



Techniques & Culture

Revue semestrielle d'anthropologie des techniques
Suppléments aux numéros | 2019

Le bus de Schrödinger ou l'état incertain d'un automate

Robin Foot



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/tc/12444>

DOI : 10.4000/tc.12444

ISSN : 1952-420X

Éditeur

Éditions de l'EHESS

Référence électronique

Robin Foot, « Le bus de Schrödinger ou l'état incertain d'un automate », *Techniques & Culture* [En ligne], Suppléments aux numéros, mis en ligne le 28 novembre 2019, consulté le 01 octobre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/tc/12444> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.12444>

Ce document a été généré automatiquement le 1 octobre 2022.

Tous droits réservés

Le bus de Schrödinger ou l'état incertain d'un automate

Robin Foot

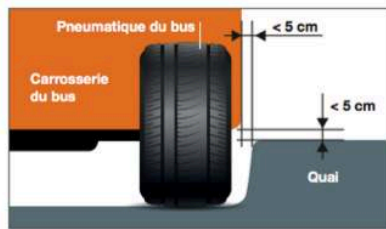
Le tramway, sous l'influence des villes, en particulier de Grenoble puis de Strasbourg, a fait, dès 1987, de l'accessibilité des personnes à mobilité réduite un enjeu essentiel dans la définition des transports publics urbains (Foot 2018). Cette nouvelle norme sociale s'est traduite concrètement dans la matérialité des tramways et des stations puis a été formalisée dans des textes normatifs depuis la loi du 11 février 2005 sur le handicap.

- 1 Fini les emmarchements pour accéder au véhicule, le plancher bas intégral s'impose¹. Le trottoir se rehausse pour se mettre à niveau par rapport à ce plancher bas. Dorénavant, les piétons doivent pouvoir circuler en ville sans rencontrer d'obstacle, en particulier, ils ne doivent plus « monter », même si le terme est toujours en usage, dans le tramway mais être directement de plain-pied avec lui.

1. « Points d'arrêt de bus et de car accessibles à tous : de la norme au confort »



La configuration du point d'arrêt joue un rôle important dans la mise en sécurité de l'arrêt et pour son accessibilité. Elle a un impact sur l'accostage des véhicules au plus près du quai, facilitant la montée et la descente des voyageurs. En effet, la réduction de la lacune horizontale entre le véhicule et le quai assure un accès en toute sécurité pour les personnes en fauteuil roulant ainsi qu'une montée ou une descente plus confortable pour les autres voyageurs.



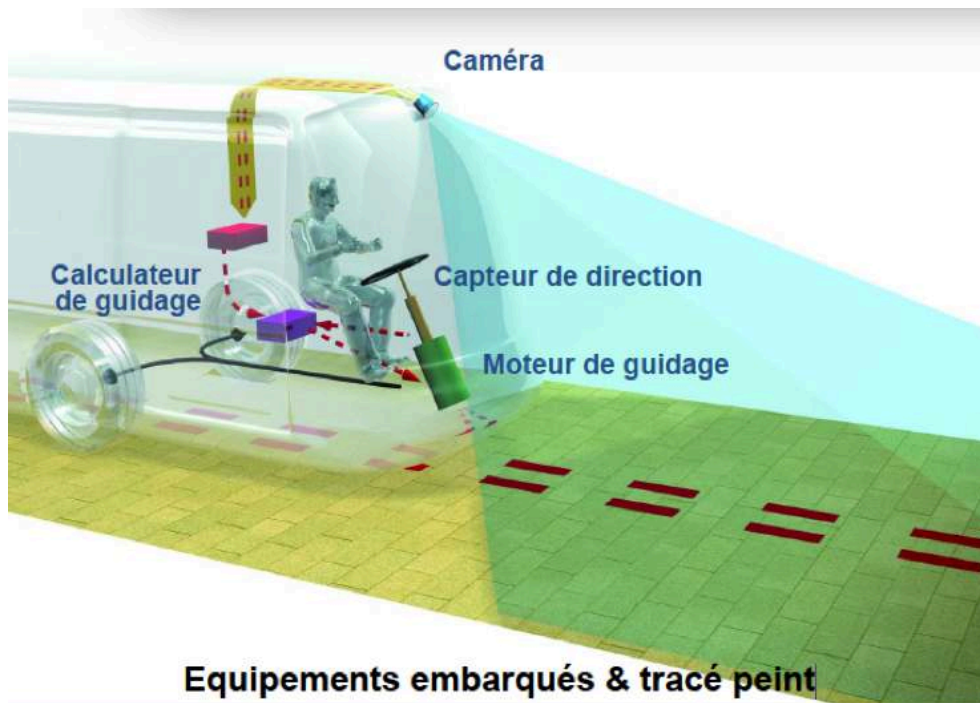
Lacune horizontale et verticale maximale acceptable pour la montée dans le véhicule d'une personne en fauteuil roulant

Un bon accostage est assuré par une arrivée du véhicule parallèlement au quai. Il permet en outre d'éviter le porte-à-faux avant du véhicule et les risques qu'il engendre pour les voyageurs en attente.

Cerema 2018 : 72

- 2 Cette transformation conjointe du tramway et de la station serait toutefois inopérante si l'accostage ne permettait pas, de manière régulière, de réduire au minimum les lacunes horizontale et verticale entre le quai de la station et le plancher du tramway. Dans le cas du tramway, l'opérationnalisation de cette fonction est déléguée aux rails qui permettent, de façon fiable, au tramway d'accoster au plus près du quai.
- 3 Mais cette stratégie d'inclusion sociale portée par le tramway a un coût qui, dans les années 1990, paraît prohibitif pour les agglomérations de taille moyenne ou pour les agglomérations importantes, déjà dotées de tramways, qui veulent étendre leur réseau de transport en commun. À cette époque, le milieu des transports urbains ne pense pas que les bus puissent être mobilisés dans cette stratégie de modernisation des réseaux de transport public du fait de leur « mauvaise image » (Lesne *et al.* 1996). Il semble nécessaire d'inventer un mode de transport intermédiaire entre le tramway et le bus, un système qui aurait la fonction d'un tramway pour le prix d'un bus, pour reprendre un slogan énoncé lors d'un congrès du Groupement des autorités responsables de transport (GART). Un programme d'innovation soutenu par le ministère des Transports est lancé sur ce thème.

2. « Optiguide. Le guidage immatériel pour bus et trolley-bus »



Le véhicule lit une double bande de peinture appliquée sur la chaussée représentant la trajectoire de référence. Les images obtenues sont envoyées à un calculateur embarqué qui les compile avec les paramètres dynamiques du véhicule (vitesse, lacet, angle des roues...). Le calculateur commande ainsi le moteur de guidage situé sur la colonne de direction pour asservir le véhicule sur la trajectoire de référence. En mode guidé le conducteur conserve le contrôle de l'accélération et du freinage.

Siemens Transportation Systems, 2008

- 4 Dans ce cadre, la proposition faite par Siemens d'équiper les bus d'un guidage optique est la seule qui a fonctionné et qui a répondu au cahier des charges initial d'avoir pour le coût d'un système bus une qualité de guidage proche de celle d'un tramway. Le guidage optique est alors présenté par Siemens, à Rouen en 2007, comme « le chaînon manquant du BRT [Bus Rapid Transit] pour que la qualité de service soit comparable à celle du tramway ».
- 5 Même si Siemens insiste pour présenter son dispositif de guidage comme susceptible d'équiper une ligne complète, de façon pragmatique, les trois agglomérations, Rouen (TEOR), Clermont-Ferrand (Ligne B) et Las Vegas (MAX), qui ont exploité des lignes de bus avec guidage optique dès 2001 pour les deux premières et en 2004 pour la troisième, l'ont réservé aux seules phases d'accostage et de départ de la station. Entre les stations, la conduite se faisait classiquement à l'aide du volant.
- 6 À Rouen comme à Las Vegas, le projet d'exploiter une ligne avec guidage optique s'inscrit dans une stratégie de développement du réseau clairement définie tandis qu'à Clermont-Ferrand, il s'agit d'une option expérimentale dans le cadre d'une restructuration de l'ensemble du réseau qui s'organise autour de la construction d'une ligne de tramway. C'est cette ligne qui mobilise l'essentiel des ressources de l'agglomération tant en termes de financement que d'études.
- 7 Après quelques mois d'exploitation, sur les trois lignes, l'accostage s'améliore sensiblement et se rapproche d'une qualité « tramway ». Ce constat est unanime, pourtant, la situation, du point de vue du fonctionnement de l'automate, est bien

différente dans chacun des réseaux. Si à Rouen l'automate de guidage fonctionne, il n'en va pas de même à Las Vegas et Clermont-Ferrand où, pour des raisons différentes, cet automate ne fonctionne pas ou plus². Cependant, vu de l'extérieur, le comportement du bus ne semble rien dire de l'état de l'automate de guidage. Dans les trois cas, la précision de l'accostage ne semble pas être affectée par le mode de conduite. La conduite est-elle automatique ou manuelle ? L'automate est-il en marche ou à l'arrêt ? Est-il fonctionnel ou « en panne » ? Cela semble indifférent pour la qualité de l'accostage.

- 8 Ces bus ont, de l'extérieur, un petit air de chat de Schrödinger³. S'il n'est nul besoin des ressources de la théorie quantique pour lever l'incertitude quant au statut de l'automate, il faut, toutefois, là aussi, ouvrir le bus pour constater l'état de l'appareil de guidage et se rendre compte que les conducteurs ont des manières fort différentes d'accoster. Si à Rouen, le conducteur lâche le volant avant l'entrée en station pour ne le reprendre qu'après son départ au moment où il entend un signal sonore, à Las Vegas et à Clermont-Ferrand le conducteur garde en permanence les mains sur le volant et nul signal sonore ne vient perturber sa conduite en entrée ou en sortie de station.
- 9 Face à ce constat, l'interrogation porte désormais non plus sur l'état de l'automate mais sur le mode de fonctionnement de ce dispositif de guidage qui a une marche conforme à ses attendus quand il est en usage mais qui continue à produire ses effets même quand il est en panne ou manquant. Ce bus et son automate évoquent alors un autre chat, celui du Cheshire⁴ dont le sourire continue de flotter alors que le chat a disparu. Ici, c'est la fonction d'accostage qui perdure à la disparition de l'automate.
- 10 À l'évidence, la machine n'a pas la fonction que les responsables des projets de Clermont-Ferrand et de Las Vegas lui prêtaient. Ils n'escomptaient certainement pas que, même en panne à Las Vegas ou démonté à Clermont-Ferrand, l'accostage au plus près puisse se passer du système de guidage optique dans lequel ils ont investi afin d'améliorer expressément l'abord des stations.
- 11 Ce retournement met en évidence que la technique d'accostage est irréductible au mode de fonctionnement de l'automate. D'autres ressources que celles qui équipent le guidage optique [lignes peintes + caméra + calculateur + moteur] sont certainement mobilisées pour permettre cette félicité de l'action. Il convient dès lors de questionner la représentation de la technique d'accostage des conducteurs de bus mobilisée par le milieu du transport, depuis le fonctionnement et le non-fonctionnement du guidage optique.
- 12 Sigaut (2012) en insistant sur le fait de distinguer la fonction, « pour quoi faire », du fonctionnement, « comment ça marche », et sur le fait que l'on ne peut déduire la fonction de la structure, « de quoi est-ce fait », nous livre une première clé pour entrer dans le mode d'existence spécifique de cet objet technique. En effet, dans le cas du guidage optique, la fonction, de manière manifeste, ne peut être ni superposée ni confondue avec le fonctionnement puisque le non-fonctionnement et le fonctionnement de cet automate aboutissent à une même fonction, celle d'un accostage au plus près.
- 13 A *contrario* de la problématique posée par l'anthropologue des techniques, la fonction, ici, ne pose pas problème, par contre en ce qui concerne le fonctionnement de l'accostage, nous ne savons pas « comment ça marche ? » ni sur quelle « structure » repose le fonctionnement puisque, à Las Vegas comme à Clermont-Ferrand, la

« structure » de l'équipement a été redéfinie soit du fait d'une panne soit du fait d'un abandon du guidage.

- 14 L'analyse de la technique d'accostage, avec ou sans l'automate, revient à analyser le travail de conduite, d'une part à Rouen, dans le cadre du « script » d'action (Akrich 1987) donné par le fonctionnement nominal de l'automate et, d'autre part, à Las Vegas et à Clermont-Ferrand, dans le cadre du travail de réagencement de la structure même de l'accostage dès lors que l'automate ne participe plus de l'action. D'une certaine manière, la distinction fonctionnement/fonction dans l'analyse renvoie à celle opérée par les ergonomes entre le travail prescrit, celui qui se conforme au script d'action donné par la machine et aux prescriptions données par la hiérarchie, et le travail réel qui vient suppléer aux défaillances de la machine pour malgré tout réaliser la fonction attendue (Teiger *et al.* 2006).
- 15 Nous nous appuyerons pour cela sur des enquêtes de terrain réalisées à Rouen et à Clermont-Ferrand et, à Las Vegas, sur les rapports de la Federal Transit Administration (FTA) qui analysent la mise en place et l'exploitation du guidage optique.

Un fonctionnement conforme à la théorie du guidage optique

Dès lors que le fonctionnement du guidage optique est conforme au mode nominal, la fonction est réalisée. Le guidage optique est un cas exemplaire d'automate dont l'analyse semble pouvoir se passer de la distinction entre le fonctionnement et la fonction tant ces deux aspects semblent alignés. Il est donc tout à fait intéressant, avant d'analyser les cas de fonctionnement en mode dégradé, de comprendre la manière dont se fait cet alignement entre la théorie et la pratique du guidage.

- 16 Nous analyserons successivement la théorie du guidage optique développée par le constructeur qui reflète assez bien les théories dominantes ayant cours dans le milieu des transports urbains à l'époque, puis la manière dont les conducteurs se sont approprié ce dispositif.

Le Guidage optique : principes de fonctionnement et hypothèses

L'amélioration de l'accessibilité des transports collectifs est un des atouts majeurs des tramways modernes. Se rapprocher de cette qualité d'accostage, est un des enjeux majeurs de l'amélioration des lignes de bus. Pour réaliser cet objectif, Siemens propose un dispositif de guidage optique pour les bus qui « permet d'atteindre la qualité du rail avec une mise en œuvre rapide et économique » (Optiguide, Siemens, 05/06/2008).

- 17 Le postulat de base du guidage optique est assez classique et joue sur la plus grande efficacité des objets techniques par rapport aux opérateurs humains. Il s'agit, pour Siemens, de rendre la conduite indépendante de « l'éventuelle nervosité d'un conducteur » (Ferbeck 2004) et de fiabiliser la conduite car « même en présence d'excellents conducteurs, seul le guidage permet systématiquement que l'accostage soit très performant, tant dans sa précision que dans sa répétitivité » (*ibid.*). On retrouve donc cette idée générale, somme toute assez classique, que les humains sont la source essentielle du manque d'efficacité et de fiabilité de la production (Freysenet 1992).

- 18 Cette représentation d'une différence d'efficacité pour l'accostage entre la conduite avec un conducteur ou en automatique est mise en image par Siemens dans des présentations commerciales ⁵.
- 19 Le mode de fonctionnement du guidage optique est assez simple : une caméra lit une double ligne pointillée peinte sur la chaussée et envoie ses informations à un ordinateur qui commande un moteur agissant sur la colonne de direction. Ce système se substitue donc aux seules actions du conducteur sur le volant.
- 20 Pour que cela fonctionne correctement, il faut au préalable définir et tracer les trajectoires que doivent suivre les bus pour accoster en station. Cela implique que les stations soient également conçues en fonction du guidage optique.
- 21 Du point de vue du conducteur, le bus est piloté jusqu'à l'approche de la zone déterminée, à environ cinquante mètres en amont de la station, puis il est manœuvré pour « prendre » le guidage. Une vibration du volant et un « bip » ainsi que l'allumage d'un voyant indiquent au conducteur que le guidage est pris et qu'il doit lâcher le volant pour ne pas contrarier l'automate. Le conducteur continue de réguler la vitesse.
- 22 En sortie, également à cinquante mètres de la station, les pointillés s'arrêtent et le guidage s'interrompt. Un « bip » signale la fin du guidage et la reprise en main du volant, de la conduite directionnelle, par le conducteur.

La conduite sur la ligne Teor

La réalisation de la ligne Teor ⁶ dans l'agglomération rouennaise répond parfaitement aux enjeux des systèmes intermédiaires. La réalisation de la première ligne de tramway, inaugurée en 1994, a durablement diminué les capacités de financement de l'agglomération mais a, en même temps, introduit un nouveau standard d'accessibilité. Dès l'inauguration du tramway, la question d'une extension du réseau sur l'axe est-ouest est posée mais pour des raisons de coûts l'option du tramway n'est pas retenue.

- 23 Dès 1997, le choix d'un système à base de bus articulés de dix-huit mètres dotés d'un guidage optique est fait afin de répondre tant aux enjeux de mobilité qu'aux ressources financières de l'agglomération. Les travaux débutent en 1999 et trois lignes Teor sont inaugurées en février 2001 mais des problèmes de fiabilité et d'homologation retardent d'un an l'exploitation effective du guidage optique. Celle-ci débute donc en février 2002.
- 24 On constate à Rouen, dans la conception des stations et du guidage, une grande cohérence du projet, en particulier les zones de guidage sont homogènes tant pour l'arrivée en station que pour le départ. Cette cohérence associée à la fiabilisation du guidage optique a permis aux conducteurs d'intégrer l'accostage guidé, qui est un moment très contre-intuitif pour un conducteur de bus puisqu'il suppose de lâcher le volant.
- « Comment fait-on pour lâcher le volant sans lâcher les pédales ? C'est une habitude à prendre, il faut 3 à 6 mois pour prendre l'habitude, après il n'y a plus de problème. »
- 25 Pour que l'incorporation d'un nouveau geste de métier puisse se faire, il faut que le risque d'une perte de guidage s'estompe car sinon une focalisation sur la surveillance de l'automate se substituerait au contrôle de l'entrée en station permise par la

conduite. Cela enlèverait tout intérêt au guidage optique puisque celui-ci viendrait en concurrence attentionnelle avec le contrôle de l'environnement.

« Le problème du BIP identique en fin de guidage et en cas de perte, ça fait qu'il faut toujours être en alerte. »

- 26 La confiance dans le système de guidage permise par sa fiabilité soulève alors le risque d'une perte de « méfiance » et, par conséquent, un manque de réactivité en cas de défaillance du guidage.

« Pas de problème pour lâcher le volant sans les pédales, au contraire quand je n'ai pas le guidage je risque de repartir sans prendre le volant. »

« Parfois c'est trop rassurant, on oublie d'être vigilant. »

3. Accostage en mode guidé sur la ligne TEOR à Rouen



© Mathis Navard, 21/08/2012

- 27 En 2003, un an après la mise en exploitation du guidage, une enquête effectuée auprès de 30 conducteurs sur les 156 qui tournent sur ces lignes montre que 100 % des conducteurs trouvent le guidage très ou, tout à fait utile et 77 % le trouvent tout à fait ou assez fiable. Par contre, 83 % des conducteurs pensent qu'il faut être plus vigilant.
- 28 En effet, en particulier, la trajectoire guidée rapproche le bus du trottoir beaucoup plus et, surtout, plus tôt que ne le fait la conduite manuelle ce qui augmente le risque d'un accident :
- « Dans les stations guidées il faut faire encore plus attention aux passagers. Les gens sont trop près du bord, on "gongue", on "gongue", mais les gens ne réagissent pas. »
- 29 Quatre ans plus tard, en 2007, une opération de maintenance conduit à suspendre provisoirement l'usage du guidage optique. Par prudence, puisque l'exploitation des lignes Teor a confirmé le bien-fondé des hypothèses initiales du guidage optique, consigne est donnée aux conducteurs d'accoster à distance du quai afin d'éviter tout

incident. Cette consigne ne soulève pas de question puisqu'il a été démontré par l'expérience qu'avec l'automate on réussit à réaliser avec régularité des accostages de bonne qualité ce que l'on ne faisait pas avant avec la conduite manuelle. Cette logique est partagée par les conducteurs. Eux aussi ont intériorisé cette plus grande efficacité du guidage optique pour l'accostage.

- 30 Ils ne transgressent donc pas cette consigne et « dégradent » leur conduite, c'est-à-dire reviennent à la manière de conduire qu'ils avaient avant la mise en place du guidage optique.
- 31 Compte tenu du succès du guidage optique, tous partagent l'idée qu'il aurait été absurde de demander aux conducteurs de réaliser, pour une courte période, une prouesse qui, précisément, a justifié l'investissement dans ce dispositif.

Le paradoxe d'un automate en panne qui continue de fonctionner

La réussite du guidage optique à Rouen rend encore plus troublant le fait que ses pannes à Clermont-Ferrand et à Las Vegas semblent ne pas affecter les accostages dans ces deux réseaux ou en tous cas ne pas les affecter suffisamment pour justifier cet investissement. L'analyse de ces deux situations extrêmement différentes permet de mieux comprendre les ressources qui permettent à l'agencement du guidage optique de fonctionner même en l'absence de l'automate. À l'inverse de Rouen, ici la distinction entre fonction et fonctionnement devient cruciale car c'est par cette distinction que l'on peut interroger le réagencement de la structure du guidage qu'opèrent les conducteurs.

Clermont-Ferrand, une panne politique

Si à Rouen, les lignes Teor correspondent à un projet ⁷ de réseau de bus intégré avec celui du tramway, il n'en va pas de même à Clermont-Ferrand avec le projet « LEO » (Ligne expérimentale est-ouest) qui doit transformer la ligne 14 avec des bus innovants, le Civis d'Irisbus, dotés de moteurs-roues électriques et du guidage optique, pour la transformer en ligne de bus à haut niveau de service (BHNS).

- 32 Le rôle dévolu à cette ligne 14 n'est pas d'entraîner la « modernisation » du réseau, ce sera le rôle de la ligne de tramway qui sera inauguré en 2006, mais plutôt de marquer l'entrée de la ville dans la modernité technique. La dimension *high-tech* du projet Leo semble l'emporter sur la considération de son efficacité pour l'autorité organisatrice, l'acteur politique dominant. Cela se matérialisera, en particulier, par la volonté de conserver les Civis même s'ils se révèlent non fiables et peu économes en consommation de carburant. Aux yeux de l'autorité politique, ils sont un symbole qu'il faut préserver quitte à ce que cela soit fait au détriment de l'efficacité en matière de mobilité. Malgré leur manque de fiabilité, ils seront exploités longtemps et, comme ils incarnent le guidage optique, leur défaillance sera aussi associée à celle du guidage optique.
- 33 Cette centralité des véhicules dans la conception de la ligne se révélera dans la conception des stations et des trajectoires guidées. Le marquage du guidage optique sur la ligne 14 est moins cohérent et homogène qu'à Rouen ce qui rend la prise de guidage plus délicate, en sortie de virage par exemple, mais aussi parce qu'elle se fait à des

distances différentes suivant les stations et que certains tronçons en interstation sont guidés sans que les conducteurs puissent en saisir l'intérêt.

« On a été obligé de supprimer un peu de guidage à des endroits parce qu'il était trop long et qu'il nous amenait sur la file d'en face. On a obtenu ces modifications, mais il y en a d'autres qui devraient être améliorées »

« Il y a une chose qui est certaine c'est que le guidage focalise notre attention et notre façon de conduire et pour s'adapter au guidage et non plus pour s'adapter à notre environnement et ce qui compte toujours ça reste l'environnement »

- 34 Le caractère expérimental de cette ligne manifestait une incertitude *a priori* quant à sa pérennité du point de vue des responsables. Finalement, les problèmes d'homologation du guidage optique, de maintenance du marquage au sol et de défaillance des Civis ont eu raison de l'autorité organisatrice et de la volonté de l'exploitant de poursuivre cette expérience. En 2004, ils décident de l'interrompre définitivement. Les Civis sont remisés et le dispositif de guidage optique démonté.

Un changement de manière d'accoster qui résiste à l'absence du guidage

Aux dysfonctionnements du guidage optique, après la phase initiale de fiabilisation et d'homologation, se mêlent, au quotidien, l'encombrement du site propre par des camions de livraison voire par des voitures particulières. Les stationnements en double file sont, de fait, également tolérés. D'une certaine manière, le désinvestissement politique du projet, révélé par ces phénomènes, laisse sur le terrain une relative autonomie aux acteurs. La situation pousse les conducteurs à se débrouiller par eux-mêmes, au risque de déroger aux prescriptions associées à l'automate, pour faire quand même le travail, pour pallier l'absence de système de guidage et réaliser, malgré tout, la fonction d'accostage attendue. Pour cette raison, les transgressions sont tolérées par la hiérarchie :

« Parfois on est obligé de complètement se décaler pour passer un obstacle pour aller choper le guidage, parce qu'on n'a pas le droit de le reprendre en cours. »

« Je suis dans le guidage, il y a un obstacle, je décroche manuellement, je passe l'obstacle et je me remets en guidage. C'est une chose qu'on n'a pas le droit de faire et je crois qu'on le fait tous. »

- 35 Lorsque nous sommes arrivés pour faire notre enquête sur la conduite à guidage optique, six mois s'étaient écoulés depuis la désactivation du dispositif d'accostage automatique. Direction et représentants des salariés partageaient le même constat : l'accostage fonctionnait plutôt bien « même » sans guidage optique.
- 36 Plutôt que d'étudier les formes d'appropriation du guidage optique chez les conducteurs, – mission initiale devenue impossible –, notre analyse s'est finalement portée sur la compréhension de ce paradoxe constitué par la réussite fonctionnelle : accoster au plus près du trottoir en l'absence du « dispositif technique » auquel cette mission était destinée. Appréhender ce paradoxe revenait à interroger le travail de conduite pour, dans un premier temps, comprendre si et comment le guidage avait modifié la manière d'accoster des conducteurs et, dans un second temps, découvrir comment cette transformation du travail avait permis « d'effacer la disparition » du guidage.
- 37 Nos observations ont confirmé ces impressions initiales. Sans guidage optique, les conducteurs effectuaient, globalement, de manière régulière, un accostage analogue à

celui réalisé par l'automate. La régularité était peut-être moins forte mais ils faisaient souvent mieux seuls, accostant plus près du trottoir, qu'en mode guidé.

- 38 À ce premier constat un autre s'ajoutait. Les conducteurs des lignes non instrumentées pour le guidage, n'avaient pas modifié leur manière d'accoster même quand ils arrivaient sur les stations aménagées qu'ils avaient en partage avec la ligne 14. Inversement, les conducteurs de la ligne 14, quand ils roulaient sur la ligne 16, conservaient leur manière d'opérer l'arrêt en station, pour peu qu'elle soit conçue comme celle de la ligne 14, le marquage du guidage en moins.
- 39 Le dispositif du guidage optique a donc tracé une ligne de démarcation nette au sein du groupe des conducteurs de bus. Ceux qui l'ont pratiqué et qui tournent sur une ligne avec des stations aménagées ont conservé sensiblement la stratégie d'accostage du guidage optique, au plus près du trottoir. Par contre, ceux qui ne l'ont pas pratiqué continuent à accoster à distance du trottoir.
- 40 On constate donc que cette stratégie d'accostage tout en étant corrélée au guidage optique n'est ni dépendante du dispositif de guidage embarqué, ni du marquage au sol puisqu'en leur absence elle perdure. Cependant, si la conception des stations ne suffit pas à modifier les manières de réaliser l'arrêt, elle est un élément nécessaire à cette transformation. En effet, si la hauteur du trottoir n'est pas modifiée, la lacune verticale reste inchangée et l'accessibilité reste, par conséquent, toujours problématique. Contrairement à ce que dit Siemens, la réduction de la lacune verticale ne doit rien au guidage optique mais tout à la hauteur du granit (cf. figure 1).

L'accostage, un genre professionnel mis en mouvement par le guidage

La différence entre ces deux stratégies tient pour l'essentiel à la manière de se rapprocher du trottoir. Avec le guidage, la trajectoire programmée sur le sol rapproche le bus du trottoir en amont de la station afin de permettre au bus articulé de dix-huit mètres d'être en alignement droit avec ses quatre portes à même distance du trottoir lors de l'arrêt.

- 41 Usuellement, le geste professionnel de l'accostage consiste, afin de prévenir les risques d'accidents avec des voyageurs en attente ou d'autres piétons et de pouvoir réagir en cas de danger, à se tenir à distance du trottoir. Le rapprochement du trottoir se faisant le plus tard possible, les conducteurs approchant la première porte du trottoir, laissent, la plupart du temps, les autres portes à distance.
- « S'il y a du monde, j'arrive loin et je me rapproche un peu. »
- 42 La contrepartie d'une telle stratégie induit la plupart du temps un alignement convergent, non droit, non parallèle. Mais cette manière de faire est le « genre » de l'accostage, le geste « qu'ils savent devoir faire grâce à une communauté d'évaluations présupposées » (Clot & Faïta 2000). Cette communauté d'évaluations ne se limite pas au groupe de conducteurs. Elle est partagée par la hiérarchie. Une prime de non-accident symbolise cette commune appartenance à cette logique d'action.
- 43 Le guidage optique a eu pour effet de « forcer » les conducteurs à se départir de leur stratégie de prévention des risques, à se défaire d'un « savoir-faire de prudence » (Cru 2016) :
- « Déjà, pour éviter les jeunes il faut arriver large et se serrer après. Et, à Chamalières, avec le guidage, on arrive serré. »

« Ça nous a fait prendre l'habitude de nous serrer plus à droite et à ne pas prendre la même marge de sécurité. Le guidage nous a forcés, nous a imposé ce risque-là. »
 « On peut considérer qu'on est meilleur parce qu'on passe très près, mais on va un peu au-delà de la marge de sécurité. »

- 44 Le guidage optique a déconstruit ce « mode opératoire socialisé » (Clot & Faïta 2000) mais une autre pratique s'est mise en place par laquelle un nouveau savoir-faire de prudence, qui consiste à ralentir, s'est substitué au précédent, qui reposait sur le fait de se tenir à distance.
- « Avec le guidage, on est coincé. Donc, on arrive encore plus lentement. »
- 45 Que la crainte de l'accident structure la mise à distance du bus et non pas « l'éventuelle nervosité d'un conducteur » devient manifeste quand deux bus se suivent à une station. Le second se rapproche du trottoir de la même manière qu'un bus guidé. L'approche du premier a fait reculer les voyageurs protégeant, en quelque sorte, l'avancée du second d'un risque d'accident.
- 46 En station, on constate également que le mouvement des futurs passagers « répond » aux stratégies des conducteurs de façon symétrique. Si le conducteur se tient à distance, les voyageurs s'approchent du bord et attendent pour se reculer que le bus soit à proximité, tandis que si le bus longe de près le trottoir, les voyageurs s'éloignent plus tôt du bas-côté.
- 47 Le voyageur est donc partie prenante de la technique d'accostage. Les stratégies d'abord contribuent à modeler le comportement des voyageurs à l'attente. De même, les comportements prennent part à la formalisation des stratégies des conducteurs.

La persistance de ce nouveau genre d'accostage sans le guidage

Que le guidage optique ait été un moment de déconstruction/reconstruction d'un genre professionnel, cela semble établi mais n'explique pas pourquoi les conducteurs de Clermont-Ferrand, à la différence de ceux de Rouen, ont maintenu le nouveau mode opératoire en l'absence du guidage optique ?

- 48 Plusieurs éléments permettent d'expliquer ce phénomène. En premier lieu, l'enjeu politique attaché au guidage optique était différent, et la hiérarchie a laissé une large autonomie aux conducteurs pour recomposer leur mode opératoire.
- 49 En deuxième lieu, le guidage optique a été, en tant que dispositif technique, le médiateur d'une nouvelle prise en compte par la ville de la question de l'accessibilité. La conception du tracé des stations et du site propre en porte la marque. Comme le guidage optique est moins réactif qu'un conducteur, la trajectoire doit anticiper et « compenser les temps de réponse de la chaîne d'asservissement » (Ferberck 2004). Les courbes sont plus douces et les stations permettent un alignement droit avant d'être atteintes. Les contraintes du guidage ont été intégrées, ce qui n'était pas forcément le cas auparavant :
- « Ne me faites que des quais droits, où je peux arriver droit, et je fais comme le guidage ! »
- 50 La conception de la bordure de trottoir intervient également dans la pérennisation d'un nouveau genre d'accostage en l'absence de guidage optique. Outre le fait que le trottoir est rehaussé pour être mis au niveau du plancher du bus, son angle est conçu pour être « chasse-roue » doté d'une face biaise afin de prévenir le risque de montée sur le trottoir en cas de perte du guidage ⁸.

- 51 Alors qu'en mode guidé, « il n'y a aucun contact entre les pneus du véhicule et les bordures, si bien que le caractère immatériel du guidage est préservé »⁹, les conducteurs ont pu transformer ces « chasse-roues » en « guide roues » sur lesquels ils pouvaient « venir prendre appui avec le flanc du pneu et de se laisser guider au contact » (CERTU 2001). Même si la mise en contact du pneu et du guide-roue n'est pas systématique, on comprend pourquoi en conduite manuelle la réduction de la lacune horizontale peut être plus importante qu'en mode guidé.
- 52 Sans le savoir, les conducteurs en convertissant le chasse-roue en guide-roue, à l'occasion de la panne du guidage, ont réinventé la « bordure de Kassel » créée en Allemagne à la fin des années 1980. Invention considérée comme « bien connue et de même couramment dénommée dans le monde des transports publics » ainsi que suffisamment importante pour que la Conférence européenne des ministres des transports en fasse état dans son rapport en 2004¹⁰, elle reste, de fait, méconnue en France.
- 53 En troisième lieu, le guidage optique a rendu publique et matérialisé la possibilité d'un transport urbain plus accessible à toutes les catégories de voyageurs. Cette « modernisation du service par l'utilisateur » a été initialement induite par l'introduction de l'usage d'un automate qui a forcé les conducteurs à abandonner leur stratégie de mise à distance du voyageur. Mais avec la fin du guidage optique, cette question de l'accessibilité est devenue un enjeu inscrit au cœur de leur activité sous la forme d'un dilemme moral entre la sécurité et l'accessibilité (Weller 1998).

4a. Accostage à la station A. Varenne à Clermont-Ferrand



Photo : Robin Foot, Clermont-Ferrand le 20/06/2019

4b.



Photo : Robin Foot, Clermont-Ferrand le 20/06/2019

4c.



Photo : Robin Foot, Clermont-Ferrand le 20/06/2019

- 54 Accostage au plus près d'un bus articulé de 18 mètres à plancher bas équipé d'une « casquette » destinée à recevoir la caméra du système Optiguide de Siemens. Ce bus accoste sur une station aménagée sans avoir de système de guidage optique.
- 55 Le dilemme a pu être tranché du côté de l'accessibilité parce que la conception du site et des stations a soutenu et permis ce choix sans que « la surcharge mentale et le coût cognitif » d'un accostage au plus près n'apparaissent comme trop prohibitifs aux yeux

des conducteurs. L'autonomie dont bénéficiaient les conducteurs a permis également que ce choix ne soit pas imposé mais procède d'une intériorisation de cette redéfinition de la relation de service. Un conducteur a d'ailleurs choisi de revenir à sa manière habituelle et antérieure de manœuvrer, en accostant à distance, et il le revendique comme une stratégie « anti-accident ». Ses collègues, s'ils n'ont pas forcément approuvé son comportement, ont toutefois admis l'efficacité de son geste et de cette tactique, car il n'a jamais eu d'accident.

La confirmation de Las Vegas

Au moment où Clermont-Ferrand cessait l'exploitation des Civis et du guidage optique, Las Vegas inaugurerait sa ligne de Bus Rapid Transport (BRT), Metropolitan Area Express (Max) longue de 7,2 kilomètres. Dès le début, la situation a échappé aux prévisions. Siemens avait bien prévu les intempéries liées à la neige qui pouvait masquer les lignes peintes du guidage optique mais n'avait pas anticipé le fait que, dans un milieu désertique, les dépôts de gasoil, d'huile et de poussière empêcheraient une lecture correcte du marquage au sol. Le système de guidage optique a donc été débrayé par l'opérateur.

5.



Prise le 15 décembre 2004, moins de six mois après son inauguration « La lecture des marquages sur la chaussée exigeait un contraste suffisant entre la chaussée et les marquages. À Las Vegas, le climat est extrêmement sec ; par conséquent, la poussière et la saleté s'accumulent sur la chaussée et il n'y a pas de pluie pour laver la surface. L'accumulation de saletés a rapidement entraîné un contraste insuffisant entre les marquages et la chaussée ce qui a rendu le système peu fiable » (Rapport de la Federal Transit Administration de 2006 : 24, traduction de l'auteur).

© David Davenport, 15/12/2004

- 56 Le temps que l'opérateur trouve une solution, les conducteurs se sont débrouillés, sans consigne particulière, pour accoster manuellement. Ils ont fait la démonstration qu'ils pouvaient tout à fait réussir à accoster de façon satisfaisante du point de vue de l'exploitation de la ligne.
- 57 Compte tenu de ce résultat et du coût d'un nettoyage hebdomadaire de la chaussée, l'opérateur a conclu que le guidage optique n'était pas rentable et que l'accostage manuel répondait aux exigences de qualité.
- 58 La Federal Transit Administration (FTA) convint, même si elle a considéré que cela avait été « an expensive lesson » (Schimek et al. 2006), que cette technologie n'était pas nécessaire pour améliorer la qualité de service. De façon institutionnelle, la conclusion tirée de cette expérience est que l'on peut améliorer l'accostage à condition que les stations soient convenablement aménagées et que l'on s'appuie sur les capacités d'apprentissage des conducteurs.
- 59 Depuis cette décision, la ligne s'est développée sans recours au guidage optique ni aux Civis.

L'intérêt de ce cas consiste à montrer que la mise en échec d'un objet technique ne tient pas forcément à un problème de mise au point « technique », au sens d'une défaillance de son fonctionnement, ni même au fait qu'il ne réponde pas aux attentes fonctionnelles. À Rouen, le guidage optique joue son rôle tant du point de vue du fonctionnement que de la fonction. L'échec tient au fait que fonction et fonctionnement peuvent être désalignés ; la panne du guidage optique l'a illustré. Elle a démontré que la fonction peut être réalisée de manière plus économe, plus efficace par un autre type de fonctionnement. Les sites de Clermont-Ferrand et de Las Vegas en sont la preuve. La technique cantonnée aux seuls objets, et développée pour pallier la faillibilité humaine, manifeste, une nouvelle fois, ses limites (Amalberti 1996).

- 60 Il nous semble que cet échec procède d'un problème de focalisation sur l'objet technique au détriment de la considération de la technique comme étant avant tout un acte dont on peut évaluer l'efficacité (Mauss 1993). Cette définition de la technique révèle sa pertinence y compris quand le corps est engagé dans une « solidarité technique » (Dodier 1995) avec des objets aussi hétérogènes qu'un bus et une bordure de trottoir.
- 61 À ce problème de définition se juxtapose un autre, celui de la perception du réel des situations que l'objet technique a vocation à transformer. Le constat du constructeur d'un accostage réalisé souvent à distance par les conducteurs n'est pas faux, mais l'hypothèse qui le sous-tend est, quant à elle, pour le moins défaillante.
- 62 La mise en scène d'une opposition entre fiabilité machinique et faillibilité humaine pour justifier son dispositif de guidage, s'il satisfait le paradigme technicien entrave la réflexion sur la situation réelle. Focalisé par son objet technique, le concepteur minore le remaniement de la situation auquel il procède *a priori* pour que le guidage puisse fonctionner. Il tend, par exemple, à déconsidérer le rôle de la hauteur du trottoir dans la réduction de la lacune verticale pour en attribuer le mérite au guidage optique. Il n'évoque pas le fait que la moindre flexibilité du bus en mode guidé a forcé la ville à revoir la conception des stations et des trajectoires d'approche. Le meilleur alignement du bus devient le produit exclusif de l'automate. Il insiste sur le fait que les roues du bus ne touchent pas le chasse-roue afin de préserver « l'immatérialité » de son guidage, son détachement vis-à-vis du reste du monde.

- 63 En focalisant le fonctionnement sur le seul dispositif embarqué et le marquage au sol, et en attribuant tout le mérite de réalisation de la fonction d'accostage à ce système, le constructeur se prive d'une mesure de la réalité. Son insistance à nier la matérialité complexe du guidage et à revendiquer un guidage immatériel, ne lui permet plus de penser la situation et témoigne d'un processus « d'aliénation culturelle » dans lequel le guidage optique « fait écran à la perception du réel qu'[il] est censé [transformer] » (Sigaut 1990). L'échec commercial du guidage optique et le développement de systèmes basés sur la conception des stations tendent à prouver simultanément la défaillance du rapport au réel du constructeur et la transformation des représentations de ce réel à l'œuvre dans le milieu des transports urbains.
- 64 Réfléchir autrement cette situation suppose, à présent que le guidage optique est répudié, de redéfinir l'accostage à partir de la technique mise en œuvre par les conducteurs. On se rend alors compte que l'« objet » loin d'avoir une « forme extérieure » enveloppant une « structure » qui pourrait être saisie de façon « simple » (Sigaut 2012), est, au contraire, un objet protéiforme qui se développe en réseau, et qui ne tient ensemble que parce que le travail procède constamment à l'actualisation de la valeur de ce réseau.
- 65 Plutôt que de parler de structure, il nous semble préférable d'envisager la technique comme ce travail d'agencement de ressources hétérogènes. Dans la technique d'accostage se mêlent un bus, un trottoir et sa bordure, des voyageurs, des émotions comme la peur, une prime, des vertus comme la prudence, des règlements, une éthique professionnelle, entre autres, – la liste n'est pas exhaustive –, pour parvenir à accoster au plus près et rendre son bus accessible au plus grand nombre. Le concept d'agencement organisationnel proposé par J. Girin (1995) semble mieux à même de saisir la trame des techniques dans laquelle se forment aussi les innovations techniques, qu'elles réussissent ou qu'elles échouent.

BIBLIOGRAPHIE

- Akrich, M. 1987 « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques&Culture* 9 : 49-64.
- Amalberti, R. 1996 *La conduite de systèmes à risques*. Paris : PUF.
- CERTU 2001 *Les bus et leurs points d'arrêt accessibles à tous. Guide méthodologique*. Lyon : CERTU.
- Clot, Y. & D. Faïta 2000 « Genre et style en analyse du travail. Concepts et méthodes », *Travailler* 4 : 7-42.
- Cru, D. 2016 « Les règles du métier », *Travailler* 35 : 35-52.
- Dodier, N. 1995 *Les hommes et les machines. La conscience collective dans les sociétés technicisées*. Paris : Métailié.
- Doniol-Shaw, G. & R. Foot 2005 *Le poste de conduite du Civis et le système de guidage optique. Rapport d'expertise pour le CE de T2C*. Marne-la-Vallée : LATTS.

- Ferbeck, D. 2004 « Le guidage immatériel des véhicules de transport urbain ». *TEC* : 10-16.
- Foot, R. 2018 « Du conducteur "invisible" à la reconnaissance de la conduite, la difficile émergence du métier de conducteur de tramway (1985-2016) » in S. Gardon *Quarante ans de tramways en France*. Lyon : Libel.
- Freyssenet, M. 1992 « Processus et formes sociales d'automatisation. Le paradigme sociologique », *Sociologie du Travail* 34 : 469-496.
- Girin, J. 1995 « Les agencements organisationnels » in F. Charue-Duboc dir. *Des savoirs en action*. Paris : L'Harmattan : 233-279.
- Lesne, J. et al. 1996 *Fonctions et pertinence des systèmes de transport intermédiaire (entre l'autobus et le tramway)*. Paris : Gart/Ademe.
- Mauss, M. 1993 *Sociologie et anthropologie*. Paris : PUF.
- Réthoré, L. 2003 *TEOR : une réussite à Rouen*, Mémoire de DESS, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines et INRETS.
- Schimek, P. et al. 2006 *Evaluation of the Las Vegas Metropolitan Area Express (MAX) Bus Rapid Transit Project*. Washington : Federal Transit Administration.
- Sigaut, F. 1990 « Folie, réel et technologie », *Techniques&Culture* 15 : 167-179.
- Sigaut, F. 2012 *Comment Homo devint faber*. Paris : CNRS.
- Teiger, C. et al. 2006 « Quand les ergonomes sont sortis du laboratoire... à propos du travail des femmes dans l'industrie électronique (1963-1973) », *Pistes* 8 (2). [En ligne] : journals.openedition.org/pistes/3045. doi : 10.4000/pistes.3045.
- Weller, J.-M. 1998 « La modernisation des services publics par l'usager : une revue de la littérature (1986-1996) », *Sociologie du Travail* 40 (3) : 365-392.

NOTES

1. La question de l'accessibilité n'est pas liée directement au tramway. Le premier tramway moderne était, comme son nom de « Tramway Français Standard » l'indique, pensé comme un objet industriel avant tout. Il était à plancher haut et on y accédait par trois marches : <https://medihal.archives-ouvertes.fr/hal-02379568>.
2. Les causes de ce non fonctionnement seront analysés lors de l'étude de chacune de ces situations.
3. « Le chat de Schrödinger est une expérience de pensée, devenue populaire, imaginée en 1935 par le physicien Erwin Schrödinger, afin de mettre en avant le côté paradoxal d'objets dont on ne peut pas connaître l'état à tout moment. » (Chaîne youtube du CEA).
4. Personnage de fiction tiré du roman de Lewis Carroll, *Alice au pays des merveilles* (1865).
5. On peut voir cette manière d'opposer conduite manuelle vs conduite automatique dans cette présentation faite par Siemens à Rouen en octobre 2007 aux diapos 3 et 4 : <https://www.slideshare.net/metroenbogota/guia-optica-veolia/1>.
6. Les observations, citations et analyses pour la période 2002-2003 sont basées sur le mémoire de DESS de Laurence Réthoré, « TEOR : une réussite à Rouen ». Pour 2007, j'ai pu procéder, par hasard, à des observations directes sur le réseau dont j'ai pu discuter avec des représentants des conducteurs.
7. L'enquête sur cette expérimentation a été faite dans le cadre d'une expertise « Nouvelles technologies » demandée par le comité d'entreprise de l'exploitant du réseau clermontois au

LATTS. Les observations et entretiens ont été réalisés entre novembre 2004 et juin 2005.(Doniol-Shaw & Foot 2005).

8. Si dans les années 1990, le milieu du transport n'envisageait pas que le bus puisse servir à moderniser un réseau, cette perception change dans la première moitié des années 2000. La décision du réseau de Nantes de faire sa ligne 4 du tramway avec des bus marque symboliquement ce changement de statut du bus. En particulier, l'aménagement des stations permet de rendre les bus à plancher bas accessible : <https://medihal.archives-ouvertes.fr/hal-02373064>.

9. Document Siemens, 2007, « insertion et guidage optique complément d'information suite à la réunion du 8 février 2007 ».

10. OCDE, Conférence européenne des ministres des transports 2004, « Améliorer l'accès aux transports publics » : 43-44.

RÉSUMÉS

Une innovation technologique, le guidage optique, est, au début des années 2000, considérée dans le milieu des transports urbains comme une solution pour élever la qualité de service des bus au niveau des tramways. Cette innovation doit permettre d'améliorer et de fiabiliser l'accostage en station afin de rendre ce mode de transport accessible à tous publics. Entre 2001 et 2004, trois réseaux adoptent ce dispositif : Rouen, Clermont-Ferrand et Las Vegas. Si l'on constate dans ces trois réseaux une amélioration sensible de l'accostage, le guidage optique en tant qu'objet technique n'en est pas la seule cause puisque dans deux de ces réseaux, cet objet a été soit démonté (Clermont-Ferrand) soit n'a jamais fonctionné (Las Vegas). Sur la base d'enquête de terrain, nous interrogeons ce paradoxe qui fait que cette innovation remplit sa fonction qu'elle soit en état de marche ou en panne. Ce questionnement mobilise et met à l'épreuve le triptyque Fonction/Fonctionnement/Forme conceptualisé par François Sigaut pour analyser les objets dans l'action.

In the early 2000s, a technological innovation, optical guidance, was considered by urban transport community as a solution to improve the quality of bus service at the tramway level. This innovation should make it possible to improve and make docking more reliable in stations in order to make this mode of transport accessible to all audiences. Between 2001 and 2004, three networks adopted this system : Rouen, Clermont-Ferrand and Las Vegas. While there has been a significant improvement in docking in these three networks, optical guidance as a technical object is not the only cause, since in two of these networks, this object has either been dismantled (Clermont-Ferrand) or has never worked (Las Vegas). On the basis of field research, we question this paradox that makes this innovation fulfill its function whether it is in working order or out of order. This questioning mobilizes and tests the triptych Function/Mode of operation/Form conceptualized by F. Sigaut to analyze objects in action.

INDEX

Keywords : technological innovation, transport, driving, professional genre, alienation

Mots-clés : innovation technologique, transport, conduite, genre professionnel, aliénation

AUTEUR

ROBIN FOOT

Robin Foot est Ingénieur de Recherche (CNRS) au Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés (LATTS). Il mène des recherches depuis une trentaine d'années sur les transports urbains. Il interroge les manières de penser le réel de la production des ingénieurs et responsables à partir de la manière dont les « machines » sont utilisées par les opérateurs. L'écart entre le travail prescrit par les objets techniques et le réel du travail parle précisément des écarts de perception et de représentation du réel entre les milieux de la conception et ceux de la production.
foot@enpc.fr