



AUTOMATION MYTH BUSTING SERIES



German Centre for
Rail Traffic Research at the
Federal Railway Authority

MYTHE DE L'AUTOMATISATION #4

L'automatisation prive l'opérateur humain de ses droits, rendant impossible l'association entre les humains et l'automatisation

Nouvelle forme de travail d'équipe: faire équipe entre les humains et l'automatisation

RÉSUMÉ

Du fait des progrès technologiques, l'automatisation n'est plus considérée aujourd'hui seulement comme un outil pour l'homme, mais, en raison de l'exécution de tâches complexes, est de plus en plus discutée en tant que membre de l'équipe. Cet article décrit comment le succès de l'équipe peut être réalisé de manière optimale afin que les forces de l'opérateur humain et l'automatisation soient mises à profit. Le facteur décisif est une conception du travail centrée sur l'humain qui se concentre sur les besoins des opérateurs humains. Un exemple tiré de l'expérience du contrôle - aérien est utilisé et les résultats sont transférés à la gestion des technologies d'enclenchement existantes dans l'industrie ferroviaire. Les premières tendances du travail d'équipe entre les aiguilleurs et l'automatisation émergent déjà aujourd'hui. À l'avenir, cette nouvelle forme de travail d'équipe pourra être développée avec l'aide du modèle introduit sur les aspects clés d'une collaboration réussie entre les humains et l'automatisation.

AUTEUR

Dr Michèle Rieth

est chercheur au Département de psychologie des affaires et de gestion des ressources humaines de l'Université de Brême, en Allemagne. Elle mène des recherches d'un point de vue de la psychologie du travail sur les effets de l'automatisation croissante sur les employés et sur le thème de l'association homme-autonomie

INTRO

Je voudrais démontrer la complexité de l'interaction entre les humains et l'automatisation dans le contexte du travail à l'aide d'un exemple tiré du contrôle de la circulation aérienne. Le travail des contrôleurs de la circulation aérienne consiste à superviser et à naviguer le trafic aérien dans un espace aérien assigné. Afin d'accroître l'efficacité et la sécurité, des systèmes d'assistance automatisés sont de plus en plus mis en œuvre, tels que le « gestionnaire d'arrivée ». Le gestionnaire d'arrivée fournit des suggestions spécifiques sur la séquence d'approche optimale d'un aéroport en approche, en tenant compte de divers paramètres tels que la trajectoire de vol, la vitesse, les conditions de piste, etc. (Eurocontrol, n.d.; SKYbrary, n.d.). Il montre aux employés comment naviguer de manière optimale dans des situations spécifiques. Cependant, ce qui était initialement considéré comme une avancée bénéfique pour l'industrie est désormais perçu comme négatif par certains employés (cf. Rieth, 2022). Ils se sentent privés de leurs droits par l'automatisation. Leur travail actif et créatif de générer une séquence d'approche significative à partir de l'«encombrement du trafic» a été transféré au système. Si les contrôleurs aériens utilisent cette automatisation, ils doivent vérifier la séquence d'approche créée par l'outil, ce qui est chronophage puis la mettre en œuvre plus ou moins passivement. Dans le processus de mise en œuvre de ce système

l'automatisation d'une tâche considérée comme attractive par employés, c'est-à-dire un aspect avec lequel ils associent fortement leur travail, n'a pas été considérée. Les effets holistiques sur l'ensemble du système — l'automatisation et l'homme — n'ont pas été pris en compte de manière exhaustive. Par conséquent, au lieu des avantages attendus de l'automatisation, des conséquences négatives involontaires peuvent avoir des conséquences négatives à long terme, telles que l'insatisfaction au travail, la baisse de motivation et, par conséquent, une baisse des performances.

TRANSFORMATION DE L'AUTOMATISATION D'UN OUTIL À UN MEMBRE DE L'ÉQUIPE

Le monde du travail d'aujourd'hui se caractérise par l'utilisation croissante de l'automatisation. Dans le passé, seules de simples tâches de routine pouvaient être automatisées. Aujourd'hui, les progrès technologiques dans l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle permettent également l'automatisation de diverses tâches cognitives complexes (Moray et al., 2000; Parasuraman et al., 2000; Sheridan et Parasuraman, 2005). De tels degrés d'automatisation sont généralement associés à l'automatisation qui non seulement aide les humains à *acquérir et à analyser l'information, mais agit également au stade de la sélection des décisions ou de la mise en œuvre de l'action* (Parasuraman et al., 2000). Par exemple, l'automatisation propose des solutions aux humains pour la tâche à accomplir, donne des instructions concrètes sur la façon d'agir ou exécute automatiquement des actions. De nos jours, la technologie peut même gérer les sous-tâches de manière autonome, c'est-à-dire qu'elle peut fonctionner avec peu ou pas d'intervention humaine (Demir et al., 2019; Hancock, 2017). En conséquence, l'automatisation n'est plus considérée comme un outil, mais est de plus en plus examinée sous l'angle de membre de l'équipe (Demir et al., 2019; Rieth & Hagemann, 2022).

Dans la littérature scientifique, ce sujet est analysé sous le terme *Human-Autonomy Teaming* (cf. O'Neill et al., 2022). Par définition, une équipe « d'autonomie humaine » est composée d'au moins une personne et d'une unité technique (partiellement) autonome, l'agent (partiellement) autonome. Ils travaillent ensemble dans une relation interdépendante pour accomplir avec succès une tâche commune (O'Neill et al., 2022). Un agent autonome peut s'adapter à l'évolution des exigences et prendre des décisions de manière indépendante (Demir et al., 2019; Hancock, 2017). Par conséquent, l'autonomie va de pair avec un degré d'automatisation plus élevé (Hancock, 2017). Sur le plan technologique, seule une autonomie partielle peut être réalisée dans la plupart des cas aujourd'hui, en particulier dans les domaines critiques pour la sécurité. Ici, l'agent technique agit de manière autonome dans un champ prédéfini pour une sous-tâche très spécifique (O'Neill et al., 2022). Par conséquent, les humains sont toujours nécessaires, ce qui entraîne une étroite collaboration entre les humains et la technologie (Endsley, 2017; Wooldridge, 2013) égale au travail d'équipe. Les deux parties contribuent de manière collaborative et interdépendante à un objectif commun global.

LA CONCEPTION DE TRAVAIL CENTRÉE SUR L'HUMAIN COMME FACTEUR CLÉ DU SUCCÈS DE L'ASSOCIATION HOMME-AUTONOMIE

L'exemple dans l'introduction montre que l'automatisation peut également être perçue négativement par les utilisateurs parce qu'elle les prive de leurs droits et interfère avec leur processus décisionnel autonome. Ainsi, la question se pose de savoir si un travail d'équipe entre les humains et l'automatisation est réellement réalisable. La clé réside dans la conception des travaux en béton (Gagné et al., 2022; Parker & Grote, 2022). Deux approches différentes sont ici développées. *L'approche axée sur la technologie* met l'accent sur la capacité de la technologie. Toutes les fonctions automatisées sont celles qui peuvent être exécutées avec plus de précision, d'efficacité ou de fiabilité par un système technologique que par l'homme. Les tâches restantes restent à la charge de l'humain au sens du principe de gauche (Parasuraman & Riley, 1997; Roth et

al., 2019). Cette approche peut entraîner des conditions de travail restrictives pour les êtres humains, par exemple s'ils ne se voient attribuer des tâches passives qu'à la suite de l'automatisation. Ainsi, il y a un risque accru que les humains perçoivent leurs activités de travail comme moins significatives, plus monotones et ennuyeuses, ce qui peut conduire à l'inattention, à la démotivation et, par conséquent, à des pertes de performance (Parker & Grote, 2022). En revanche, une *approche centrée sur l'humain* met l'accent sur les besoins humains dans le contexte de la conception, de la mise en oeuvre et de l'utilisation de l'automatisation (Billings, 1991). Ici, l'automatisation est utilisée pour compenser les limitations humaines ou pour améliorer les capacités humaines. L'objectif de l'automatisation est de soutenir les humains de la meilleure façon possible (Billings, 1991). Cette approche considère qu'il n'est pas toujours raisonnable d'automatiser tout ce qui conduit à plus d'efficacité. Au lieu de cela, les effets sur l'homme sont pris en compte et les coûts et les bénéfices sont évalués de manière holistique.

Grâce à l'approche centrée sur l'humain, l'association homme-autonomie peut être réalisée avec succès sans que les humains se sentent privés de leurs droits par l'automatisation. Le modèle suivant montre quels aspects peuvent être propices à la réalisation d'un tel partenariat (fig. 1).

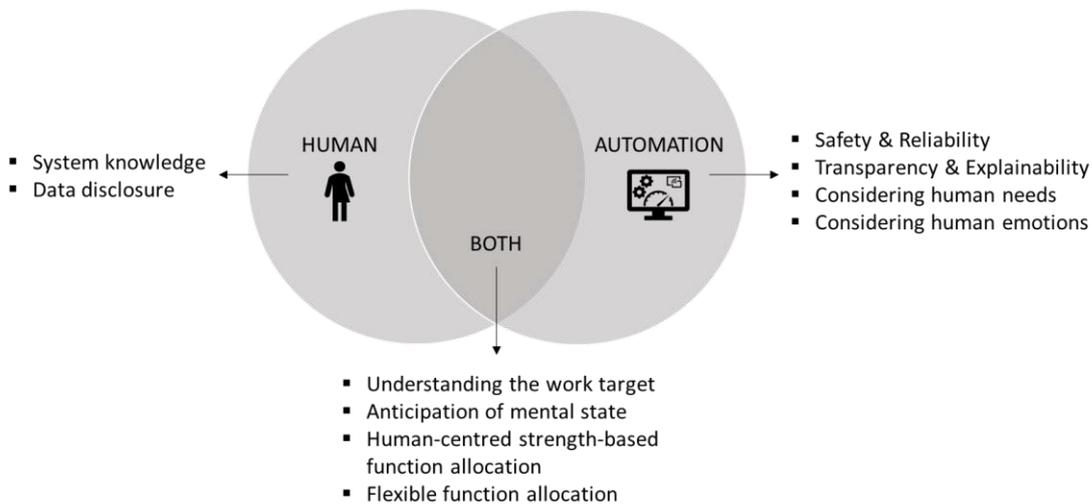


Fig. 1: Modèle d'aspects clés pour une collaboration réussie entre les humains et l'automatisation (basé sur Rieth & Hagemann, 2022).

Le modèle a été établi sur la base d'une étude d'interviews internationale d'experts. Il montre quels aspects peuvent contribuer à la réalisation réussie de l'association homme-autonomie, tant du côté humain que du côté de l'automatisation (pour plus de détails, voir Rieth & Hagemann, 2022). Le modèle ne prétend pas que tous les aspects doivent être remplis simultanément, mais représente plutôt un ensemble d'aspects qui, du point de vue des experts, sont propices à la réalisation d'un travail d'équipe. Un aspect clé est que l'opérateur humain apporte des connaissances du système, c'est-à-dire qu'il connaît la logique, les capacités et les limites du système. En outre, il devrait y avoir une volonté de divulguer des données à caractère personnel afin que l'automatisation puisse fournir un soutien basé sur les besoins en fonction de ces données. Un autre aspect clé du côté de l'automatisation est qu'elle devrait fonctionner de manière sûre et fiable, car sinon, des problèmes peuvent survenir en ce qui concerne la confiance des humains dans l'automatisation et leur volonté de l'utiliser. En outre, le comportement, le mode et les intentions de l'automatisation doivent être rendus transparents pour l'humain grâce à la conception de l'interface. Pour un travail d'équipe réussi, il est également bénéfique que l'automatisation puisse expliquer les raisons qui ont conduit à une décision automatisée d'une manière compréhensible. De plus, elle devrait idéalement être capable de prendre en compte les besoins et les émotions de l'homme. Par exemple, si l'humain est fatigué,

elle pourrait fournir plus de soutien. Afin de parvenir à un travail d'équipe, l'humain et l'automatisation doivent connaître et comprendre l'objectif global du travail. En outre, pour la réalisation d'une équipe, il est bénéfique que les états actuels et futurs (mentaux) puissent être estimés mutuellement. Il est également propice à l'association si les tâches sont assignées de manière centrée sur l'homme en fonction des forces de l'être humain et si cette répartition des fonctions peut être ajustée de manière flexible en fonction des conditions situationnelles.

L'ASSOCIATION HOMME-AUTONOMIE DANS L'INDUSTRIE FERROVIAIRE

À l'instar des contrôleurs de la circulation aérienne, les aiguilleurs opèrent également dans un secteur critique pour la sécurité avec un haut niveau de responsabilité. Ils supervisent et gèrent également le trafic à l'aide de technologies complexes et s'assurent que le trafic est réalisé en toute sécurité, efficacement et de manière ordonnée. À l'instar des contrôleurs aériens, ils suivent une formation intensive pour être en mesure d'accomplir leur travail. Ainsi, ici, nous avons également affaire à un groupe d'employés hautement qualifiés dont le travail est fondamentalement modifié par la mise en place d'une automatisation croissante.

Alors que le contrôle de la circulation aérienne utilise principalement l'automatisation qui fonctionne au niveau de l'analyse de l'information, il existe déjà des systèmes d'assistance aux emboîtements électroniques qui prennent également en charge les fonctions de prise de décision et d'exécution d'actions, telles que le réglage automatique de l'itinéraire. Ce système définit les itinéraires pour tous les trains énumérés dans le plan de contrôle sur la base des données saisies à l'avance. Si aucune inscription n'est faite pour les temps d'attente ou le passage des trains, le système décide généralement sur la base du principe du premier arrivé, premier servi. Si les conditions de sécurité sont remplies, l'enclenchement fixe automatiquement l'itinéraire et permet au train de circuler. Le système de contrôle des trains n'est donc pas seulement un système d'aide à la décision, mais aussi d'exécution d'actions. L'automatisation ne fonctionne que si les données d'un train sont disponibles et soumises à une sécurité technique complète. Si ce n'est pas le cas, les signaux restent en attente et le trafic ferroviaire s'arrête jusqu'à ce que les humains interviennent pour corriger la situation.

La différence dans le degré d'automatisation dans le contrôle de la circulation aérienne peut s'expliquer par le fait que, dans le contrôle des trains, en ce qui concerne la direction du mouvement, seul un espace bidimensionnel doit être envisagé et qu'il y a un état sûr à l'arrêt selon la devise «Un train debout est un train sûr». D'autre part, dans le contrôle du trafic aérien, l'espace tridimensionnel ajoute une autre dimension de complexité. Étant donné que les humains continuent d'être responsables et qu'il n'est pas possible de garantir un état de sécurité dans l'air semblable à l'arrêt dans l'industrie ferroviaire, un degré plus élevé d'automatisation au stade de la mise en œuvre de l'action n'est pas actuellement visé dans le contrôle du trafic aérien. Malgré tous les efforts d'automatisation, les aiguilleurs restent une part essentielle de l'industrie ferroviaire. Par exemple, en raison des normes de sécurité, le système de contrôle des trains agit séparément du système de régulation. Il n'a donc généralement pas accès aux données actuelles sur les horaires et les retards. En cas de conflits causés par des retards, le principe du premier arrivé premier servi n'est pas toujours approprié. Dans ce cas, une régulation manuelle des aiguilleurs est requise. Par exemple, ils doivent désactiver ou réactiver le contrôle du train à des signaux individuels ou modifier l'itinéraire. Il en va de même en cas de dysfonctionnement. Ensuite, le système de commande du train n'est pas autorisé à continuer à fonctionner automatiquement et l'humain doit prendre le contrôle manuel. En conséquence, les premières tendances de la conception de cette équipe émergent ici: les aiguilleurs et l'automatisation travaillent de manière interdépendante vers un objectif commun: un flux de trafic sûr, efficace et ordonné.

La manière dont cette collaboration entre les humains et l'automatisation peut être renforcée à l'avenir peut être considérée à l'aide des aspects clés du modèle ci-dessus. Alors que l'automatisation en tant que

membre de l'équipe prend déjà en charge des tâches étendues et simples et soulage ainsi considérablement les aiguilleurs en fonctionnement régulier, la transparence relative à la gestion des circulations en ce qui concerne la communication des actions planifiées et des prochaines actions exécutées pourrait encore être améliorée. La priorité absolue devrait être de se concentrer sur les opérateurs humains et leurs besoins afin que l'équipe puisse continuer à être conçue d'une manière centrée sur l'humain, à l'avenir.

CONCLUSION

Les effets des nouvelles technologies d'automatisation sur la perception humaine — et donc sur leur motivation, leur satisfaction au travail et leurs performances — dépendent de la conception du travail spécifique (Gagné et al., 2022; Parker & Grote, 2022). Si une approche centrée sur l'humain est choisie, contrairement au mythe de l'automatisation #4, même la conception d'une équipe composée d'humains et d'automatisation est possible. En référence à l'exemple introductif sur contrôle du trafic aérien, une solution au problème de la privation de droits pourrait être, par exemple, de permettre aux contrôleurs aériens d'attribuer de manière flexible les fonctions entre eux et l'automatisation en fonction de leurs besoins (cf. Rieth, 2022). Par exemple, dans des situations de trafic stressant, le « gestionnaire des arrivées » pourrait les aider, alors que dans des situations de circulation calme et dans le but d'une pratique régulière, ils prennent en charge la tâche de se séquencer eux-mêmes. Le modèle ci-dessus spécifie quels aspects peuvent être propices à la conception de l'équipe. A l'avenir, cela pourrait également être pertinent dans l'industrie ferroviaire dans la conception du système socio-technique en tant que membre de l'équipe.

RECONNAISSANCE

Je tiens à remercier Justin Adam et Alexander Schulz, dont l'expertise a contribué au succès du transfert vers l'industrie ferroviaire.

RÉFÉRENCES

- Billings, C. E. (1991). Automatisation des aéronefs centrés sur l'homme: *Un concept et des lignes directrices*. Mémoire technique 103885. Centre de recherche Ames de la NASA.
- Demir, M., McNeese, N. J. & Cooke, N. J. (2019). L'évolution des équipes d'autonomie humaine dans les opérations de systèmes d'aéronefs télépilotes. *Frontières dans la communication*, 4(50). <https://doi.org/10.3389/fcomm.2019.00050>
- Endsley, M. R. (2017). D'ici à l'autonomie: Leçons tirées de la recherche sur l'automatisation humaine. *Facteurs humains*, 59(1), 5–27. <https://doi.org/10.1177/0018720816681350>
- Eurocontrol. (o.J.). *Gestion des arrivées*. https://www.eurocontrol.int/phare/public/standard_page/Arrival_Mgt.html
- Gagné, M., Parker, S. K., Griffin, M. A., Dunlop, P. D., Knight, C., Klonek, F. E. et Parent-Rochelleau, X. (2022). Comprendre et façonner l'avenir du travail avec la théorie de l'autodétermination. *Revue de la nature Psychologie*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1038/s44159-022-00056-w>
- Hancock, P. A. (2017). Imposer des limites aux systèmes autonomes. *Ergonomie*, 60(2), 284-291. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1190035>
- Moray, N., Inagaki, T. & Itoh, M. (2000). Automatisation adaptative, confiance et confiance en soi dans la gestion des défauts des tâches critiques dans le temps. *Revue de psychologie expérimentale: Application*, 6, paragraphe 1, 44-58. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.6.1.44>
- O'Neill, T., McNeese, N. J., Barron, A. & Schelble, B. G. (2022). Équipe d'autonomie humaine: Revue et analyse de la littérature empirique. *Facteurs humains*, 64(5), 904-938. <https://doi.org/10.1177/0018720820960865>
- Parasuraman, R. & Riley, V. (1997). Humains et automatisation: Utilisation, mauvaise utilisation, désutilisation, abus. *Facteurs humains*, 39(2), 230-253. <https://doi.org/10.1518/00187209778543886>
- Parasuraman, R., Sheridan, T. B. & Wickens, C. D. (2000). Un modèle pour les types et les niveaux d'interaction humaine avec l'automatisation. *IEEE Transactions sur les systèmes, l'homme et la cybernétique — Partie A: Systèmes et humains*, 30(3), 286-297. <https://doi.org/10.1109/3468.844354>
- Parker, S. K. & Grote, G. (2022). Automatisation, algorithmes et au-delà: Pourquoi la conception du travail compte plus que jamais dans un monde numérique *Psychologie appliquée*, 71(4), 1171–1204. <https://doi.org/10.1111/apps.12241>

- Rieth, M. (2022). *Auswirkungen zunehmender Automatisierung auf Beschäftigte in den Organisationen mit hoher Zuverlässigkeit — Eine Analyse der veränderten Arbeitsrolle und Anforderungen unter Berücksichtigung der Arbeitsgestaltung am Beispiel des Berufsbildes der Fluglots:innen*. Pabst Science Publishers.
- Rieth, M. & Hagemann, V. (2022). L'automatisation en tant que joueur d'équipe égal pour les humains? — Une vision du domaine et des implications pour la recherche et la pratique. *Ergonomie appliquée*, 98, 103552.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103552>
- Roth, E. M., Sushereba, C., Militello, L. G., Dilulio, J. & Ernst, K. (2019). Considérations d'allocation des fonctions à l'ère de l'équipe d'autonomie humaine. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 13(4), 199-220.
<https://doi.org/10.1177/1555343419878038>
- Sheridan, T. B. & Parasuraman, R. (2005). Interaction homme-automatisation. *Revue des facteurs humains et de l'ergonomie*, 1(1), 89-129. <https://doi.org/10.1518/155723405783703082>
- SKYbrary. (o.J.). *Gestionnaire des arrivées (AMAN)*. <https://www.skybrary.aero/articles/arrival-manager-aman>
- Wooldridge, M. (2013). Des agents intelligents. Dans G. Weiss (Hrsg.), *Multiagent Systems* (2. Aufl., art. 3 à 50). La presse du MIT.