



Conseil économique et social

Distr. générale
28 juillet 2015
Français
Original : anglais

Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

**Groupe de travail de la sécurité
et de la circulation routières**

Soixante et onzième session

Genève, 5-7 octobre 2015

Point 3 c) de l'ordre du jour provisoire

Convention de 1968 sur la circulation routière :

Conduite autonome

Conduite automatisée

Communication des experts de la Belgique et de la Suède

Le présent document, soumis par les Gouvernements de la Belgique et de la Suède, décrit et analyse le rôle du conducteur d'un véhicule présentant un haut degré d'automatisation. Il propose également des amendements à l'article 8 de la Convention de 1968 sur la circulation routière.



I. Considérations générales

1. Les systèmes actifs d'aide à la conduite sont à l'étude depuis de nombreuses années et plusieurs d'entre eux, tels que les régulateurs de vitesse actifs et les systèmes d'avertissement de risque de choc avant, sont déjà disponibles sur le marché. Ces systèmes sont en général conçus pour venir en aide aux conducteurs de véhicules dans les situations critiques, soit en leur communiquant des informations ou des alertes, soit en automatisant le contrôle longitudinal du véhicule (c'est-à-dire le contrôle de la vitesse et de la distance). Le conducteur, qui continue de participer à la conduite, doit connaître les paramètres du véhicule et de la circulation routière [on parle alors de conducteur intégré dans la boucle de commande («driver-in-the-loop»)]. De récentes évaluations des systèmes actifs d'aide à la conduite en conditions réelles ont montré que ces systèmes représentaient une amélioration, dans la mesure où ils pouvaient réduire le nombre d'accidents tout en améliorant le rendement énergétique et en faisant gagner du temps.

2. Une automatisation plus poussée devrait procurer d'autres avantages et permettre de faire face à plusieurs grands problèmes de société. Aussi plusieurs parties prenantes sont-elles prêtes à dépasser le simple stade du contrôle longitudinal automatisé pour doter les véhicules d'un certain niveau de contrôle latéral. Il s'agit en l'occurrence de libérer le conducteur de la conduite proprement dite pour lui permettre de s'adonner à d'autres activités. Si certaines parties prenantes ont l'intention de mettre au point un contrôle automatisé dans des conditions particulières (automatisation partielle), d'autres s'acheminent vers une conduite entièrement automatique. Les unes et les autres se rejoignent en revanche sur le fait que le conducteur n'aura plus systématiquement à contrôler les paramètres du véhicule et de la circulation et à prendre des décisions et, par conséquent, à participer à la conduite [on parle en général de conducteur « hors boucle » (« driver-out-of-the-loop »)].

3. Ces différentes approches de l'automatisation mettent en évidence les nombreux problèmes qui se posent au secteur de l'automobile et à la société. Il serait facile de croire qu'il s'agit avant tout d'un enjeu technique, portant par exemple sur la fiabilité de ces systèmes. Néanmoins, le réseau routier actuel est d'une grande complexité et met en jeu divers éléments dont les interactions mutuelles sont difficiles à anticiper et à maîtriser. Par exemple, la technologie doit être adaptée aux caractéristiques et aux points faibles de l'être humain, et il peut être nécessaire d'adapter les infrastructures à la technologie des véhicules. Selon les recherches effectuées, les sources de préoccupation les plus vives renvoient aux problématiques humaines que sont la sécurité, la facilité d'utilisation et l'acceptation, mais aussi aux questions institutionnelles et juridiques. Ces questions sont beaucoup plus difficiles à résoudre que les problèmes purement techniques et elles doivent l'être en grande partie en même temps qu'eux.

II. Les défis pour la CEE

4. En matière de réglementation du transport routier, il est d'usage de définir séparément, pour chaque élément du système (usagers, véhicules, route), les règles le concernant et les variations permises. Une telle approche ne tient cependant pas compte des interactions complexes entre ces différents éléments, au mépris du principe de la systémique selon lequel la compréhension de ces relations est nécessaire au renforcement de la sécurité de l'ensemble.

A. Prise en compte du facteur humain

5. Dans le domaine de la technologie, la prise en compte du facteur humain est un enjeu de taille. D'une manière ou d'une autre, il y aura probablement encore pendant un certain temps interaction entre le conducteur et le véhicule. Il convient donc de se pencher sur les difficultés relatives au facteur humain, dont un certain nombre sont évoquées ci-après. Il est nécessaire de les prendre en compte et, peut-être, de prévoir une réglementation à leur sujet, au moins au niveau fonctionnel ou systémique. Il conviendra toutefois de ne pas perdre de vue l'évolution des techniques, dans la mesure où la technologie de demain sera susceptible de résoudre nombre de ces difficultés. En résumé, il est urgent d'intégrer le facteur humain au développement technologique et, partant, à la réglementation technique.

B. Réglementation relative au conducteur et au véhicule

6. La Convention sur la circulation routière fixe les obligations (mais pas la responsabilité juridique) du conducteur au moyen de règles relatives au comportement à adopter dans différentes situations. L'observance de ces règles est censée assurer la sécurité de la circulation routière. Cependant, les conducteurs ou les usagers de la route, pour diverses raisons, ne les respectent pas toujours. C'est pourquoi il est actuellement fait usage de la technologie pour aider les conducteurs à respecter les règles ou à rester maîtres de leur véhicule (systèmes actifs d'aide à la conduite).

7. Cependant, l'évolution technique actuelle est telle que la technologie se substitue progressivement au conducteur. Il est de ce fait nécessaire de réfléchir à ce qu'il convient d'exiger du conducteur et du véhicule. Que doit-on exiger du véhicule lorsqu'il est autonome et quelles doivent être les obligations du conducteur? On peut affirmer, en dernière analyse, qu'un véhicule automatisé doit avoir les mêmes « obligations » que le conducteur.

8. L'un des buts essentiels de la conduite automatisée est de débarrasser le conducteur de la conduite proprement dite pour qu'il puisse se livrer à d'autres activités. Il est donc important de faire en sorte que la technologie remplisse son rôle sans défaillance et de ne pas se contenter de supposer que le conducteur sera en mesure de reprendre le contrôle à tout moment et quelles que soient les circonstances. Les recherches menées sur le facteur humain montrant, entre autres, que le transfert de l'autorité (transfert du contrôle) et la perception de la situation posent de gros problèmes, il est préférable de limiter le plus possible les transferts et de n'y recourir qu'à la fin des phases de conduite automatisée. La mise en œuvre d'un dispositif garantissant par défaut la sécurité du véhicule lorsque le conducteur n'est pas en mesure d'en reprendre le contrôle minimisera également les risques.

C. Cadre réglementaire

9. Il est important de déterminer quand et comment imposer une réglementation relative aux questions évoquées ci-dessus. Il est évident que les réglementations concernant la technologie et l'utilisateur ne peuvent se concevoir séparément. Pourtant, l'organisation actuelle des travaux à la CEE encourage fortement une approche cloisonnée, dans la mesure où l'essentiel de l'action du WP.29 porte sur la technologie et où celle du WP.1 concerne le conducteur ou l'utilisateur de la route. Certains problèmes peuvent bien entendu rester du ressort d'un seul groupe de travail, mais, dans la mesure où le conducteur et la technologie sont indissociables, le WP.1 doit s'intéresser de plus en plus à la technologie, faute de quoi il restera à la traîne. La prise en considération du facteur humain dans le cadre des travaux du WP.29 peut également

être envisagée. Ce groupe de travail ne s'intéresse plus uniquement à des composants techniques distincts dont les caractéristiques peuvent être réglementées de façon isolée. En effet, ces composants font souvent partie d'un système complexe incluant l'être humain. La connaissance du comportement humain dans un environnement technologique complexe (le facteur humain) jouera à l'avenir un rôle capital. À la vérité, il convient de noter que le WP.29 examine certaines questions relatives à l'interface homme-machine, mais qu'il ne s'agit là que d'un aspect de la question du facteur humain.

10. C'est pourquoi il est non seulement important mais nécessaire d'étudier les différentes possibilités de renforcement de la coopération entre le WP.29 et le WP.1.

11. Il conviendrait en outre de s'interroger, au présent stade, sur l'intérêt d'une réglementation par trop excessive au regard de l'incertitude relativement forte qui entoure l'évolution technologique. Il serait peut-être plus efficace, pour le moment, de se contenter de directives et d'outils similaires.

D. Pistes actuelles

12. Il est proposé ci-après de modifier la Convention de Vienne pour tenir compte des questions soulevées dans le présent document. Cette proposition devrait faire l'objet d'un examen et d'une décision au sein du WP.1. Le Groupe de travail peut également, à cet égard, envisager d'élaborer des directives relatives au développement technique en tenant compte du point de vue du conducteur.

13. Le WP.1 a contacté le WP.29 afin d'examiner les modalités concrètes de leur coopération. Les pourparlers sont en cours. Il est important d'instaurer rapidement une coopération durable.

14. Il convient également de tenir compte de l'amendement récemment adopté par le WP.1. Cet amendement autorise certains systèmes d'aide à la conduite, mais ne précise toujours pas ce que doit être le « bon » comportement du conducteur vis-à-vis de ces systèmes. Quand, par exemple, doivent-ils être ignorés, et quand doivent-ils être désactivés? Appartient-il aux différents États membres de préciser dans leurs législations respectives sur la circulation routière lesquels doivent être désactivés ou ignorés, et comment chaque pays peut-il savoir de quel système d'aide à la conduite sont équipés les différents modèles de voitures? Il est important de s'efforcer d'éviter la mise en place d'une mosaïque de législations et réglementations nationales.

E. Problème du facteur humain

15. L'automatisation va modifier le rôle de l'être humain dans la conduite. En laissant le véhicule prendre le contrôle, le conducteur va quitter la « boucle de commande » et se retrouver plus ou moins « hors boucle ». Cette évolution soulève un certain nombre de problèmes liés au facteur humain, qui sont décrits ci-après. Il est cependant important de souligner que ces problèmes doivent toujours être abordés dans la perspective de l'innovation technique, dans la mesure où nombre d'entre eux sont susceptibles d'être résolus grâce à la technologie de demain. Certaines parties prenantes estiment aujourd'hui qu'il est très difficile d'apporter une réponse à certains de ces problèmes, en particulier celui du transfert de l'autorité (transfert du contrôle) et celui de la perception de la situation, d'une manière sûre. C'est pourquoi ils mettent au point des dispositifs avec lesquels le conducteur n'a pas à contrôler la conduite et le système pendant les périodes de conduite automatisée.

F. Transfert de l'autorité

16. Par « transfert de l'autorité », on entend la chronologie et la procédure du transfert de la responsabilité de la conduite de l'être humain au système, et vice versa. Le transfert peut être nécessaire lorsque le système tombe en panne, lorsque la route est bloquée, en cas d'intempéries, en cas de manœuvre soudaine d'un autre véhicule, ou parce que tel est le souhait du conducteur. Un véritable système automatique doit être sans surprises et doit inspirer confiance. L'être humain doit être averti à temps des limites du système et être en mesure de reprendre le véhicule en main en cas de besoin. Toutefois, comme on l'a vu plus haut, la technologie peut à terme permettre de faire face à certaines situations, ce qui réduira d'autant la nécessité d'un transfert d'autorité. La mise en œuvre d'un dispositif garantissant par défaut la sécurité du véhicule lorsque le conducteur n'est pas en mesure d'en reprendre le contrôle peut aussi minimiser le problème.

G. Perception de la situation

17. On parle souvent de perception de la situation dans le cadre du facteur humain pour désigner le degré de conscience qu'a l'opérateur de ce qui se passe autour de lui. Dans le cas de la conduite automatisée, cette perception désigne souvent « le fait de percevoir et d'appréhender le "mode" du véhicule ». Cela signifie que la personne qui conduit ou surveille la conduite doit savoir si le système est activé ou désactivé, quelles fonctions il assure et n'assure pas et ce que doit encore faire le conducteur. En matière de perception de la situation, l'interface homme-machine utilisée pour fournir des informations est de la première importance. La perception joue également un rôle dans la conception du système d'aide à la conduite. Lorsque le conducteur ne sait pas très bien si le système est activé ou désactivé et quelles fonctions il assure et n'assure pas, la sécurité peut être menacée. Toutefois, pendant les phases de conduite automatisée, lorsque le système effectue toutes les opérations de conduite, il n'est pas forcément nécessaire de veiller à la perception.

H. Charge de travail

18. Les systèmes automatisés peuvent avoir d'importantes répercussions sur la charge de travail du conducteur et créer des surprises. Ces systèmes ont été conçus à l'origine pour réduire les erreurs et pour optimiser l'exécution des tâches tout en réduisant la charge de travail et, éventuellement, les besoins de formation. Toutefois, il est fréquent que l'automatisation ne diminue pas la charge de travail, mais change seulement la nature de ce travail. Si la charge de travail physique peut diminuer, la charge de travail mental peut augmenter, ce qui peut être la cause d'erreurs imprévues. L'automatisation peut néanmoins diminuer considérablement la charge de travail de l'être humain et améliorer la performance et la sécurité lorsqu'elle est bien conçue et utilisée.

19. L'automatisation peut également avoir pour conséquence de réduire la perception humaine de la situation. L'exécution manuelle d'une tâche donne davantage de travail, mais elle rend l'exécutant plus conscient de ce qu'il fait.

20. Lorsque l'automatisation est partielle, le travail peut être « en dents de scie », c'est-à-dire présenter des pointes d'activité et des temps morts. Un système automatisé peut aider efficacement un conducteur lorsque la charge de travail est faible, ce qui peut être le cas quand la circulation est réduite ou quand l'itinéraire est simple. Mais lorsque la charge de travail est importante, le système peut ralentir, voire gêner le conducteur. Les choses se compliquent lorsque le système est tour à tour activé et

désactivé; cela peut en effet dérouter le conducteur (dont la perception est amoindrie) et entraîner une augmentation sans précédent de la charge de travail dans les situations à risque.

21. Dans les phases de conduite automatisée, pendant lesquelles le système conduit entièrement seul, les problèmes qui viennent d'être évoqués peuvent être d'une moindre gravité.

I. Adaptation comportementale et neutralisation du risque

22. Les adaptations comportementales sont des comportements qui sont susceptibles d'apparaître après une modification du système route-véhicule-usager et qui ne sont pas voulus par les auteurs de ladite modification. On sait bien que l'être humain essaye de tirer des systèmes le plus grand bénéfice personnel possible et que l'on peut généralement comprendre ces adaptations en les observant. Mais, si l'on néglige de les étudier, il est impossible de les prédire.

J. Faire face aux défaillances du système

23. Bien que la conduite automatisée présente un certain nombre d'avantages, elle comporte aussi des risques. Un grand nombre d'accidents de la route étant directement liés aux erreurs du conducteur, il est nécessaire de s'assurer que l'incapacité de ce dernier à réagir aux défaillances du système n'aggraverait pas les choses. Cette situation peut résulter du retrait de l'être humain de la boucle de commande, alors que le conducteur demeure responsable des défaillances du système, quand bien même celles-ci sont rares.

24. Le recours à une technologie garantissant par défaut la sécurité du véhicule lorsque le système est défaillant peut résoudre ces problèmes.

K. « Instruction » du véhicule par l'être humain et retour d'informations

25. Le retour d'informations est important, mais il doit aussi s'effectuer en temps utile et être pertinent. L'être humain peut négliger des mises en garde trop discrètes, mais des mises en garde trop insistantes peuvent se révéler pénibles. Un retour d'informations prématuré ou inapproprié (en d'autres termes une fausse alerte) peut être source d'inattention, ne pas être pris au sérieux ou inciter à désactiver le système d'avertissement. Il peut être nécessaire de permettre au conducteur de configurer le tableau de bord et les paramètres du système en fonction de ses préférences. La personnalisation peut cependant être à double tranchant puisqu'elle peut égarer d'autres utilisateurs.

26. Dans les phases de conduite automatisée, pendant lesquelles le système conduit entièrement seul, les problèmes qui viennent d'être évoqués peuvent être d'une moindre gravité.

L. Excès de confiance

27. L'excès de confiance est une situation dans laquelle l'être humain ne remet pas en question l'efficacité du système et ne vérifie pas suffisamment son état de fonctionnement. Le manque d'attention et le manque de discernement sont deux

sources importantes d'accidents. L'excès de confiance et le manque de vigilance pourraient aggraver ces problèmes.

28. Dans les phases de conduite automatisée, pendant lesquelles le système conduit entièrement seul, le problème de l'excès de confiance peut être d'une moindre gravité.

M. Acceptation et confort

29. Il est essentiel que les véhicules soient acceptés indépendamment de leur degré d'automatisation. C'est ce qui conduira à leur utilisation ou à leur rejet. Il est possible de distinguer quatre critères d'acceptation :

- L'utilité et l'intérêt du système du point de vue du conducteur;
- L'exploitabilité du système et la satisfaction du conducteur;
- La fiabilité du système et la confiance (subjective) du conducteur à son égard;
- La confiance des autres usagers de la route vis-à-vis du système.

N. Perte des compétences

30. L'automatisation peut conduire à une perte des compétences. Lorsqu'on est capable d'exécuter une tâche relativement bien, mais qu'on ne l'exécute pas pendant un certain temps, on perd la capacité d'exécuter cette tâche. Dans le cas des véhicules entièrement automatisés, cela peut également représenter un problème. Par exemple, si une personne obtient son permis de conduire les autobus mais ne travaille que sur des véhicules automatiques (qu'elle ne fait que contrôler), elle peut perdre son aptitude à conduire les autobus. À cet égard, les véhicules partiellement automatisés ne posent pas de problème particulier dans la mesure où, normalement, les conducteurs continuent à conduire le véhicule manuellement. Dans le cas d'une mise en service à grande échelle de véhicules partiellement automatisés, il demeure nécessaire d'exiger des conducteurs une capacité minimale de la conduite manuelle.

31. Sur les véhicules entièrement automatisés, la perte de la qualification est élevée. Si le conducteur ne fait que contrôler le système et ne conduit que rarement lui-même, le risque imputable au facteur humain peut être important. Pour que la reprise en main s'effectue correctement en cas de défaillance du système, il faut un conducteur compétent qui se souvienne de la procédure à suivre et soit capable de conduire aussi bien que le système.

32. Le recours à une technologie garantissant par défaut la sécurité du véhicule lorsque le conducteur n'est pas capable d'en reprendre le contrôle peut réduire les problèmes.

O. La Convention de Vienne et la conduite autonome ou semi-autonome

33. L'article 1 v) de la Convention de Vienne qualifie de « conducteur » toute personne qui assume la direction d'un véhicule, automobile ou autre (cycle compris), ou qui, sur une route, guide des bestiaux, isolés ou en troupeaux, ou des animaux de trait, de charge ou de selle. Pour l'essentiel, la Convention définit des règles à l'usage des conducteurs. Preuve en est la fréquence d'emploi de ce mot, qui apparaît 175 fois et figure dans presque tous les articles (à l'exception des numéros 9, 20, 24, 26, 29, 36, 37, 38 et 40) et dans toutes les annexes.

34. Il est donc primordial de déterminer, pour chaque niveau d'automatisation, si un conducteur est toujours nécessaire et, dans l'affirmative, de définir son rôle. La meilleure façon de répondre à ces questions est de distinguer trois cas de figure :

a) Systèmes prenant partiellement en charge la conduite – Un conducteur apte et compétent est nécessaire. Celui-ci doit être attentif à chaque instant et doit assurer le contrôle du véhicule lorsque le système l'y invite (amendement déjà approuvé par le WP.1);

b) Systèmes prenant entièrement en charge la conduite sur certaines routes ou certains trajets – Un conducteur apte et compétent est nécessaire. Celui-ci n'est pas tenu d'être attentif lorsque le système prend le contrôle du véhicule, mais il doit être capable de reprendre le contrôle lorsque le système l'y invite;

c) Systèmes prenant entièrement en charge la conduite du départ à l'arrivée – Un conducteur n'est pas nécessaire. S'il y en a un, il n'a pas besoin d'être attentif, d'être physiquement et mentalement apte et de savoir conduire. Il peut utiliser son téléphone portable, etc.

III. Amendements à apporter à l'article 8

35. Il convient d'ajouter à l'article 8 deux nouveaux paragraphes (qui porteront les numéros *5 ter* et *5 quater*).

5 bis. Les systèmes embarqués **autres que ceux dont il est question aux articles 5 ter et 5 quater, qui ont** une incidence sur la conduite du véhicule **en prenant en charge certaines des tâches du conducteur**, sont réputés conformes au paragraphe 5 du présent article et au premier paragraphe de l'article 13 s'ils sont conformes aux prescriptions en matière de construction, de montage et d'utilisation énoncées dans les instruments juridiques internationaux relatifs aux véhicules à roues et aux équipements et pièces susceptibles d'être montés et/ou utilisés sur un véhicule à roues¹.

Les systèmes embarqués **autres que ceux dont il est question aux articles 5 ter et 5 quater, qui ont** une incidence sur la conduite du véhicule **en prenant en charge certaines des tâches du conducteur** et qui ne sont pas conformes aux conditions susmentionnées de construction, de montage et d'utilisation, sont réputés conformes au paragraphe 5 du présent article et au premier paragraphe de l'article 13 pour autant qu'ils puissent être neutralisés ou désactivés par le conducteur.

Lorsqu'un véhicule est conduit par ce type de système embarqué, le conducteur doit être capable d'en reprendre le contrôle à tout moment, dès que le système embarqué l'invite à le faire.

Le paragraphe *5 ter* se lira comme suit :

***5 ter.* Les systèmes embarqués prenant en charge toutes les tâches du conducteur autres que ceux dont il est question à l'article 5 quater sont réputés conformes au paragraphe 5 du présent article et au premier paragraphe de l'article 13 s'ils sont conformes aux conditions de construction, de montage et d'utilisation énoncées**

¹ Par exemple, les Règlements ONU annexés à l'Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés et/ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions (Genève, 20 mars 1958), ou les Règlements techniques mondiaux de l'ONU élaborés dans le cadre de l'« Accord concernant l'établissement de Règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues, ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues » (Genève, 25 juin 1998).

dans les instruments juridiques internationaux concernant les véhicules à roues et les équipements et pièces susceptibles d'être montés et/ou utilisés sur un véhicule à roues¹.

Lorsque le véhicule est conduit par ce type de système embarqué, le paragraphe 6 du présent article ne s'applique pas. Toutefois, le conducteur doit être capable d'en reprendre le contrôle à tout moment, dès que le système embarqué l'invite à le faire.

Le paragraphe 5 *quater* se lira comme suit :

5 *quater*. Les systèmes embarqués prenant intégralement la relève du conducteur du départ à l'arrivée sont réputés conformes au paragraphe 5 du présent article et au premier paragraphe de l'article 13 s'ils sont conformes aux conditions de construction, de montage et d'utilisation énoncées dans les instruments juridiques internationaux concernant les véhicules à roues et les équipements et pièces susceptibles d'être montés et/ou utilisés sur un véhicule à roues¹.

Lorsque le véhicule est conduit par un système embarqué de ce type, les paragraphes 1, 3, 4 et 6 du présent article ne s'appliquent pas.
