



HAL
open science

Le dessin comme objet intermédiaire de l'entreprise

Olivier Lavoisy, Dominique Vinck

► **To cite this version:**

Olivier Lavoisy, Dominique Vinck. Le dessin comme objet intermédiaire de l'entreprise. Delchambre, Pierre. Communications organisationnelles. Objets, pratiques et dispositifs, Presses Universitaires de Rennes, pp.47-63, 2000. hal-00261643

HAL Id: hal-00261643

<https://hal.science/hal-00261643>

Submitted on 29 Mar 2008

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.

Slightly revised for : P.Delchambre, *Communications organisationnelles. Objets, pratiques et dispositifs*, Presses Universitaires de Rennes, 2000, pp. 47-63

Le dessin comme objet intermédiaire de l'industrie

*Olivier Lavoisy, Dominique Vinck**

Si nous demandons aux utilisateurs actuels ce qu'est le dessin industriel, ils répondent qu'il se caractérise par trois dimensions : la géométrie, le code et la technologie. Ils considèrent également que le dessin permet la communication entre les personnes qui conçoivent un produit (le Bureau d'Etudes) et celles qui le réalisent (la Fabrication) : le dessin est décrit comme un ordre de fabrication.

Mais pour en arriver à de tels discours, il s'est produit bon nombre de sédimentations, accumulations, cristallisations de pratiques, de discours, etc. que nous souhaitons éclaircir. Ainsi, aux côtés d'observations dans le monde industriel d'aujourd'hui, nous remontons dans le passé pour nous rendre compte des liens innombrables qui tissent cet objet qu'est le dessin : aujourd'hui comme hier, le patriotisme, le rôle de l'état, l'invention de nouveaux langages (géométrie descriptive à la fin du XVIIIe siècle, CAO de nos jours), etc.

L'étude socio-technique et historique que nous menons, en regard des questions que se posent aujourd'hui les ingénieurs, permet en outre d'interroger les quelques notions suivantes : l'industrialisation est-elle intimement liée à la pratique du dessin industriel ? Est-ce alors la séparation entre la conception et la fabrication qui est le terreau du dessin ? Quels sont les liens entre l'espace construit et le discours inscrit sur une feuille ?

Plus généralement : quel statut accordons-nous à cet objet ? Un acteur de la conception et de la réalisation d'un produit ? Un médiateur entre les

* Centre de Recherche en Innovation Socio-Technique et Organisations industrielles (CRISTO), Université Pierre Mendès-France / CNRS ESA 5061, BP 47, F- 38040 GRENOBLE Cedex 9, France. E-mail : {Prénom.Nom}@upmf-grenoble.fr.

acteurs humains ? Un médiateur, également, entre nous-mêmes chercheurs et la réalité industrielle, qu'elle soit d'aujourd'hui ou d'hier ?

1. De quelques enjeux du dessin industriel

Notre étude porte sur le *dessin industriel*. Il se distingue du *dessin artistique* car ce dernier est réalisé en partie pour lui-même alors que le premier est, avant tout, un *langage utilisé dans* un contexte de production industrielle. Les dessinateurs en entreprise le décrivent d'ailleurs comme *un ordre* de fabrication. Il apparaît dans des situations où la conception d'un objet et sa fabrication sont dissociées. Il est alors *un vecteur de la communication* entre ces deux fonctions productives. La séparation entre la conception et la fabrication est, par ailleurs, une marque distinctive de l'industrialisation, dont l'origine selon les secteurs remonte le plus souvent aux XVIIIe et XIXe siècles, par opposition à la production artisanale. Le dessin industriel se définit donc largement comme objet et comme vecteur de communication, dans un contexte spécifique, à savoir : l'industrie mécanique de ces deux derniers siècles.

Dans ce contexte, caractérisé par une division accrue du travail et par une spécialisation des fonctions dans l'organisation industrielle (bureau d'études, bureau des méthodes, etc.), le dessin ne se réduit pas à l'ordre de la technique. Il est aussi un enjeu de l'organisation et du pouvoir au sein des entreprises, entre entreprises (relations entre donneurs d'ordre et sous-traitants) et dans les systèmes productifs nationaux. Dès ses origines, il est ainsi une dimension politique, comme le montre l'histoire du CNAM¹. Comme le souligne une étude que nous avons menée récemment, il peut être aussi instrument de la construction d'une identité d'entreprise, elle même co-construite avec son organisation². Le dessin industriel est alors à rapprocher des Lumières : il est supposé contribuer au progrès de la rationalité technique par l'éducation des techniciens et des ingénieurs. Il est ainsi un enjeu politique et industriel, lié à l'organisation, à la gestion, à la construction identitaire et aux relations de pouvoirs entre les acteurs.

Par dessin, en fait, nous entendons *graphisme*, dénomination adoptée par Yves Deforge, pionnier français de l'étude historique du dessin industriel³. Il ne s'agit pas seulement d'étudier le dessin technique stricto sensu, c'est-à-dire la

¹ CNAM : Conservatoire National des Arts et Métiers. Voir Day, 1991.

² Voir Lavoisy, 1997.

³ Voir Deforge, 1981. Pour une étude plus ancienne, voir Booker, 1963.

représentation en deux dimensions de différentes vues et coupes d'une pièce, sur papier dessin ou sur calque. Bien plus, il convient d'inclure à la fois les représentations graphiques affichées sur les écrans des ordinateurs par les outils de la CAO⁴ et les différents brouillons qui portent trace des gestes, corrections, reprises du dessinateur avant l'obtention de la feuille finale, comme en conserve encore le musée des techniques du CNAM⁵. Précisons toutefois que notre usage du terme *graphisme* ne correspond pas à la notion de *graphisme industriel*. Cette dernière évoque au lecteur le *design* au sens français du terme, c'est-à-dire l'art de l'apparence des objets, leur conception de surface, à la fois esthétique et signifiante pour l'utilisateur. Le graphisme dont nous traitons est bien composé de toutes les traces produites par les techniciens et ingénieurs, chargés de la conception fonctionnelle et structurelle des produits, pour s'aider dans leur travail de conception et pour en communiquer les résultats et guider la fabrication. Les particularités de ces graphismes sont au cœur de la transformation de ces métiers, de leurs méthodes et de leurs identités.

A. ACTUALITE DE LA QUESTION DE LA COORDINATION INDUSTRIELLE

Pourquoi parler du dessin industriel en tant qu'objet de communication ?
Quel est le problème industriel aujourd'hui ?

Les notions de coût, de qualité et de délai sont de plus en plus véhiculées par les cours en école d'ingénieur, la publicité, les articles dans la presse économique, les manuels internes des entreprises et bien d'autres lieux. Elles correspondent à de nouvelles exigences pour l'entreprise. Pour y répondre, les acteurs industriels développent de nouvelles méthodes. Ils transforment leurs organisations et leurs outils avec objectif affiché de mieux travailler, plus vite et à moindre prix. En outre, l'accélération du progrès technique (liée notamment aux nouvelles technologies de l'information et de la communication) serait le signe d'une nouvelle révolution importante. Non seulement les instruments changent mais, avec eux, la nature du travail industriel voire la société toute entière. Nous entrerions dans une société et dans une économie de la connaissance alors que la variété et le renouvellement rapide des produits remplaceraient l'ancienne production de masse. S'agit-il effectivement d'un nouveau paradigme industriel ? S'il en est ainsi, qu'advient-il des outils de conception et de communication, tels que le dessin industriel, associés à la production de masse en vigueur depuis un à deux siècles dans l'industrie mécanique ?

⁴ CAO : Conception Assistée par Ordinateur.

⁵ Voir Mercier, 1991, p.21.

Ainsi, l'activité industrielle suppose le travail et la coordination de nombreuses personnes dans un cadre de registres de références⁶, de règles et de consignes plus ou moins partagés. La question se pose alors de savoir comment se constitue ce cadre commun et la définition des objectifs ? A quels objets sont-ils liés ? Dans quelles tensions nouvelles sont-ils pris aujourd'hui et quelles mutations connaissent-ils alors ? A supposer que le dessin industriel est un des supports de l'action collective, il convient alors d'examiner quand et comment il a émergé, pourquoi, par qui, pour quel résultat, comment il a été plié et façonné par les événements de l'histoire industrielle et comment il a lui aussi déterminé pour une part l'évolution, les ruptures, les avancées de celle-là.

B. LES OUTILS DU DESSIN INDUSTRIEL

Jusqu'à ces dernières décennies, les dessins étaient portés par une feuille de papier ou un calque : soit des vues en deux dimensions dites géométrales, soit des vues en trois dimensions dites perspectives. L'avènement de la CAO permet, de plus en plus rapidement, de déplacer l'objet représenté, d'opérer des zooms, des coupes, d'effectuer des simulations de mouvement, de superposer à volonté plusieurs types de représentation (des rendus dits réalistes, des cotes sur des segments, des courbes, éléments dits filaires), etc. Les instruments changent mais qu'advient-il du dessin industriel ? Va-t-on assister à une simple substitution de la CAO à l'ancienne planche à dessin pour la production de dessins identiques, sans effets sur les modalités de la coordination industrielle ? Va-t-on, au contraire, découvrir de nouveaux types de représentation graphique entraînant avec eux la transformation des organisations ?

Il semble, en fait, péremptoire d'affirmer que le graphisme à l'aide de l'ordinateur est plus riche et qu'il va s'imposer de lui-même. Une telle conclusion est, pour l'heure, non justifiée. Les spécialistes de la conception mécanique sont en désaccord entre-eux quant à la disparition éventuelle de la planche à dessin au profit de l'ordinateur. Une image CAO n'est pas seulement un dessin porté à l'écran. Elle contient à la fois plus et moins que le dessin sur papier. Ainsi, les plans sur papier véhiculent des données que les modèles en 3D sur écran ne portent pas (pas encore ?) : des informations d'ordre technologiques (point de départ d'usinage, point de contrôle, etc.⁷) et des annotations manuscrites notamment. Il est souvent au centre, au sens propre du terme, des discussions entre plusieurs personnes qui le touchent et l'annotent. Les modèles en 3D sur écran, par contre, permettent souvent de mieux se

⁶ Voir Blanco *et al.*, 1997.

⁷ Voir Laureillard *et al.*, 1997.

représenter les volumes et les enveloppes. Cependant, ils ne permettent pas de tout voir ; les acteurs en reviennent alors au traditionnel dessin. En fait, les différents graphismes se trouvent pris dans des logiques d'action variés. Savoir si le dessin sur feuille offre ou non des possibilités que la CAO ne fournit pas (pas encore ?), si la CAO va ou non tuer le dessin sur feuille, ou lui fournir de nouvelles situations d'usage sont autant des questions qu'il faut instruire.

2. Observation de situations contemporaines

Pour saisir et rendre compte du dessin industriel en tant qu'objet intermédiaire en entreprise, nous nous intéressons tout d'abord à quelques situations contemporaines. L'activité de conception y occupe une place de plus en plus centrale vis-à-vis de la production et de l'évolution technologique. Elle n'a toutefois guère été étudiée en tant que pratique. Il s'agit donc, pour nous, de le faire en articulant les points de vue des sciences sociales et des sciences pour l'ingénieur.

Nos recherches se fondent ainsi sur l'observation du monde industriel actuel que nous articulons avec un travail d'analyse historique sur archives. De l'immersion dans différentes entreprises, nous mobiliserons dans ce texte les résultats d'une observation participante (entreprise A) et d'une pré-enquête (entreprise B). Le traitement des archives sera abordé dans une partie ultérieure.

A. UNE ENTREPRISE DE CONSTRUCTION D'APPAREILS ELECTROMECHANIQUES

La question qui nous a menés sur ce terrain était de savoir dans quelle mesure un changement de représentation graphique modifie la pratique de la conception. Nous nous sommes arrêtés, en particulier, sur le cas de la cotation sur le dessin. Durant six mois, nous avons observés les acteurs concernés tout en nous impliquant dans leur travail ; nous faisons partie de la population à étudier⁸. Cette étude suppose de prendre le recul par rapport aux acteurs⁹ et que cette prise de recul est possible¹⁰. Ainsi, nous avons participé à

⁸ Voir Lavoisy, 1997.

⁹ Un interdit assez libéral, en somme : "*Fais ce que tu veux, mais que leur langage* [celui des personnes que tu étudies] *ne soit pas ton métalangage*". Voir Latour, 1979-88, p.25.

¹⁰ Un credo provocateur : "*« Pour parler des [techniques], il faut être spécialiste »*», dit-on afin de bloquer par avance toute enquête directe sur le terrain. [...] Notre enquête a pour but d'ouvrir une voie différente : *s'approcher des [techniques], contourner le discours des [techniciens], devenir familier de la production des faits, puis s'en retourner chez soi et rendre compte de ce que font les [concepteurs et mécaniciens] dans un métalangage qui ne doit rien au langage qu'il s'agit*

l'élaboration d'un nouvel outil de cotation associé aux pratiques de dessin industriel et de conception.

L'outil de cotation s'inscrit dans une dynamique de changement des méthodes de conception. Ainsi, pour nos interlocuteurs, la mise en oeuvre d'un outil informatique de cotation du dessin devait être le moyen privilégié pour permettre aux concepteurs d'utiliser une nouvelle méthode, dite de la conception fonctionnelle. Raisonner de manière fonctionnelle consiste à s'attacher d'abord à des objectifs (le produit doit pouvoir faire ceci ou cela) avant de rechercher les moyens, les solutions (telle ou telle technologie, tel ou tel type d'assemblage). En tant qu'observateur, suivre l'élaboration de ce nouvel outil permet alors d'identifier quelques-uns des liens qui associent le dessin industriel à toute une série d'autres éléments. L'outil se trouve effectivement à la croisée des instruments (un logiciel informatique), des méthodologies de conception (enseignées, répertoriées dans des manuels, etc.) et des pratiques (interrelations entre le dessin sur une feuille de papier et une image sur ordinateur, etc.). Les transformations et ajustements qui l'accompagnent nous renseignent sur l'objet "dessin". Le changement de méthode de conception est bien traduit, notamment, par un changement des méthodes graphiques.

a1. La question du dimensionnement

De quel ordre est le changement dans lequel s'inscrit cet outil informatique ? D'après nos interlocuteurs, il concerne un aspect particulier de la conception, à savoir : la dimension, la taille d'un objet et leurs modes de représentation graphique.

L'outil est intitulé "Outil informatique de calcul de chaîne de cotes". Coter signifie, en fait, plusieurs choses : exprimer à l'aide de nombres les interactions entre des pièces (distance entre elles, par exemple) ; donner un écart acceptable lors de la fabrication pour respecter la dimension indiquée sur le plan (on appelle cela le tolérancement) ; définir des éléments de référence comme une face, une arête, etc. Ainsi, une cote ne se réduit pas à une dimension, mais s'inscrit bien dans un ensemble de relations que le concepteur doit préciser, notamment entre différentes dimensions mais aussi avec les contraintes de la fabrication et les exigences du client. La cote peut, par exemple, être insérée dans une chaîne qui est un ensemble de cotes interdépendantes : attribuer telle ou telle taille à une partie d'un assemblage influe sur certaines autres. L'outil

d'analyser." Voir Latour, 1979-86, pp.23-24. C'est nous qui remplaçons 'sciences' et 'scientifiques' par 'techniques' et 'techniciens', ou 'concepteurs et mécaniciens'.

informatique établit alors un pont entre le calcul des dimensions et la représentation graphique.

La question de la cotation, en particulier le dimensionnement, semble centrale pour le dessin industriel. Beaucoup d'auteurs s'étant penchés sur son histoire soulignent qu'elle signe sa naissance de cette modalité particulière du dessin : la dimension est supposée permettre la (re)production, en différé, de la pièce dessinée. En outre, du point de vue des spécialistes de la conception, le dimensionnement serait ce qui différencie le dessin industriel du dessin artistique, et non pas la question de l'esthétique : une carrosserie de voiture, par exemple, est définie par un dessin technique dans la mesure où celui-ci est coté, dimensionné dit-on aussi dans les bureaux d'études, que le graphisme soit ou non réaliste. La cotation est donc un élément clef du dessin industriel ; la question se pose alors de savoir si un changement de méthode de cotation affecte la nature du dessin et si, inversement, la constitution sociophysique du dessin contraint le changement de méthode.

Dans le contexte du passage vers les nouvelles méthodes de conception, dite fonctionnelle, la cotation du dessin devait à son tour fonctionnelle. Qu'est-ce à dire ? Qu'en est-il de la cotation fonctionnelle vis-à-vis de la représentation graphique ? En fait, les concepteurs de l'outil informatique n'inventent pas de nouvelles conventions de représentation graphique mais créent seulement, de leur point de vue, un nouveau lieu : les chaînes de cotes sont désormais réalisables directement à partir d'un logiciel de CAO du commerce sur lequel des aménagements propres à cette entreprise ont été greffés. De la CAO au dessin, la cotation est réalisée informatiquement. La feuille de papier n'en est pas pour autant obsolète comme nous avons pu le voir dans les bureaux d'études. Au contraire, les modèles physiques, les plans au format A0, les bloc-notes sont fréquemment déployés autour du concepteur assis à sa table de travail ou face à son écran. Dès lors, dans ce nouvel univers d'instruments, le dessin final — le plan — est-il transformé ? En fait, si l'ordinateur remplace la planche à dessin, le plan sur feuille reste la référence contractuelle au sein de l'entreprise ou vis-à-vis d'un sous-traitant. Le plan sur feuille est désormais réalisé à l'aide d'un logiciel de CAO. La frontière est assurément mouvante entre l'univers de la CAO et celui de la feuille de papier, qui ne sont pas antinomiques. Il y a intrication entre divers supports et instruments : l'ordinateur, jusqu'à ce jour, apporte la rapidité d'exécution, la facilité de correction et de reproduction sans pour autant modifier le contenu du dessin. Les logiciels fournissent néanmoins des symboles standardisés que l'utilisateur peut choisir. Parmi ces symboles, ceux de la cotation fonctionnelle sont assez contraignants et sont structurés par une grammaire normalisée ISO

visant à diminuer les ambiguïtés de lecture du plan au moment de la fabrication et du contrôle.

L'expression de la dimension (la grandeur) semble être constitutive du dessin industriel, notamment parce qu'elle est au cœur des relations entre le bureau d'études et l'atelier de fabrication. La dimension est un des éléments du dessin à travers lequel se joue la coordination entre les acteurs : coter anticipe le geste de l'opérateur qui vérifiera si la pièce qu'il vient de fabriquer est conforme ou non au plan qu'il utilise ; coter privilégie telle ou telle partie d'un objet servant alors de référence pour le travail d'un outil de fabrication. Toucher au travail de dimensionnement revient bien à transformer l'activité du dessinateur et du fabriquant, en imposant des étapes obligées lors de la conception puis lors de la fabrication. La question néanmoins se pose de savoir quelle est l'importance effective de l'approche fonctionnelle de la conception : la méthode est-elle plus qu'une explicitation des pratiques antérieures ; les pratiques ne demeureraient-elles pas inchangées ?

a2. La multidimensionalité de l'outil informatique de cotation du dessin

Le dessin industriel, qu'il soit saisi comme outil producteur d'objets ou comme objet graphique lui-même, est multiple et hybride. Il est le lieu d'intrications de maintes dimensions de la vie industrielle : la stratégie, les pratiques et savoir-faire existants mais aussi les événements contingents tels que la mobilité géographique des hommes et des outils, le changement de matériel informatique, la grève utilisée comme argument pour justifier le développement de l'outil que nous étudions. Il est à la croisée de la technique et de l'organisation. Chacun de ces éléments interagit avec les autres pour les déplacer et les façonner.

En suivant le processus de mise au point de l'outil informatique de cotation, nous découvrons, en fait, une partie du tissu des relations qui se nouent autour et au travers du dessin industriel. Ici, on assiste à la co-construction d'un outil et d'un langage (nécessaire à l'appropriation de l'outil par les acteurs) ainsi qu'à la tentative de prescription d'un schéma de pensée destiné à l'ensemble de l'entreprise. Avec et à travers le nouvel outil de cotation, il s'agit de transformer les pratiques de conception, d'en diffuser une nouvelle philosophie mais aussi de participer à la construction de l'identité de cette entreprise résultant d'une fusion de deux entités précédemment rivales tout autant que complémentaires. L'outil est également au cœur de relations de pouvoir entre différents spécialistes de la conception. Il est supposé traduire quelques enjeux industriels nouveaux et majeurs pour cette entreprise. La cotation et le dessin sont ainsi

liés, par des voies parfois tortueuses, à la stratégie, à l'identité, aux métiers, à l'organisation et aux performances industrielles.

Dessins et cotes renvoient également à des ensembles d'objets et de pratiques dont on ne peut passer sous silence la consistance physique : logiciel, fichier, gomme, équerre, écran sont rapprochés, mêlés dans l'action, adaptés les uns aux autres. Ainsi, par exemple, nos enquêtes en bureau d'études montrent que les gestes, la rapidité et la sphère d'influence de telle ou tel concepteur sont aussi liés à l'appropriation privilégiée de la gomme, de la mine graphite et de la feuille de papier ou, à l'opposé, de la lame de rasoir, de l'encre et du calque ou, encore, de l'écran, de la souris, de la table traçante et des commandes claviers.

B. UNE ENTREPRISE DE CONSTRUCTION DE CAMIONS

Dans un contexte très différent, nous sommes en train de mettre sur pied l'observation du test d'une nouvelle version d'un logiciel de CAO disponible dans le commerce. A priori, il s'agit de voir dans quelle mesure les modèles en 3D (trois dimensions) peuvent porter des informations technologiques, sur la manière dont la pièce en cours de conception sera réalisée. A ce jour, le dessin sur feuille possède cet avantage de permettre au concepteur d'annoter, d'indiquer par un signe conventionnel telle information sur la future fabrication. Certes, il est possible de rajouter des icônes, des étiquettes dans un modèle CAO en volume. Jusqu'à ce jour, cependant, il ne semblait pas possible que les modifications et déplacements d'une partie de la pièce représentée conservent ces informations : elles ne font pas encore partie de la définition de la pièce. La question, à nouveau, se pose de savoir ce que véhicule dessin et dans quelle mesure il peut être transféré d'un support à l'autre, s'il perd ou gagne en effets de communication et de coordination et si cela change quelque chose à la manière dont les concepteurs s'en emparent.

Ce nouveau contexte d'enquête fait apparaître un autre lien : une relation d'interdépendance entre la taille des pièces dessinées et les pratiques qui consistent à les représenter. En quoi, par exemple, le fait de produire des objets à la cadence de 150 par jour et de la taille d'un camion modifie les pratiques de la représentation graphique ? On observe alors que la pratique même de la cotation fonctionnelle est beaucoup moins développée que dans l'entreprise A (électromécanique) : elle est contextuellement liée — et non pas déterminée — à la taille des pièces, au volume de production et la géométrie spatiale des pièces, car les chaînes de cotes sont toujours des objets en 2D.

3. Le dessin industriel comme objet scientifique problématisé

Ainsi, tel que nous le construisons, le dessin industriel est un objet d'étude à multiples dimensions. Il est, tout d'abord, *une représentation* à deux dimensions d'un objet industriel qui en a trois. Il est, ensuite, *un langage codifié*, qui s'apprend, qui est plus ou moins partagé. Il est, aussi, *un objet physique produit par des instruments* (gomme, calque, encre, crayon graphite, feuille de papier, planche à dessin, table à digitaliser, table traçante, écran cathodique, souris, clavier, etc.). Il est, enfin, *un élément de la coordination organisationnelle*.

A. LA QUESTION DE LA REPRESENTATION

Il convient ainsi, tout d'abord, d'interroger la notion de représentation qui se construit dans et par le dessin industriel. La représentation est-elle à entendre dans le sens de l'adéquation du dessin à un objet réel ? En ce sens, son enjeu serait celui de la fidélité. Or, l'objet réel qu'il s'agit de représenter n'existe pas encore. La représentation consiste alors en une activité qui est de rendre présent, progressivement et de plus en plus, un objet absent. En même temps, la représentation est la matérialisation de choix effectués par ceux qui ont participé à son élaboration. La représentation dessinée est de ce fait une représentation, diplomatique ou politique, des intentions et des habitudes de ses auteurs. Le dessin industriel représente alors doublement : le passé de son émergence et le futur d'un objet qui n'existe que représenté. Nous proposons ainsi de construire scientifiquement l'objet "dessin industriel" en problématisant sa représentativité, indissociablement cognitive, physique et sociale.

La question des passages du 3D au 2D et retours par des chemins éventuellement différents est, dans le cas du dessin industriel, particulièrement centrale dans cette discussion de la représentation. Ainsi, par exemple, la représentation en 2D, si elle semble a priori être une version appauvrie du 3D, constitue souvent, en fait, un enrichissement : une quatrième dimension ? Alors, la représentation prend une tournure poétique : c'est un acte créatif. L'analyse du dessin industriel implique que l'observation empirique décline les diverses modalités des formes concrètes de représentation en déployant les axes ci-dessus énoncés.

B. LA QUESTION DU LANGAGE

Le dessin industriel n'est pas seulement une représentation fidèle, d'un objet futur absent ou d'une dynamique collective passée. Il est aussi une représentation codée : un trait signifie une arête, un pointillé renvoie à une arête

cachée, un pointillé alternant des tirets longs et courts exprime un axe de rotation. Une grande partie du code est explicite et fait l'objet d'enseignements, de manuels et normes internationales. Toutefois, nous sommes pas encore à parler d'universalité. Même s'il existe des normes ISO¹¹, subsistent au moins des traductions françaises (AFNOR¹²), allemande (DIN¹³), britannique (BSI¹⁴), américaine (ANSI¹⁵), européen (CEN¹⁶) qui ne sont jamais strictement fidèles. Exemples : le système de projection utilisé en France et aux États-Unis est différent ; les unités de mesure, généralement non précisées, sont a priori en millimètres en France (application d'une norme ISO) et en pouces aux États-Unis (application d'une norme américaine). Ensuite, au-delà des différences dans le code explicite, subsiste une part implicite toujours difficile à évaluer. Cet implicite est lié à la culture nationale et aux formes spécifiques du signifiant scriptural (alphabet occidental, idéogrammes et double alphabet syllabique japonais notamment), aux multiples cultures d'entreprises et aux implicites de l'enseignement. Ainsi, lorsque l'enseignant illustre son cours de dessin industriel par des anecdotes et par des exemples tirés de la réalité industrielle, il ne fait pas passer les mêmes images et référents selon qu'il se réfère plutôt à l'industrie automobile, à l'aéronautique ou à l'horlogerie. Le dessin et le code connotent aussi des univers de références, par exemple de fabrication, souvent implicites, voire non conscientisés.

Construire le dessin industriel comme objet scientifique implique donc d'appréhender les jeux de langages et les formes de vie¹⁷ auxquels il est associé. Dans cette perspective, la signification du code et, donc, du dessin n'est pas simplement donnée mais construit dans la situation d'usage. Le langage ne peut pas être décrit indépendamment de sa mise en œuvre. Or, celle-ci change avec le monde industriel en mutation. Que signifie alors aujourd'hui, dans un contexte de CAO et de visualisation en 3D en cours de diffusion, tel ou tel élément du code hérité et toujours utilisé en 2D ? Le langage et son sens sont dynamiques, même si le code était figé. Or, ce code ne l'est même pas ; les organismes de normalisation doivent régulièrement s'atteler à la tâche afin d'encadrer l'évolution plus ou moins contrôlée de cette langue vivante (à

¹¹ ISO : International Standard Organization.

¹² AFNOR : Association Française de Normalisation.

¹³ DIN : Deutsche Institute für Normung.

¹⁴ BSI : British Standard Institute.

¹⁵ ANSI : American National Standards Institute

¹⁶ CEN : Centre Européen de Normalisation.

¹⁷ Ces deux expressions sont de Ludwig Wittgenstein.

l'instar de l'Académie Française vis-à-vis du langage ordinaire). Il en est, de même, pour les services de standardisation et de coordination internes aux entreprises.

C. LA QUESTION DE LA CONSISTANCE PHYSIQUE

Le dessin industriel est aussi fait de papier couvert de traces et de fichiers informatiques. Il est un objet parmi beaucoup d'autres objets : gomme, calque, encre, crayon graphite, planche à dessin, table traçante, logiciel de CAO, écran cathodique, souris, clavier, etc. La compatibilité et les interactions entre tous ces éléments fait l'objet d'investissement plus ou moins longs et coûteux : l'ensemble gomme-encre-papier-corps du dessinateur n'est pas simple à accorder ; de même, dans la conception d'un objet technique où interviennent plusieurs acteurs, d'entreprises et de pays différents, les relations entre logiciels de CAO¹⁸, formats de papier¹⁹, systèmes pour mettre à jour les dessins (indilage, etc.), stockage, compétences des lecteurs, etc. ne sont pas toujours harmonieuses.

En sociologie, la question se pose de savoir s'il convient de prendre en compte les dispositifs physiques dans l'analyse et comment le faire. Entre déterminisme technique et constructivisme social, la posture sociologique cherche péniblement ses marques. Faut-il alors faire de l'objet un acteur social ? En nous intéressant au dessin industriel, c'est donc aussi ces questions qu'il s'agit de croiser et de travailler. Nous faisons l'hypothèse que les dispositifs physiques méritent d'être pris en compte dans l'analyse parce qu'ils prennent part aux actions finalisées et aux mécanismes de coordination. Saisir le dessin industriel comme "objets intermédiaires"²⁰ implique alors de repérer le réseau d'objets physiques et de pratiques auxquels il est associé, les investissements de formes qui l'accompagnent, la manière dont les uns et les autres s'en saisissent mais aussi son épaisseur et son opacité. L'objet est aussi actif et réactif ; il ne se conforme pas toujours aux seules intentions ayant présidé à sa mise en forme. Quelles sont alors l'épaisseur et la pesanteur propres de ces dessins dans le jeu des interactions sociotechniques ?

¹⁸ Dans le projet ATLAS du CERN (Centre Européen de Recherches Nucléaires), la conception du détecteur se réalise au travers de collaborations internationales. Au total, 17 systèmes de CAO différents sont utilisés. Leur seule compatibilité informatique n'est pas assurée.

¹⁹ Les formats DIN A4 et ANSI A (aux Etats-Unis) liés aux dimensions des tables traçantes sont incompatibles.

²⁰ Voir Vinck & Jeantet, 1995.

D. LA QUESTION DE L'ORGANISATION ET DE LA COORDINATION

Le dessin, nous l'avons évoqué, est un langage, mais pas uniquement en terme de représentations d'un objet. Il est bien un support de communication, un ordre de fabrication, un intermédiaire entre la conception et la production : un lien entre des personnes qui doivent de fait s'accorder sur des bases communes, une grammaire, des codes. Lié au mouvement de la standardisation des produits, des méthodes et des compétences, le dessin participe de l'industrialisation : imposer une méthode, des conventions comme par exemple privilégier les traits aux cercles²¹ est un moyen d'unification des pratiques : pouvoir se transmettre des fichiers informatiques par exemple, donc respectant des conventions liées au matériel, mais aussi des canons de présentation de données, etc.

Il est un instrument de la coordination organisationnelle et de standardisation des pratiques. Entre autres, il s'agit de s'interroger sur ses relations avec certaines formes spécifiques de l'organisation industrielle : le dessin est-il indifférent vis-à-vis de la forme organisationnelle (séquentielle ou concurrente) ? Inversement, le dessin participe-t-il de la reconfiguration de l'organisation et des conditions de la coordination ?

Les questions qui se posent ici sont celles de sa signification et de sa performance pour l'organisation.

4. Un retour sur l'histoire

Pour saisir le dessin en tant qu'objet de communication, il est également utile de faire son archéologie. S'arrêter sur les moments de rupture qu'il connaît pour suivre les transformations qu'il subit est particulièrement indiqué pour traiter de l'intrication entre *l'industrialisation, les outils du dessin et ses médiations*²² de toutes sortes. On apprend ainsi que son enseignement s'organise notamment autour des écoles des Arts et Métiers, nées à la fin du XVIIIe siècle, pour former des ouvriers qui savent lire un plan puis, un siècle plus tard, des ingénieurs²³. Le retour sur l'histoire permet de remettre à jour quelques éléments sédimentés dans les pratiques et conventions tacites du dessin industriel. Etant aujourd'hui confronté à une nouvelle mutation de *l'instrumentation de la représentation graphique dans l'industrie*, il est apparu

²¹ Voir Lavoisy, 1997.

²² Sur cette notion, voir Hennion, 1993.

²³ Voir Day, 1991.

utile d'explorer quelques situations de ruptures aussi conséquentes dans le passé²⁴.

Des analyses historiques déjà entreprises²⁵, nous retenons trois grandes leçons :

- Une dimension significative du dessin industriel est son insistance sur la *géométrie* dans la représentation des objets. Ce type de représentation graphique tire sa source de la construction mathématique d'un espace de représentation. Les travaux de Monge²⁶, inventeur reconnu de la géométrie descriptive, constituent de ce point de vue une entrée privilégiée pour l'analyse de la constitution du dessin. Monge s'est appuyé, d'une part, sur des pratiques de tailleurs de pierre et, d'autre part, à l'École Royale de Mézières, sur la résolution de problèmes pratiques de construction de fortifications militaires. Le tournant des XVIIIe-XIXe siècles, lorsqu'apparaissent à la fois la géométrie descriptive (décennie 1760) et le CNAM (1794²⁷), semble donc être un moment privilégié de l'histoire du dessin industriel. Il est, à cette époque, à la fois *un mode de représentation spatiale s'appuyant sur des travaux mathématiques et un élément de l'enseignement destiné à former les ouvriers*. Il est le fruit du siècle des Lumières et de la Révolution. Il est porté par un projet de société dont il constitue un sédiment qui charie jusqu'à nos jours des formats de représentation et de pensée guidant les mouvements de nos concepteurs et de nos logiciels de CAO modernes. Il serait erroné de voir l'histoire du dessin comme le passage d'une plus grande abstraction à un plus grand réalisme : il ne s'agit pas de représenter "de manière réaliste" un objet, mais de le décrire de manière différente

²⁴ La méthode comparative que nous explorons a pour but de favoriser la théorisation et l'explicitation des hypothèses, tout en apportant une dimension expérimentale, à l'image du laboratoire dans lequel le scientifique refait ses expériences, les façonne en changeant tel ou tel paramètre. Il s'agit de comparer les changements. Les études sociales des techniques procèdent plutôt à des comparaisons spatiales entre entreprises, techniques ou pays. La comparaison temporelle est plus rare. Elle est, en fait, très délicate, dans la mesure où l'anachronisme est un péché mortel spécifique. Relier deux époques risque de verser dans le déterminisme où s'égarent trop d'auteurs, pourtant reconnus : changer d'entreprise, de secteur, d'époque ne doit pas faire conclure trop rapidement que les différences rencontrées sont nécessairement liées aux caractéristiques des dites entreprises ou époques. On ne peut comparer terme à terme deux époques qui n'ont pas le même contexte, tout en sachant qu'au sein même d'une époque, la définition même d'un secteur évolue (l'automobile n'existait pas sous la Révolution, les frontières de la mécanique ne sont pas immuables, etc.). Sur le recours à la méthode comparative en histoire, voir Kranakis, 1997, p.6. A plusieurs reprises, Kranakis fait référence à Wengenroth, 1991.

²⁵ Nous retenons particulièrement : Booker, 1963 ; Deforge, 1981 ; Baynes & Pugh, 1981 ; Poitou, 1984 ; Fergusson, 1985 ; Mercier, 1991 ; Alder, 1997 ; Belhoste, 1997.

²⁶ Voir spécifiquement Booker, 1963 ; Belhoste, 1997.

²⁷ Voir notamment Mercier, 1991.

suivant les périodes. Aujourd'hui, le dessin sur papier — que le profane trouve parfois hermétique — ne s'oppose ni à l'usage de logiciels ni au virtuel — que le profane trouve “plus parlant” —.

- Le dessin industriel est aussi lié à une dynamique de la *codification, de la prescription et de la standardisation*. Il est un langage qui semble s'être stabilisé rapidement, probablement dès le milieu du XIXe siècle. Pourtant, une analyse fine montre qu'il ne s'est pas complètement figé et qu'il évolua en accompagnant les mutations profondes de l'industrie de ces derniers siècles. Ces mutations tiennent aux mouvements de rationalisation à la fois de la production et, actuellement, de la conception. Malgré quelques embryons en France dans les années 1760²⁸ ou aux États-Unis au XIXe siècle²⁹, le grand mouvement de standardisation de la production se produit surtout au tournant des XIXe-XXe siècles lorsqu'apparaissent l'industrie automobile — Ford lance la production de son modèle T en 1908³⁰ — et la rationalisation de la production — Taylor —. Le dessin industriel apparaît alors étroitement lié à la standardisation de la production, sans pour autant qu'elle soit l'unique déterminant du développement du dessin. En effet, l'industrialisation des États-Unis (notamment dans le domaine de l'armement, des fusils et pistolets) s'est accompagnée d'une standardisation, certes, permettant une interchangeabilité des pièces, mais à partir des modèles et des gabarits beaucoup plus que par le dessin³¹. Le dessin n'est pas un vecteur de standardisation obligé. Dans quelle mesure le dessin et ses conventions tacites sont-ils transformés à cette époque ou, au contraire, la standardisation est-elle une caractéristique spécifique du dessin industriel qui se trouve simplement activée dans ce nouveau contexte ? Qu'en est-il alors de la période actuelle et des mouvements de rationalisation de la conception qu'on y observe ? Depuis quelques décennies, avec le développement de la CAO, nous assistons à

²⁸ Voir Alder, 1997.

²⁹ Fergusson, 1985, cite le cas du service matériel de l'armée américaine, en 1821, qui doit insister à plusieurs reprises auprès de ses fabricants d'armes et fournisseurs privés pour qu'ils fabriquent tous des armes à peu près identiques et réparables sur le terrain par simple substitution des pièces endommagées.

³⁰ Voir Fergusson, 1985.

³¹ Voir Booker, 1963, pp.186 et suiv. Hypothèse renforcée par des discussions personnelles avec Bruce Seely, Edward Constant II et Eda Kranakis.

l'émergence de ce qui semblent être des bureaux de méthodes de la conception, par analogie au bureau des méthodes de fabrication³².

- Le dessin industriel véhicule aussi quelques dimensions ou traits relevant de la *technologie*. De ce point de vue, le dessin semble émerger, en France, lors de la séparation entre la conception et la fabrication dont la période charnière serait les années 1830-1860. Selon Baynes et Pugh³³, qui traitent surtout de l'Angleterre dans la construction ferroviaire et navale, cette séparation a entraîné la division du travail de fabrication en spécifiant par avance les grandeurs dimensionnelles significatives. Comme nous l'avons abordé dans la partie 2.a1, le dimensionnement serait le pont entre l'univers de la conception et celui de la fabrication : dans nos propos, est technologique un discours qui précise la manière dont un objet est fabriqué. Notre intérêt est de saisir le dessin comme outil intermédiaire de l'industrie : le dessin émerge-t-il comme prescription de fabrication en même temps que l'industrie moderne — lors de ce que l'on appelle communément la première révolution industrielle — ? Est-ce un moment de cristallisation ou à l'inverse d'instabilité dans la mise en forme des informations technologiques comme la représentation des matériaux, dimensions, etc. ?

Ainsi, pour construire le dessin industriel comme objet historique³⁴, nous nous arrêtons sur quatre périodes : le tournant des XVIIIe et XIXe siècles, les décennies 1830-60, le tournant des XIXe et XX siècles et l'époque actuelle.

Conclusion : le dessin industriel comme médiateur

Le dessin industriel n'est pas aussi aisé à saisir qu'il n'y paraît. Il a beau être fixé sur un calque, sur une feuille de papier ou sur un écran d'ordinateur, il demeure fugitif et se dérobe à la fois en tant que construction sociale (il ne se réduit pas au collectif qui l'a produit) et en tant qu'objet physique même (il est farci de conventions tacites : la simple description de la représentation graphique ne serait que s'attacher à la partie émergée de l'iceberg). Il est

³² Voir Sardas, 1997. Voir aussi Lavoisy, 1997.

³³ Voir Baynes & Pugh, p.11, citant Jones, 1970. La libre traduction de leurs idées n'engage que les auteurs de cette article.

³⁴ Voir Prost, 1996, p.114 : "*faire de l'histoire n'est jamais raconter ses souvenirs, ni tenter de pallier l'absence de souvenirs par l'imagination. C'est construire un objet scientifique, l'historiser comme disent nos collègues allemands, et l'historiser d'abord en construisant sa structure temporelle, distanciée, manipulable, puisque la dimension diachronique est le propre de l'histoire dans le champ de l'ensemble des sciences sociales*"

difficile d'en saisir la présence effective qui se joue au travers et au-delà d'une foule des acteurs humains et d'autres objets intermédiaires : papier, notations techniques, cotations, etc.³⁵ Sans eux, le dessin et son référent — l'objet à concevoir et à fabriquer — ne nous seraient pas accessibles. Pour que le dessin technique existe et développe ses effets, *il a besoin d'une foule de médiateurs*³⁶. Les acteurs humains déploient leur énergie pour le faire exister à travers une multiplicité de textes (enseignement, normes, méthodologie), d'objets (jeu d'épreuves, exemple de pièces techniques) et d'humains (formateurs). Pour le saisir, il convient alors de suivre ces médiateurs de toutes sortes tant dans leur constitution historique que dans leurs usages actuels. Dès lors, le dessin apparaît comme un nœud dans un réseau, nœud dont l'identité n'est jamais intrinsèque mais toujours donnée à travers ses médiations. Il convient donc de scruter précisément cette foule d'intermédiaires, objets, textes et humains, et d'en saisir l'action médiatrice. Il est ainsi possible de rapporter le dessin à la multitude de ses médiateurs cachés : concepteurs, organisations et ressources mobilisées. Cependant, ces médiations — par exemple, l'ingénieur qui commente le dessin — masquent le dessin et son référent autant qu'ils les révèlent. Le dessin industriel lui-même nous fait voir l'objet technique en même temps qu'il le déforme.

Le dessin n'est pas un objet mort ; *il n'a d'ailleurs de sens qu'en acte, en usage*. Il est alors éphémère et évanescent. Il n'existe que parce qu'on l'utilise et dépend de chaque usage qui en est fait : enseignement, coordination, prescription d'un ordre de fabrication, maintenance, démonstration et vente, etc. En usage, une foule d'intermédiaires le rend tangible en même temps qu'elle le fait exister d'une manière chaque fois différente. Sa matérialité, elle-même, est un des médiateurs de sa présence. Elle risque même de masquer les autres médiateurs du surgissement de son action de référence, de prescription, de coordination, de conviction ou autres. Le problème sociologique que pose le dessin industriel n'est alors pas celui de la révélation des mécanismes sociaux dissimulés mais celui de la compréhension de la manière dont les acteurs le font surgir, le reconnaissent et le partagent comme une référence évidente.

Le dessin industriel contribue à la fois à la mise en relation et à la séparation entre les acteurs : conception / méthode / fabrication ou industrie / enseignement. Les découpages, toutefois, ne sont pas donnés a priori mais résultent, au contraire, des déplacements produits lors de chaque usage. Chacun

³⁵ Voir Blanco *et al.*, 1997 ; Lavoisy, 1997 ; Mer, 1994 ; Vinck & Laureillard, 1996.

³⁶ Voir Hennion, 1993. Un médiateur est un traducteur entre deux mondes, quelque chose ou quelqu'un qui adopte, déplace un contenu : voir aussi Jeantet & Vinck, 1995. Ainsi, nous voyons notamment le dessin comme le médiateur entre le monde de la conception et celui de la fabrication.

suppose un travail de mise en accord renouvelé ; travail jamais acquis et modifié à chaque occurrence.

Le dessin doit être lu de deux manières : *à la lettre, enfermé dans la rigidité de son support et agi en conformité ou saisi par le mouvement dont il n'est que la transcription*. Il est un nœud de relations entre de multiples entités, appelées et adaptées les uns après les autres³⁷. S'agit-il de transmettre directement et fidèlement, via le dessin, un objet figé (la demande du client ou le produit à venir) ou s'agit-il de poursuivre un mouvement de transmission mobilisant des objets constamment repris et transformés ? Qu'en est-il d'un dessin lorsqu'il passe d'une main à l'autre ? Telle est la question qui se pose aujourd'hui au cœur de la réorganisation des processus de conception. Pour y répondre, nous tentons de suivre les efforts de projection et de fixation, ainsi que les efforts de mise en circulation, de déchiffrement et de réappropriation. Ainsi, l'observateur étranger, celui qui ne comprend pas le dessin qu'il a sous les yeux, n'y voit que ratures. Il se demande ce que ces éléments peuvent bien signifier. Dans ce cas, le dessin est nu ; l'observateur mesure alors tout ce dont il manque pour pouvoir l'apprécier.

Bibliographie

- Ken Alder, "Innovation and Amnesia : Engineering Rationality and the Fate of Interchangeable Parts Manufacturing in France", pp.273-311, dans *Technology and Culture*, Vol.38, Nb.2, April 1997.
- Ken Baynes, Francis Pugh, *The Art of the Engineer*, Lutterworth Press, 1981.
- Bruno Belhoste, "L'école du génie de Mézières : l'alliance Théorie et Pratique. De l'enseignement de l'art des fortifications à la création de Polytechnique", pp.40-45, dans *La Recherche*, N°300, juillet-août 1997.
- Eric Blanco, Olivier Garro, Alain Jeantet, "La conception distribuée, approche expérimentale", dans *Actes du deuxième congrès international franco-québécois de génie industriel*, Albi, septembre 1997.
- Peter J. Booker, *A History of industrial drawing*, Chatto & Windus, London, 1963.

³⁷ Pour une étude empirique d'un tel objet-carrefour, voir : Vinck & Laureillard, 1996.

- Charles R. Day, *Les Ecoles d'Arts et Métiers (L'enseignement technique en France, XIXe-XXe siècle)*, Belin, 1991 [1ère Ed. en anglais, MIT, 1987].
- Yves Deforge, *Le Graphisme Technique (son histoire et son enseignement)*, Coll. milieux, Champ Vallon, 1981.
- Eugene S. Fergusson, "La fondation des machines modernes : des dessins", pp.183-207, dans *Culture Technique*, n°14, juin 1985.
- Antoine Hennion, *La passion musicale*, Une sociologie de la médiation, Métailié, Paris 1993.
- J.C. Jones, *Design Methods : seeds of human futures*, John Wiley and Sons, London 1970.
- Eda Kranakis, *Constructing a bridge: An Exploration of Engineering Culture, Design and research in Nineteenth-century France and America*, The MIT Press, Cambridge MA 1997.
- Bruno Latour, Steve Woolgar, *La vie de laboratoire, La production des faits scientifiques*, La Découverte, 1988 [1ère éd. en anglais 1979].
- Pascal Laureillard, Jean-François Boujut, Alain Jeantet, "Conception intégrée et entités de coopération", pp.105-119, dans Brigitte Trousse, Khaldoun Zreik (dir.), *Actes de 01Design'97*, Vol.1, 1997.
- Olivier Lavoisy, *Genèse d'un outil d'aide à la conception (essai d'une ethnographie des techniques)*, miméo CRISTO, 1997.
- Stéphane Mer, *Processus de conception de produit : Expérimentation du concept d'"objet intermédiaire" dans la conception*, Mémoire de DEA, Ecole Nationale Supérieure de Génie Industriel, Grenoble 1994.
- Alain Mercier, *Le Portefeuille de Vaucanson (Chefs-d'oeuvre du dessin technique)*, Conservatoire National des Arts-et-Métiers, Musée National des Techniques, 1991.
- Antoine Picon, *Architectes et ingénieurs au siècle des Lumières*, Parenthèses, Marseille 1988.
- Jean-Pierre Poitou, "Dessin technique et division du travail", pp.196-207, dans *Culture technique, Les ingénieurs*, N°12, 1984.
- Antoine Prost, *Douze leçons sur l'histoire*, Le Seuil, Paris 1996.
- Jean-Claude Sardas, "Ingénierie intégrée et mutation des métiers de la conception", pp.41-48, dans *Annales des Mines*, février 1997.
- Alain Jeantet, Dominique Vinck, "Mediating and commissioning objects in the sociotechnical process of product design : a conceptual approach",

pp.111-129, dans Donald MacLean, Paolo Saviotti, Dominique Vinck, *Management and new technology : design, networks and strategies*, Cost A3, Vol.2, Bruxelles 1995.

- Dominique Vinck, Pascal Laureillard, "Coordination par les objets dans les processus de conception", pp.289-295, dans *Colloque CSI "Représenter, Attribuer, Coordonner"*, Ecole des Mines de Paris, 9-10 mai 1996.
- Ulrich Wengenroth, "The comparative study of the history of technology", presented to *Conference on Critical Problems and Research Frontiers in History of Technology and History of Science*, Madison, Wisconsin, 1991.