



**HAL**  
open science

# De la Simulation Numérique au Cas d'Etude - Un Exemple de Partage d'Autonomie entre Humains et Robots

Corentin Ascone, Frédéric Vanderhaegen

► **To cite this version:**

Corentin Ascone, Frédéric Vanderhaegen. De la Simulation Numérique au Cas d'Etude - Un Exemple de Partage d'Autonomie entre Humains et Robots. ERGO'IA 2023, Oct 2023, Bidart, France. hal-04405071

**HAL Id: hal-04405071**

**<https://hal.science/hal-04405071>**

Submitted on 19 Jan 2024

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

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

# De la Simulation Numérique au Cas d'Etude – Un Exemple de Partage d'Autonomie entre Humains et Robots<sup>1</sup>

De la simulation numérique au cas d'étude

Prérequis pour le partage d'autonomie entre humains et robots

Corentin Ascone

Université Polytechnique Hauts-de-France, LAMIH UMR CNRS 8201 – Le Mont Houy – 59313 Valenciennes,  
[corentin.ascone@uphf.fr](mailto:corentin.ascone@uphf.fr)

Frédéric Vanderhaegen

Université Polytechnique Hauts-de-France, LAMIH UMR CNRS 8201 – Le Mont Houy – 59313 Valenciennes & INSA  
Hauts-de-France – Le Mont Houy – 59313 Valenciennes, [frederic.vanderhaegen@uphf.fr](mailto:frederic.vanderhaegen@uphf.fr)

Ce poster propose un cadre méthodologique pour concevoir et étudier un cas d'étude impliquant des flux de robots mobiles qui transmettent leurs intentions d'action aux utilisateurs. Ce cadre est basé sur une analyse de terrain et sur les niveaux de partage d'autonomie entre humains et systèmes. Le cas d'étude qui en découle doit permettre de simuler les communications des intentions d'action de robots à des utilisateurs, d'identifier les éventuels problèmes relatifs aux traitements des situations proposées, et d'émettre des voies de solution. Les résultats de l'étude montrent des incohérences dans la perception, la compréhension ou l'anticipation des situations présentées à 18 étudiants en fin de formation de Master en Transport, Mobilité, Réseaux. Ils permettent de confirmer 1) le besoin de prendre en compte des compétences en termes non seulement de coopération, mais aussi d'apprentissage, de compétition et de pédagogie et 2) l'émergence d'une nouvelle forme de coopération, i.e. la coopération inclusive lors de la conception du partage d'autonomie entre humains et robots.

This poster proposes a methodological framework to design and study a case study involving flows of mobile robots that transmit their action intentions to users. This framework is based on an analysis of a field scenario and on levels of shared autonomy between humans and systems. The resulting case study should make it possible to simulate the communications of robot action intentions to users, to identify any problems relating to the processing of the proposed situations, and to issue possible solutions. The results of the study show inconsistencies in the perception, understanding or anticipation of the situations presented to 18 students at the end of their Master's degree in Transport, Mobility, Networks. They confirm the need to consider 1) skills in terms not only on cooperation, but also on learning, competition and pedagogy and 2) the emergence of a new form of cooperation, i.e. inclusive cooperation, when designing the sharing of autonomy between humans and robots.

CCS CONCEPTS • Interaction design • User characteristics • Human computer interaction

---

<sup>1</sup> Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the Owner/Author. Copyright is held by the owner/author.  
ERGO'IA 2023, October 10--13, 2023, Bidart, France.  
ISBN: 979-8-4007-0910-4

**Additional Keywords and Phrases:** Interaction humain-robot, simulation numérique, partage d'autonomie, coopération inclusive

## 1 INTRODUCTION

Un système autonome est un système automatisé capable de décider seul sans aucune intervention humaine. Le concept « Humain dans la boucle » (« Human in the loop » en anglais) reste toutefois fortement mis en avant dans les préoccupations actuelles pour définir les caractéristiques de l'industrie ou du transport du futur. Entre le tout manuel et le tout automatique, différents niveaux de partage d'autonomie peuvent alors être appliqués imposant des modalités d'interaction entre humains et systèmes techniques [1-5]. Afin d'optimiser ces interactions humains-systèmes, les principes de coopération ou de collaboration ont souvent été mis en avant [6-12]. Or, les capacités de coopération sont-elles suffisantes pour le contrôle optimal du partage d'autonomie entre humains et systèmes tels que des robots ? La conception centrée utilisateur s'est souvent orientée vers des démarches d'intégration humains-systèmes mais de nouvelles approches basées sur l'inclusion humains-systèmes se développent de plus en plus afin de satisfaire tous les utilisateurs quels que soient leur niveau cognitif, physique, social ou économique par exemple [13-16]. Parmi elles, il y a celles qui préconisent le développement de capacités d'apprentissage [17-21], de compétition [22], ou de pédagogie [13] pouvant être complémentaires aux capacités de coopération et faisant émerger le concept de coopération inclusive [16].

Ce poster est une contribution à ce processus 1) de mise en œuvre d'interactions entre humains et robots et 2) d'identification de besoins de la coopération inclusive. Il propose un cadre méthodologique pour spécifier et étudier un cas d'étude à partir d'une situation réelle et des niveaux de partage d'autonomie entre humains et systèmes de Sheridan [1]. La section 2 concerne le cadre méthodologique et son contexte d'application pour spécifier le cas d'étude présenté et analysé dans la section 3. La dernière section donne les conclusions et les perspectives de travaux de recherche.

## 2 CADRE METHODOLOGIQUE DE CONCEPTION D'UN CAS D'ETUDE D'INTERACTION HUMAIN-ROBOT

Il s'agit d'analyser des situations d'ambiguïté opérationnelle entre les intentions d'un système autonome ou semi-autonome avec celles d'un utilisateur. Ces conditions conflictuelles sont des dissonances situationnelles et ont été étudiées dans le cadre d'usages d'aides à la conduite telles que le régulateur de vitesse, le régulateur de vitesse adaptatif ou le système de maintien de voie [23-27]. Ces études montrent que ces systèmes conçus pour la sécurité des personnes peuvent générer des risques potentiels lorsque certaines conditions sont regroupées.

Le cadre méthodologique, Figure 1, s'appuie sur le cas pratique présenté dans [27], et les possibilités d'interaction dans le cadre d'un partage d'autonomie entre humains et systèmes, telles que celles développées dans [1]. Le niveau 1 est le mode entièrement manuel alors que le niveau 10 correspond au mode entièrement automatique. Les niveaux intermédiaires permettent de partager l'autonomie entre humains et systèmes. Du niveau 2 au niveau 5, le système propose des alternatives à l'opérateur humain, et l'implémentation ou la validation de la décision proposée reste manuelle. Dans les niveaux 6 à 9, le système implémente une décision et l'humain peut intervenir avant un délai prédéfini ou être informé sur le déroulé de la décision soit de manière systématique soit à la demande de l'humain ou du système. La situation présentée dans [27] concerne les conflits décisionnels entre un régulateur de vitesse adaptatif activé (i.e., ACC) et le conducteur. Au passage du feu vert, le conducteur ne freine pas, ce qui ne désactive pas l'ACC. Cependant, celui-ci arrêtera le véhicule sur la voie ferrée afin d'éviter une collision avec le véhicule qui le précède. Or, entre-temps, le feu peut passer au rouge et une collision potentielle peut exister entre le véhicule arrêté sur la voie ferrée et un tramway. Cette configuration a été simulée via la plate-forme MissRail® [28] afin de déterminer ces risques potentiels d'usage. Son analyse a permis alors de spécifier un

cas d'étude impliquant trois lignes de flux de robots afin d'étudier ce type de conflit dans un contexte d'interaction humain-robot, Figure 2. Les robots des lignes A et B ont deux niveaux d'autonomie: ils sont capables de reconnaître leur environnement et réagir en conséquence, et de détecter les collisions potentielles.

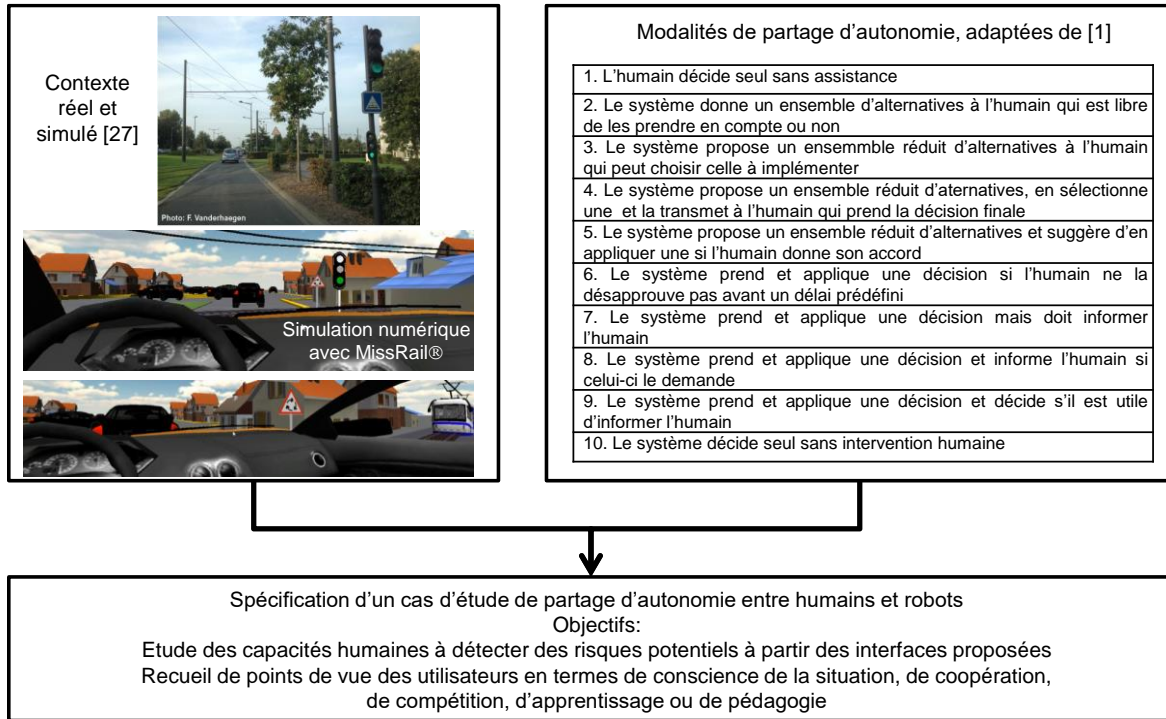


Figure 1. Cadre méthodologique de spécification d'un cas d'étude et prospection de besoins pour la coopération inclusive

Le premier niveau est limité au comportement associé à la détection d'un feu tricolore (i.e., feu rouge : arrêt obligatoire ; feu orange : mode transitoire, le robot en mouvement poursuit son mouvement, celui à l'arrêt reste à l'arrêt ; feu vert : autorisation de mouvement). Pour le second niveau basé sur les caractéristiques d'usage de l'ACC, les collisions de rattrapage et en écharpe sont traitées et le robot s'arrête automatiquement lorsqu'un obstacle est à moins de deux mètres devant lui, les robots de la ligne B étant prioritaires par rapport à ceux de la ligne A. Les robots de la ligne C sont limités au premier niveau d'autonomie concernant la reconnaissance de leur environnement associé au comportement à suivre en fonction de la couleur du feu tricolore. Chaque ligne permet aux robots de se diriger vers un atelier de production.

Deux interfaces sont proposées : 1) une interface de contrôle présentant la position des robots sur chaque ligne et le contexte dans lequel ils se trouvent, Figure 2 et 2) une interface de validation des intentions de chaque robot à partir de laquelle un utilisateur donne ou non son accord, Figure 3. Les robots ont un seul sens de déplacement et sont filoguidés. Ce cas d'étude doit permettre de recueillir des retours d'information sur les capacités du système proposé en termes de communication des intentions et des flux de robots, de déterminer des éventuels problèmes de conscience des situations à

contrôler, et de proposer des voies de solutions relatives à la mise en œuvre de la coopération inclusive pour optimiser les interactions humains-systèmes en fonction des besoins des utilisateurs.

### 3 CAS D'ETUDE ET RESULTATS

Le cas d'étude présente des configurations d'intention des robots à valider suivant 6 itérations de t0 à t5. La Figure 2 illustre les première et dernière configurations sur l'interface de contrôle (i.e., t0 et t5).

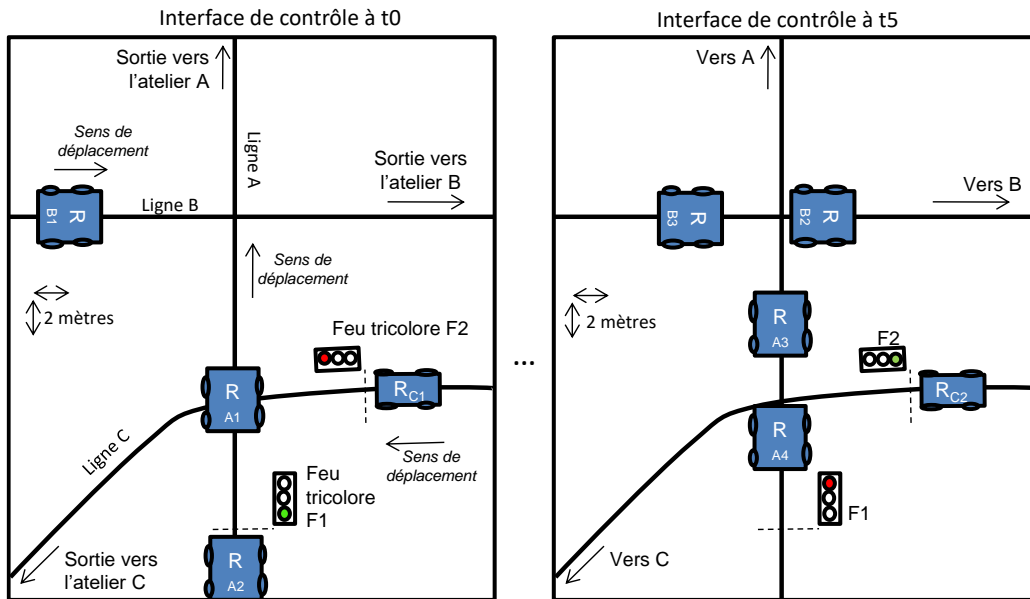


Figure 2. Interfaces de contrôle des itérations t0 et t5

Dix-huit étudiants de Master 2<sup>e</sup> année en Transport Mobilité et Réseaux de l'Université Polytechnique Hauts-de-France ont participé à cette évaluation. Après chaque itération, un questionnaire est proposé afin d'évaluer les niveaux d'incertitude dans les réponses sur les validations, la facilitation de la conscience de la situation (i.e. situation awareness [29-31], et le niveau de coopération du système proposé. La modalité de validation est une adaptation du niveau d'autonomie 6 de Sheridan. Or, un des problèmes majeurs de ce niveau de partage d'autonomie est de déterminer le temps minimum nécessaire pour reprendre en manuel une situation contrôlée initialement par la machine [32-34], ce délai étant dépendant du contexte opérationnel. C'est pourquoi, chaque étudiant prend le temps qu'il faut pour valider ou non les intentions des robots, Figure 3.

En fin de session, un autre questionnaire permet d'évaluer les interfaces de validation et de contrôle et d'identifier les possibles évolutions en termes de coopération inclusive afin d'améliorer les interactions humains-systèmes et optimiser la gestion de conflits potentiels entre humains et robots. Les principes d'évaluation de la conscience de la situation combinent des capacités de perception, d'évaluation et d'anticipation de situations dynamiques. L'analyse du cas d'étude doit permettre d'identifier les variabilités ou les conflits entre points de vue et des perspectives de développement pour faciliter la construction ou le maintien de ces capacités dans une configuration de partage d'autonomie entre humains et systèmes.

Interface de validation à t0				Interface de validation à t5			
	Lieu de livraison	Intention du robot	Confirmation de l'opérateur?		Lieu de livraison	Intention du robot	Confirmation de l'opérateur?
Robot R <sub>A1</sub>	Atelier A	Passer le croisement Lignes A / C	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>	Robot R <sub>A3</sub>	Atelier A	Se déplacer vers le croisement Lignes A / B	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>
Robot R <sub>A2</sub>	Atelier A	Se déplacer vers le croisement Lignes A / C	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>	Robot R <sub>A4</sub>	Atelier A	Passer le croisement Lignes A / C	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>
Robot R <sub>B1</sub>	Atelier B	Se déplacer vers le croisement Lignes A / B	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>	Robot R <sub>B2</sub>	Atelier B	Se déplacer vers la sortie via l'atelier B	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>
Robot R <sub>C1</sub>	Atelier C	Arrêter au feu rouge	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>	Robot R <sub>B3</sub>	Atelier B	Se déplacer vers le croisement Lignes A / B	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>
				Robot R <sub>C2</sub>	Atelier C	Se déplacer vers le croisement Lignes A / C	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Ne sais pas <input type="checkbox"/>

Figure 3. Interfaces de validation des itérations t0 et t5

Les résultats présentés dans la Figure 4 sont qualitatifs et ne prennent pas en compte les niveaux d'incertitude dans les réponses. Ils se limitent à la validation de l'intention du robot R<sub>C2</sub> dans l'itération t5 pour laquelle un conflit potentiel de collision entre les robots R<sub>C2</sub> et R<sub>A4</sub> peut se produire, R<sub>A4</sub> pouvant rester immobiliser à proximité du croisement Ligne A/Ligne C pour éviter une collision avec R<sub>A3</sub>.

Participants	L'intention de R <sub>C2</sub> est validée en t5	Le système facilite la conscience de la situation	Le système est coopératif	Un danger est détecté en t5	L'interface de validation est satisfaisante	L'interface de contrôle est satisfaisante	Des compétences en compétition sont requises	Des compétences en apprentissage sont requises	Des compétences en pédagogie sont requises
1	1	1	1	0	1	2	2	2	0
2	0	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	2	1	2	1	2	1	2	0
4	2	1	1	2	1	2	1	2	2
5	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	1	2	2	2	2	2	1	2	2
7	1	2	2	1	2	1	1	2	2
8	1	2	0	2	1	1	2	2	2
9	2	2	2	2	1	2	1	2	2
10	2	2	2	2	1	2	1	2	2
11	1	1	1	1	2	2	2	2	2
12	0	1	0	2	0	2	2	2	0
13	2	2	1	2	1	1	0	2	0
14	2	1	1	2	1	1	0	0	0
15	1	2	2	2	2	2	1	2	2
16	1	2	2	2	1	1	2	2	2
17	2	2	2	2	2	2	0	0	0
18	2	2	1	2	2	2	0	2	2

Figure 4. Résultats des questionnaires (2 : oui ; 1 : non ; 0 : pas d'avis)

Les sept étudiants pour lesquels les données sont sur fond noir, n'ont pas détecté ce danger ou le danger détecté est incorrect. Toutefois, deux d'entre eux n'autorisent pas l'action de R<sub>C2</sub>, quatre pensent que les interfaces facilitent la construction de la conscience de la situation, cinq sont satisfaits de l'interface de validation et quatre apprécient l'interface de contrôle. Les onze autres étudiants ont identifié correctement le risque de collision mais huit d'entre eux autorisent l'application de l'intention de R<sub>C2</sub>, seulement trois pensent que les interfaces facilitent la conscience de la situation, trois sont satisfaits de l'interface de validation, et six valident l'interface de contrôle. Enfin, concernant les voix d'amélioration du système proposé, la majorité des participants pense qu'il faut étendre les capacités de coopération du système, en intégrant des capacités de compétition (pour 5 participants sur 18), des capacités pédagogiques (12 participants sur 18) ou

des capacités d'apprentissage (16 participants sur 18). Deux participants n'ont pas d'avis sur cette extension de compétences. Ce recueil d'information propose donc de nouvelles voies de recherche associées à la mise en œuvre de la coopération inclusive afin de satisfaire tous les utilisateurs quels que soient leurs besoins en termes de coopération, compétition, apprentissage ou pédagogie

#### 4 CONCLUSION

Ce poster a proposé un cadre méthodologique permettant de spécifier un cas d'étude à partir d'un exemple pratique de terrain et des niveaux de partage d'autonomie entre humains et robots. Le cas d'étude applique un des niveaux d'autonomie mais donne aux personnes interrogées le temps de la réflexion pour répondre aux différents questionnaires associés à 6 itérations différentes de flux de robots. Les robots présentent leurs intentions d'action qu'il faut valider via une interface de validation. Les résultats montrent une variabilité d'évaluation en différents points :

- Des participants évaluent de manière erronée le risque mais appliquent une action correcte d'invalidation de l'intention du robot.
- Des participants évaluent correctement le risque mais valident une intention d'action potentiellement dangereuse.
- Différents points de vue s'expriment concernant l'efficacité des interfaces de validation ou de contrôle.
- La majorité des participants requiert le développement d'au moins une compétence complémentaire à la coopération, i.e. des compétences en apprentissage, en compétition ou en pédagogie.

Les orientations d'amélioration confirment le besoin d'intégrer dans les futurs systèmes sociotechniques des compétences en termes de coopération, de compétition, d'apprentissage et de pédagogie. Deux voies de perspective sont envisagées. La première concerne l'analyse d'une deuxième phase d'évaluation pour étudier la persévérance des résultats sur des itérations supplémentaires, une des configurations présentant le même danger que celui de l'itération t5. La seconde voie de recherche consiste à développer une simulation numérique de ce cas d'étude afin de tester différents niveaux de partage d'autonomie entre humains et robots, de développer les principes de coopération inclusive en implémentant des capacités de coopération, de compétition, d'apprentissage et de pédagogie et d'étudier leur impact sur la conscience de la situation.

#### REFERENCES

- [1] Tom B. Sheridan, 1992. *Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control*. MIT Press, USA
- [2] SAE, 2016. *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles*. Society of Automotive Engineers International report n°: SAE J3016\_201609, September
- [3] DVNGL, 2018. *Autonomous and remotely operated ships. Class guideline — DNVGL-CG-0264*. Edition September 2018
- [4] Frédéric Vanderhaegen, 1997. *Multilevel organization design : the case of the air traffic control*. *Control Engineering Practice*, 5(3), 391-399
- [5] Frédéric Vanderhaegen, 1999. *Multilevel allocation modes - Allocator control policies to share tasks between human and computer*. *System Analysis Modelling Simulation*, 35, 191-213
- [6] Frédéric Vanderhaegen, 1993. *Multilevel human-machine cooperation between human operators and assistance tools – Application to Air traffic Control*. PhD dissertation, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Valenciennes, France, December 21, 1993
- [7] Patrick Millot, Marie-Pierre Lemoine, 1998. *An attempt for generic concepts toward human-machine cooperation*. *SMC'98 Conference Proceedings. 1998 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (Cat. No.98CH36218)*, San Diego, CA, USA, 1998, pp. 1044-1049 vol.1.
- [8] Frédéric Vanderhaegen, 1999. *Cooperative system organisation and task allocation: illustration of task allocation in air traffic control*. *Le Travail Humain*, 63(3), 197-222
- [9] Stéphane Zieba, Philippe Polet, Frédéric Vanderhaegen, Serge Debernard, 2010. *Principles of adjustable autonomy: a framework for resilient human machine cooperation*. *Cognition, Technology & Work*, 12(3), 193-203
- [10] Stéphane Zieba, Philippe Polet, Frédéric Vanderhaegen, 2011. *Using adjustable autonomy and human-machine cooperation to make a human-machine system resilient – Application to a ground robotic system*. *Information Sciences*, 181(3), 379-397

- [11] Marie-Pierre Pacaux-Lemoine, Franck Flemisch, F. (2019). Layers of shared and cooperative control, assistance, and automation. *Cognition Technology & Work* 21, 579–591
- [12] Salvatore La Delfa, Simon Enjalbert, Philippe Polet, Frédéric Vanderhaegen, 2021. Design of a cooperative eco-driving rail control system: an experimental study *Cognition Technology & Work.*, 23, 285–297
- [13] Frédéric Vanderhaegen, 2019. Pedagogical learning supports based on human–systems inclusion applied to rail flow control. *Cognition Technology & Work*, 23, 193–202
- [14] Frédéric Vanderhaegen, Julien Nelson, Marion Wolff, Régis Mollard, 2021. From Human-Systems Integration to Human-Systems Inclusion for Use-Centred Inclusive Manufacturing Control Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 249-254
- [15] Frédéric Vanderhaegen, 2021. Weak Signal-Oriented Investigation of Ethical Dissonance Applied to Unsuccessful Mobility Experiences Linked to Human-Machine Interactions. *Science & Engineering Ethics*, 27, 2
- [16] Frédéric Vanderhaegen, 2021. Heuristic-based method for conflict discovery of shared control between humans and autonomous systems - A driving automation case study. *Robotics and Autonomous Systems*, 146, 103867
- [17] Frédéric Vanderhaegen, Stéphane Ziéba, Philippe Polet, 2009. A reinforced iterative formalism to learn from human errors and uncertainty. *Engineering Applications and Artificial Intelligence*, 22, 654-659
- [18] Frédéric Vanderhaegen, 2012. Cooperation and learning to increase the autonomy of ADAS. *Cognition Technology & Work*, 14(1), 61-69
- [19] Frédéric Vanderhaegen, Stéphane Zieba, Simon Enjalbert, Philippe Polet, 2011. A Benefit/Cost/Deficit (BCD) model for learning from human errors. *Reliability Engineering & System Safety*, 96, 7, 757-76
- [20] Frédéric Vanderhaegen, Stéphane Zieba, 2014. Reinforced learning systems based on merged and cumulative knowledge to predict human actions. *Information Sciences*, 276(20), 146-159
- [21] Simon Enjalbert, Frédéric Vanderhaegen, 2017. A hybrid reinforced learning system to estimate resilience indicators. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 64, 295-301
- [22] Vanderhaegen, F., Chalmé, S., Anceaux, F., Millot, P. (2006). Principles of cooperation and competition - Application to car driver behavior analysis. *Cognition Technology & Work*, 8, 3, 183-192.
- [23] Frédéric Vanderhaegen, Victor Jimenez, 2018. The amazing human factors and their dissonances for autonomous Cyber-Physical&Human Systems. First IEEE Conference on Industrial Cyber-Physical Systems, Saint-Petersbourg, Russia, 14-18 May, 2018, pp. 597-602
- [24] Frédéric Vanderhaegen, 2014. Dissonance engineering: a new challenge to analyse risky knowledge when using a system. *International Journal of Computers Communications & Control*, 9(6), 750-759.
- [25] Frédéric Vanderhaegen, 2016. Toward a Petri Net Based Model to Control Conflicts of Autonomy between Cyber-Physical&Human-Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 49(2), 36-41.
- [26] Frédéric Vanderhaegen, 2016. A rule-based support system for dissonance discovery and control applied to car driving. *Expert Systems With Applications*, 65, 361-371.
- [27] Frédéric Vanderhaegen, 2017. Towards increased systems resilience: new challenges based on dissonance control for human reliability in Cyber-Physical&Human Systems. *Annual Reviews in Control*, 44, 316-322.
- [28] Frédéric Vanderhaegen, Philippe Richard, 2014. MissRail: a platform dedicated to training and research in railway systems. Proceedings of the international conference HCII, 22 - 27 June 2014, Creta Maris, Heraklion, Crete, Greece, pp. 544-549
- [29] Mica R. Endsley, 1995. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 32–64
- [30] Sidney W. A. Dekker, 2017. The danger of losing situation awareness. *Cognition Technology & Work*, 17(2), 159–161.
- [31] Oliver Carsten and Frédéric Vanderhaegen. 2015. Situation awareness: Valid or fallacious? *Cognition Technology & Work*, 17(2), 157–158
- [32] Hallie Clark, Jing Feng, 2017. Situational Awareness and Time to Takeover: Exploring an Alternative Method to Measure Engagement with High-Level Automation. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 61(1):1452-1456
- [33] Alexander Eriksson, Neville A. Stanton, 2017. Takeover time in highly automated vehicles: noncritical transitions to and from manual control. *Human Factors*, 59(4), 689–705
- [34] Xiaomei Tan, Yiqi Zhang, 2022. The effects of takeover request lead time on drivers' situation awareness for manually exiting from freeways: A web-based study on level 3 automated vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, 168, 106593