 123).

Les cultures qui ancrent leurs connaissances explicitement dans un rapport intime et affectif aux objets, conçoivent l'action dans un monde dramatique, façonné par les forces en conflit. Hors de question, dans un tel univers, de bouleverser les équilibres fragiles. La pensée « mythique » utilise opportunément les causes efficaces empiriquement observables ; mais une technique est « efficace » pour autant qu'elle permette à la communauté d'assouvir un besoin élémentaire sans la menacer de destruction. Ce n'est pas tant le résultat physique qui est vérifiable à travers l'emploi d'une technique donnée, que le respect des puissances en présence.

Les principes d'ordre de l'ingénierie moderne sont épurés de toute l'imperfection des existants, et constituent des références inatteignables depuis lesquels la pratique paraît chaque fois imparfaite. En conséquence de quoi, là où la pensée mythique exige de la technique qu'elle réaffirme le substrat qui relie tous les existants et qui s'impose à elle, les produits de l'ingénierie – machines, ponts, mais aussi procédures, tableaux

d'indicateurs, etc. – doivent toujours plus soumettre et réarranger les choses, au nom de l'utopie d'un imaginaire d'efficacité.

Conclusion

L'arrimage des savoirs de l'ingénierie à un sentiment esthétique, suggère une voie pour infléchir l'emprise de cette méthode implacable sur notre quotidien et dépasser la crise existentielle qu'elle traverse. Friedrich von Schiller (1943), dont Peirce s'est inspiré, voyait en effet dans le sentiment esthétique d'un peuple son plus puissant guide, l'enjeu principal de toute action politique.

Ce qui se joue dans l'opposition que connaît l'ingénierie moderne, est la valeur attribuée à l'humain eu égard aux forces considérables qui nous entourent et qu'il paraît prétentieux de vouloir domestiquer pleinement. La puissance, la précision, la vitesse, la prédiction – ces marqueurs de « l'efficacité » de l'ingénierie contemporaine – peuvent croître infiniment ; la valeur de l'individu qu'une société se donne constitue, en dernière analyse, le support des valeurs et l'étalon de toutes les créations de l'ingénierie.

Références

- Bihoux Philippe, 2014. L'âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable, Paris : Le Seuil (Anthropocène), 336 p.
- Branden Nathaniel, 1964. « Mental Health versus Mysticism and Self-Sacrifice (1963) », dans *The Virtue of Selfishness*, New York NY : Signet, p. 40- 48.
- Brunois Florence, 2007. Le jardin du casoar, la forêt des Kasua, Paris : CNRS Editions. Editions de la maison des sciences de l'Homme.
- Canguilhem Georges, 2009. La connaissance de la vie, Edition de poche. Première édition : 1965, Paris : Vrin (Bibliothèque des textes philosophiques), 253 p.
- Cassirer Ernst, 1975. Essai sur l'homme, traduit par massa N. (édition originale : *An Essay on Man*, Yale University Press, 1944), Paris : Les Editions de Minuit (Le sens commun), 336 p.
- Eiffel Gustave, 1996. L'architecture métallique, Larnaudie-Eiffel X. (éditeur), Paris : Maisonneuve et Larose, 124 p.
- Galluzzi Paolo, 1995. Les ingénieurs de la Renaissance de Brunelleschi à Léonard de Vinci, Traduction française, Paris : Cité des Sciences et de l'Industrie, 250 p.
- Koen Billy Vaughn, 1985. Definition of the engineering method, Washington, DC : American Society for Engineering Education, 79 p.
- Maccurdy (éd.), 1942. Les carnets de Léonard de Vinci, traduit par Servicen L., Paris : Galimard (Tel), 665 p.

- Morozov Evgeny, 2014. Pour tout résoudre, Cliquez Ici, traduit par Braud M.-C., Limoges : FYP Editions, 352 p.
- Peirce Charles Sanders, 1931. Collected Papers, Volume I. Principles of Philosophy & II. Elements of logic, Hartshorne C., Weiss P. (Eds), Cambridge, MA : The Belknap Press of Harvard University Press, 962 p.
- Peirce Charles Sanders, 1934. Collected Papers, Volume V and VI, Hartshorne C., Weiss P. (Eds), 4th Printing (1974), Cambridge, MA : Belknap Press of Harvard University Press, 950 p.
- Picon Antoine, 2004. « Engineers and engineering history: problems and perspectives », History and Technology, Vol. 20, 4, p. 421- 436.
- Rand Ayn, 1964. The Virtue of Selfishness, New York NY : Signet, 173 p.
- Schiller Friedrich von, 1943. Lettres sur l'éducation esthétique de l'homme, traduit par Leroux R. (publication originale : Briefe Über Die Aesthetische Erziehung Des Menschen, revue Les Heures, 1795-1796), Paris : Aubier, 373 p.
- Serres Michel, 2012. Petite poucette, Paris : Le Pommier (Manifestes), 84 p.
- Valéry Paul, 2019. Regards sur le monde actuel, Réédition. Première édition : 1945, Paris : Galimard (Folio essais), 305 p.