

Pédagogie active et inclusive pour l'analyse de dangers de systèmes d'aide à la conduite basée sur la recherche de dissonances

Frédéric Vanderhaegen^{1,2}

frederic.vanderhaegen@uphf.fr

¹ Univ. Polytechnique Hauts-de-France, LAMIH, CNRS UMR 8201, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

² INSA Haut-de-France, Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

RESUME : Cet article propose une adaptation des modules « analyse des risques ferroviaires et ingénierie mécanique » et « diagnostic de systèmes homme-machine appliqué aux systèmes ferroviaires ou guidés » de formation à distance du parcours INERSYG (Ingénierie Ferroviaire et Systèmes Guidés) du Master Transports Mobilités Réseaux de l'Université Polytechnique Hauts-de-France. A partir d'études de cas impliquant des aides à la conduite, il s'agit de déterminer les modes de fonctionnement et d'usage en s'appuyant sur différents formalismes tels que celui des arbres de défaillance, celui des réseaux de Petri, celui de bases de règles ou celui des graphes causaux. Les cas sont issus de témoignages d'expert, d'utilisateur ou via les réseaux sociaux par exemple. Ils font l'objet d'une analyse de danger approfondie suivant une démarche de pédagogie active et inclusive avec des groupes d'étudiants en dernière année de Master. Il s'agit d'identifier des dissonances, i.e. des conflits d'autonomie en termes de connaissances, de disponibilité ou de possibilités d'action pour un même décideur ou entre décideurs. Les résultats sont encourageants et permettent à chacun de découvrir des scénarios potentiellement dangereux relatifs à l'usage de systèmes d'aide à la conduite.

Mots clés : Analyse de dangers, aides à la conduite, étude de cas, dissonances, pédagogie active et inclusive.

1 INTRODUCTION

La conception de systèmes d'aide à la conduite s'inspire rarement des comportements de leurs utilisateurs ou de leurs interactions avec d'autres supports. D'une manière générale, ceux-ci ne possèdent aucune faculté pédagogique pour expliquer telle ou telle action. Ainsi, si un système d'aide peut être bénéfique lors de tests dans des conditions expérimentales à courts termes, il peut à l'usage réduire la vigilance d'un conducteur. Face à ce constat, au lieu de modifier sa conception, les recherches vont plutôt s'orienter vers la spécification d'un système de contrôle de vigilance pour lequel des alarmes avertiront sur l'état cognitif du conducteur. Certains systèmes, lorsque le sujet est réellement en train de s'assoupir, pourront automatiquement arrêter le véhicule dans un environnement sécurisé. Toutefois, ces systèmes seront incapables de donner des explications lorsque le conducteur se réveillera. Inspirés des principes de pédagogie active et inclusive, de nouveaux concepts ont été développés pour traiter ces limites. Il s'agit de la pédagogie active assistée [1, 2] ou de l'inclusion humain-systèmes [3]. La pédagogie active assistée consiste à développer des compétences pédagogiques dans les systèmes d'aide à partir d'outils numériques. L'inclusion humain-systèmes permet de tirer le meilleur parti de toutes expériences d'interaction entre utilisateurs et systèmes d'aide. La mise en œuvre de ces nouveaux principes pédagogiques nécessite d'étudier les limites de fonctionnement et d'usage de systèmes techniques et des comportements de leurs utilisateurs.

Cet article propose une méthode de pédagogie active et inclusive pour les étudier en termes de dangers issus de dissonances entre utilisateurs et systèmes d'aide à la conduite, en s'inspirant de cas d'étude pratiques.

2 METHODE PEDAGOGIQUE D'ANALYSE DE DANGER BASEE SUR LES DISSONANCES

2.1. Le concept de dissonance

L'ingénierie des dissonances s'inspire des travaux sur les dissonances cognitives et les dissonances cindyriques [4, 5]. Une dissonance est alors définie comme un conflit individuel, collectif ou organisationnel entre facteurs d'autonomie. Sa détection peut générer de l'inconfort, un malaise ou une surcharge de travail, et différentes stratégies de gestion peuvent être appliquées. Par exemple, si une dissonance implique un malaise profond, il est plus facile de la rejeter, de ne pas en tenir compte ou de la considérer comme inexistante ou injustifiée. Trois groupes de facteurs de dissonances relatifs à l'autonomie d'un décideur ou d'un groupe de décideurs, peuvent être étudiés [6, 7, 8] : les facteurs de compétences, les facteurs de disponibilité et les facteurs de possibilité d'action. Différentes catégories de dissonances peuvent alors être identifiées, Table 1. Lorsque deux décideurs ont les mêmes raisonnements erronés, il s'agit de dissonances de convergence. Les dissonances de divergence sont des contradictions lorsque des connaissances ou les possibilités d'action d'un même décideur présentent des incohérences ou des interférences quand des connaissances ou des possibilités d'action d'au moins deux décideurs sont incompatibles. Parmi ces catégories de dissonances, il existe les dissonances de conséquences convergentes ou divergentes d'usage de systèmes d'aide conçus pour faciliter l'activité humaine. Leur utilisation peut ainsi donner l'impression d'une amélioration de l'activité même s'il n'est pas systématiquement démontré que cet outil produit de tels effets positifs (i.e., effet placebo) ou que cette utilisation peut générer des effets secondaires indésirables (i.e., effet nocebo). Des dissonances attentionnelles ou émotionnelles sont des écarts entre attention ressentie et attention réelle ou entre

émotion ressentie et émotion exprimée respectivement. Leur occurrence peut affecter les ressources cognitives de décideurs. Enfin, les dissonances de possibilités d'action concernent des conflits d'interaction ou de répartition de tâches. Les dissonances d'affordances sont relatives à différents usages d'un même support d'interaction.

Table 1. Exemples de dissonance d'autonomie

Dissonances de compétences	Dissonances de disponibilité	Dissonances de possibilités d'action
Dissonances de convergence	Dissonances attentionnelles	Dissonance de divergence
Dissonances de divergence	Dissonances émotionnelles	Dissonances d'affordance

Ces concepts de dissonances relatifs à l'autonomie d'un système homme-machine ont fait l'objet d'un module de formation sur la sûreté de fonctionnement et la fiabilité humaine, dans des classes de Master de l'Université Polytechnique Hauts-de-France. Il s'agit d'élèves en deuxième année du Master Transports Mobilités Réseaux (TMR) et du Master Qualité Hygiène Sécurité et Environnement (QHSE). Le contenu de ce cours est une fusion de deux modules de formation à distance du parcours INERSYG (Ingénierie Ferroviaire et Systèmes Guidés) du Master TMR [9], développés dans le cadre du projet UTOP-Ferroviaire (Université de Technologie Ouverte Pluripartenaire pour la démonstration de la faisabilité de la formation à distance dans le ferroviaire), projet du programme IDEFI (Initiatives D'Excellences en Formations Innovantes).

2.2. La démarche pédagogique d'analyse de dangers d'usage de systèmes d'aide

La démarche pédagogique globale est schématisée dans la Figure 1.

Différents supports sont à la disposition des étudiants qui peuvent les utiliser selon leurs besoins:

- Les supports de cours sur les formalismes de différentes approches de modélisation ou d'évaluation de risques, ou sur les dissonances par exemple.
- Des supports numériques pour la simulation de systèmes d'aide à la conduite et d'interaction entre différents modes de transport comme la combinaison de conduite de véhicule et de conduite de tramway. Il s'agit des simulateurs MissRail® et InnoRail pour la simulation d'infrastructures et d'itinéraires ferroviaires et routiers, avec la possibilité d'engager des simulations des activités de conduite de véhicule ou de train, et celles des postes de contrôle-commande pour superviser le flux de trafic ferroviaire ou routier.
- Des articles scientifiques comprenant des exemples ou des illustrations pratiques des supports de cours.
- L'accès au réseau informatique de l'université pour d'éventuelles recherches complémentaires (e.g., ar-

ticles de journaux, rapports d'accident, forums de discussion, etc.).

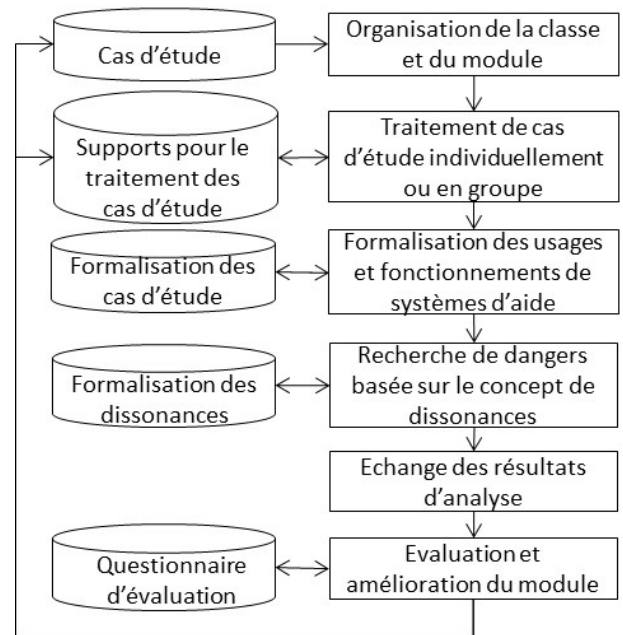


Fig. 1 : Méthode pédagogique d'analyse de dangers de système d'aide

Le module démarre par une organisation de la classe et une présentation du déroulement du module. Quatre cas d'étude sont proposés et traités individuellement ou en groupe. Chaque cas comporte des scénarios d'usage ou de fonctionnement de système d'aide à la conduite en situation normale ou anormale. Leur analyse consiste à les modéliser à partir d'un formalisme choisi par les étudiants. Quatre formalismes sont proposés dans les supports de cours et articles : celui des arbres de défaillance, celui des réseaux de Petri, celui des bases de règles et celui des graphes causaux. D'autres modes de représentation peuvent être utilisés. La recherche de dangers de ces systèmes d'aide se base sur le concept de dissonance et sur la taxonomie de la Table 1, à partir des mêmes formalismes utilisés pour la modélisation des usages et des fonctionnements des systèmes d'aide à la conduite. Les résultats de l'analyse de dangers sont ensuite débattus avec l'ensemble de la classe et le professeur. A la fin du module, les étudiants sont invités à évaluer son contenu afin d'apporter des améliorations éventuelles dans la présentation des cas d'étude ou le contenu des supports pour leur traitement.

3 EXEMPLE D'UN CAS D'ETUDE

3.1. Formalisation du cas d'étude et recherche de dissonances

Trois classes de Master ont eu à traiter quatre cas d'étude impliquant différents systèmes d'aide à la conduite. Un des cas concerne le fonctionnement et l'usage d'un Régulateur Automatique de Vitesse (RAV). Il est présenté à partir des images de la Figure 2 présentant les interfaces d'activation et de gestion de la vitesse de

consigne du RAV et une position d'un automobiliste utilisant ce RAV. A partir de différents supports y compris la recherche de manuel utilisateur d'un RAV, les étudiants sont invités à formaliser 1) les modes d'utilisation d'un RAV, 2) le fonctionnement d'un RAV, 3) les comportements à suivre pour le contrôle d'un aquaplaning, 4) les comportements à suivre pour le contrôle manuel de la vitesse, et 5) les comportements à suivre pour réduire la consommation de carburant en montagne. Ces formalisations sont alors les points d'entrée pour rechercher des dissonances telles que celles présentées dans la Table 1 et d'en analyser les dangers potentiels.



Fig 2 : Interface du RAV et exemple de posture d'un utilisateur

Les Figures 3, 4, 5 et 6 donnent des exemples de formalisation basée sur les arbres de défaillances, les réseaux de Petri, les graphes causaux ou les bases de règles respectivement. Elles proposent une représentation du fonctionnement d'un RAV pour la régulation automatique de la vitesse par rapport à une consigne donnée préalablement par le conducteur en actionnant les boutons « + » ou « - » pour l'augmenter ou la réduire respectivement.

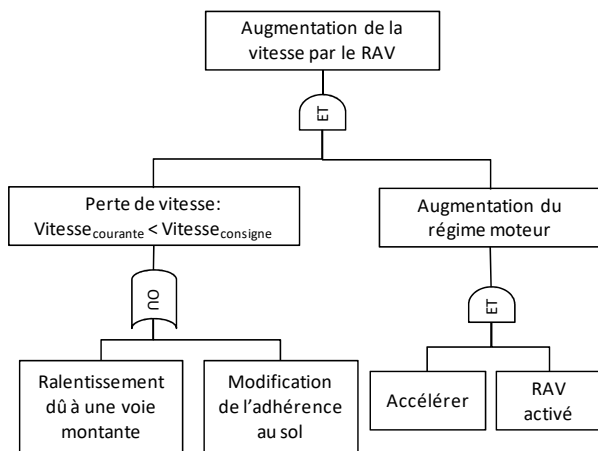


Fig 3 : Exemple de formalisation basée sur les arbres de défaillance

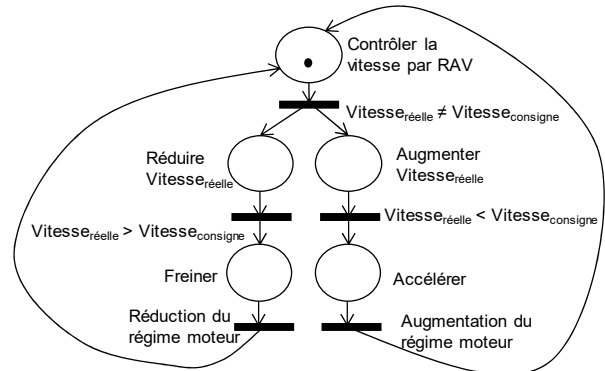


Fig 4 : Exemple de formalisation basée sur les réseaux de Petri

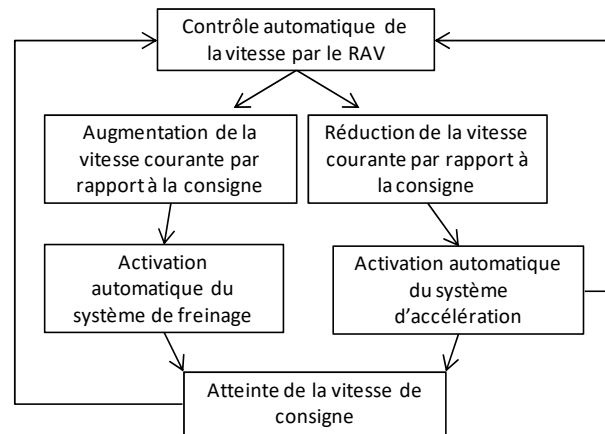


Fig 5 : Exemple de formalisation basée sur les graphes causaux

La Figure 3 propose des contextes de réduction de la vitesse courante par rapport à la vitesse de consigne, ce qui amène le RAV à commander une augmentation de la vitesse en gérant le régime moteur.

Les Figures 4 et 5 représentent les liens causaux pour augmenter ou réduire ce régime en fonction de la valeur de la vitesse courante par rapport à la vitesse de consigne.

Quant à la Figure 6, elle donne un exemple de résultat de formalisation pour l'ensemble des bases de règles sollicitées à savoir : 1) les modes d'utilisation d'un RAV, 2) le fonctionnement d'un RAV, 3) les comportements à suivre pour le contrôle d'un aquaplaning, 4) les comportements à suivre pour le contrôle manuel de la vitesse, et 5) les comportements à suivre pour réduire la consommation de carburant en montagne. Ce formalisme permet de modéliser les intentions d'action du RAV et du conducteur en associant un objectif (e.g., Activation du RAV) avec un triplet comportant une action (e.g., Appuyer), un objet à actionner (e.g., Bouton « on ») et un décideur (e.g., Conducteur).

A partir de ces règles, différentes dissonances de divergence et d'affordance peuvent être identifiées, Figure 7. Par exemple, les affordances A1 et A2 sont relatives à de nouvelles fonctionnalités des boutons « + » et « - » du RAV. En effet, le conducteur peut utiliser ces systèmes d'interaction non plus pour gérer la vitesse de consigne du RAV mais pour réguler manuellement la

vitesse. Ces boutons « + » et « - » deviennent alors des systèmes d'accélération ou de freinage respectivement.

<p>Base de règles 1: utilisation d'un RAV R1: Activation du RAV → (Appuyer, Bouton « on », Conducteur) R2: Désactivation du RAV → (Freiner, Pédale de frein, Conducteur) R3: Augmentation de la vitesse de consigne → (Appuyer, Bouton "+", Conducteur) R4: Réduction de la vitesse de consigne → (Appuyer, Bouton "-", Conducteur)</p>
<p>Base de règle 2: contrôle automatique de la vitesse par un RAV R5: $Vitesse_{réelle} < Vitesse_{consigne}$ → (Accélérer, Régime moteur, RAV) R6: $Vitesse_{réelle} > Vitesse_{consigne}$ → (Décélérer, Régime moteur, RAV)</p>
<p>Base de règles 3: contrôle d'un aquaplaning R7: Contrôle d'un aquaplaning → (Ne pas freiner, Aucun support, Conducteur) R8: Contrôle d'un aquaplaning → (Ne pas accélérer, Aucun support, Conducteur)</p>
<p>Base de règles 4: contrôle manuel de la vitesse R9: Augmentation de la vitesse → (Appuyer, Pédale d'accélérateur, Conducteur) R10: Réduction de la vitesse → (Relacher, Pédale d'accélérateur, Conducteur)</p>
<p>Base de règles 5: contrôle manuel de la consommation du véhicule R11: Profiter d'une pente ascendante → (Ne pas accélérer, Aucun support, Conducteur) R12: Profiter d'une pente descendante → (Ne pas freiner, Aucun support, Conducteur)</p>

Fig 6 : Exemple de formalisation avec bases de règles

<p>Dissonance de divergence: contradiction C1 R2: Désactivation du RAV → (Freiner, Pédale de frein, Conducteur) R7: Contrôle d'un aquaplaning → (Ne pas freiner, Aucun support, Conducteur)</p>
<p>Dissonance de divergence: interférence I1 (RAV activé) R5: $Vitesse_{réelle} < Vitesse_{consigne}$ → (Accélérer, Régime moteur, RAV) R8: Contrôle d'un aquaplaning → (Ne pas accélérer, Aucun support, Conducteur)</p>
<p>Dissonance de divergence: interférence I2 (RAV activé) R5: $Vitesse_{réelle} < Vitesse_{consigne}$ → (Accélérer, Régime moteur, RAV) R11: Profiter d'une pente ascendante → (Ne pas accélérer, Aucun support, Conducteur)</p>
<p>Dissonance de divergence: interférence I3 (RAV activé) R6: $Vitesse_{réelle} > Vitesse_{consigne}$ → (Freiner, Régime moteur, RAV) R12: Profiter d'une pente descendante → (Ne pas freiner, Aucun support, Conducteur)</p>
<p>Dissonance d'affordance A1 (nouvelle règle, RAV activé): R9_2: Augmentation de la vitesse → (Appuyer, Bouton "+", Conducteur)</p>
<p>Dissonance d'affordance A2 (nouvelle règle, RAV activé): R10_2: Réduction de la vitesse → (Appuyer, Bouton "-", Conducteur)</p>

Fig 7 : Exemples de dissonances de divergence et d'affordance

Cette liste de dissonances a été évaluée par 21 étudiants, Table 2. D'une manière générale, les niveaux de certitudes sur les réponses « OK » pour valider la dissonance ou « Pas OK » pour ne pas la valider sont élevés et l'ensemble des dissonances sont validées pour une majorité. L'aspect inclusif de la méthode proposée permet à chacun de se faire une opinion sachant que les avis peuvent être corrects ou erronés. Par exemple, pour les interférences I1 et I2, les évaluations sont plutôt mitigées et une étude approfondie est nécessaire pour les valider. Ce débat fait d'ailleurs l'objet de

nombreuses controverses sur l'impact de l'usage d'un RAV sur la consommation de carburant [10, 11, 12].

Table 2 : Points de vue sur les dissonances identifiées (H : Haut ; M : Moyen ; B : Bas)

	OK	Niveau de certitude			Pas OK	Niveau de certitude			Sans opinion
		H	M	B		H	M	B	
C1	15	13	1	1	1	1	0	0	5
I1	10	9	0	1	5	4	0	1	6
I2	9	8	1	0	8	7	1	0	4
I3	13	12	0	1	5	4	0	1	3
A1	12	12	0	0	7	6	1	0	2
A2	13	13	0	0	7	6	1	0	1

Ces dissonances peuvent toutefois être justifiées et discutées à partir des dangers qu'elles peuvent générer. Ces dangers sont relatifs à différents critères comme la sécurité ou la consommation de carburant. Ils peuvent être modélisés avec les mêmes formalismes utilisés lors de l'analyse des usages et fonctionnements des systèmes d'aide à la conduite, Figures 8 et 9.

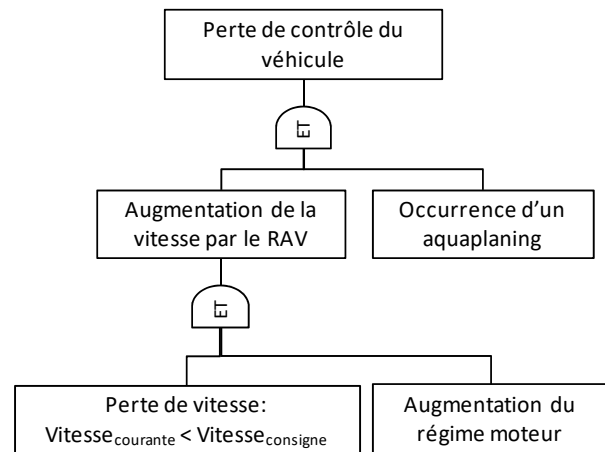


Fig. 8. Exemple de formalisation d'une perte de contrôle avec le RAV

La dissonance C1 présente deux intentions incompatibles pour le conducteur: freiner pour désactiver le RAV et ne pas freiner lors d'un aquaplaning. La désactivation du RAV par la pédale de frein en même temps que le contrôle d'un aquaplaning risque de produire une perte de contrôle du véhicule. Celle-ci est également possible avec la dissonance I1 impliquant des décisions opposées du conducteur et du RAV lorsque celui-ci est activé, Figure 8. La règle R7 propose de ne pas accélérer pour contrôler un aquaplaning. Or, lors de l'occurrence de celui-ci, le RAV peut diagnostiquer une réduction de la vitesse courante par rapport à la vitesse de consigne et décider d'accélérer, ce qui peut provoquer une perte de contrôle du véhicule de la part du conducteur. Outre le risque d'accident, cette situation peut également provoquer une dégradation de

l'état cognitif du conducteur par une augmentation du stress par exemple.

La Figure 9 présente les conséquences des dissonances I2 et I3 en termes de surconsommation de carburant. En descente, la vitesse courante peut augmenter et dépasser la vitesse de consigne, ce qui génèrera un freinage de la part du RAV. De même, en montée, face à une réduction de la vitesse courante par rapport à la consigne, le RAV déclenchera une accélération. Ces comportements interfèrent avec les règles d'économie de carburant R11 et R12.

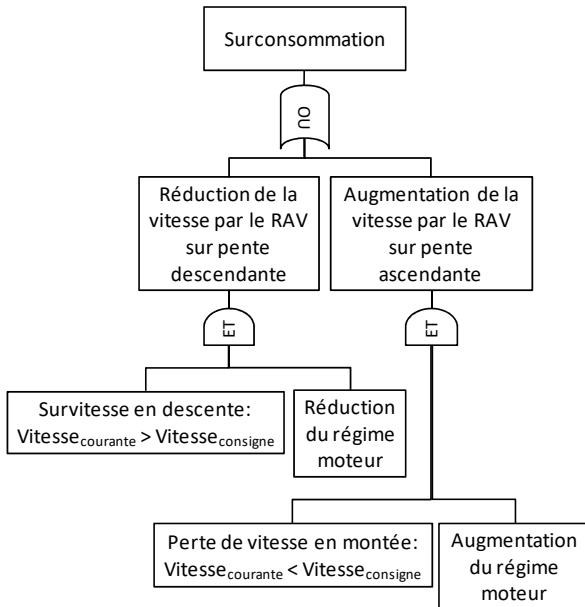


Fig 9 : Exemple de formalisation d'une surconsommation de carburant avec le RAV.

Quant aux dangers des dissonances A1 et A2, leur analyse peut s'inspirer d'articles de journaux [13] relatant une étude réalisée par le Centre d'Investigations Neurocognitives et Neurophysiologiques de l'Université de Strasbourg [14]. Ainsi, l'usage d'un régulateur de vitesse peut augmenter l'hypovigilance ou les temps de réaction, ou réduire les distances de sécurité intervéhicule. Ces comportements peuvent produire des situations dangereuses ou des accidents. Dans la figure 2, l'interprétation de la position du conducteur qui semble utiliser les boutons « + » et « - » pour augmenter ou réduire la vitesse de son véhicule respectivement peut aider à identifier le risque d'augmentation des temps de réponse lors d'un freinage d'urgence par exemple. En effet, le conducteur a les jambes croisées et une main sur le volant. Pour éviter un obstacle imminent, il doit freiner. Deux problèmes peuvent apparaître : 1) il utilise à tort le bouton « - » du RAV pour arrêter son véhicule alors que cette manœuvre ne fera que le ralentir ; 2) il cherche à freiner à partir de la pédale de frein mais n'arrive pas à positionner son pied convenablement. Dans les deux cas, les temps de réponse peuvent augmenter significativement et un accident peut se produire suite à l'échec de la procédure d'arrêt d'urgence pour éviter un obstacle.

3.2. Evaluation du module

La Table 3 donne les retours subjectifs des 56 étudiants ayant participé à ce module sur l'étude des dangers d'usage de systèmes d'aide à la conduite.

Table 3 : Evaluation du module (O : Oui ; N : Non ; SO : Sans opinion ; H : Haut ; M : Moyen ; B : Bas)

	O	Certitude			N	Certitude			S
		H	M	B		H	M	B	
Ce module permet-il d'être autonome ?	41	33	8	0	6	3	3	0	9
Ce module permet-il d'agir en toute liberté ?	32	29	3	0	12	6	5	1	12
Ce module permet-il d'apprendre plus facilement ?	55	54	1	0	0	0	0	0	1
Ce module a-t-il facilité le partage des connaissances ?	45	33	12	0	7	5	2	0	4
Ce module a-t-il facilité la compréhension des concepts ?	43	32	10	1	6	4	2	0	7
Avez-vous apprécié l'organisation du module ?	45	38	7	0	3	2	1	0	8
Préféreriez-vous avoir le cours avant l'étude de cas	28	26	2	0	18	15	3	0	10
Avez-vous apprécié le travail d'équipe?	50	42	7	1	0	0	0	0	5
Trouvez-vous ce module inutile?	4	4	0	0	49	44	5	0	3

Globalement, les supports pédagogiques d'apprentissage ont été appréciés en termes d'autonomie, d'apprentissage, de partage des connaissances et de compréhension. Les étudiants étaient organisés principalement en groupe de trois à cinq personnes et certains d'entre eux travaillaient seuls. Le travail de groupe et l'organisation du module ont également été appréciés. La dernière question a été proposée afin de confirmer l'intérêt de ce module par une demande négative. Une majorité d'étudiants préférerait lire les supports de cours ou avoir un cours en présentiel avec l'enseignant pour les sensibiliser aux concepts et méthodes de fiabilité avant de traiter l'étude de cas. Ce point montre que les cours magistraux en présentiel restent importants pour les étudiants. Les principes de pédagogie active et inclusive doivent donc aussi intégrer des modes de pédagogie plus classiques en fonction des préférences et des sensibilités des apprenants.

4 CONCLUSION

Cet article a proposé une démarche originale de pédagogie active et inclusive. Celle-ci propose aux étudiants ou groupes d'étudiants d'être acteurs dans l'analyse de cas d'étude, et d'être libres de se documenter comme ils le souhaitent pour les formaliser et en déduire des dissonances et les dangers associés quel que soit leur niveau d'expérience sur les concepts ou modèles étudiés. Les résultats sont encourageants et montrent d'une part l'intérêt d'une telle approche pour sensibiliser de futurs ingénieurs à l'analyse de dangers et de dissonances, et d'autre part pour améliorer la conception ou la validation de systèmes d'aide à la conduite.

La diversité des modes d'implication et d'analyse des étudiants est une richesse incontournable pour la pédagogie active et inclusive où chacun peut se documenter et intervenir librement sans complexe ni retenue et où chaque expérience ou avis compte. Des dissonances et les dangers associés ont été identifiés, formalisés puis validés à partir de cas d'étude sur l'usage de systèmes d'aide à la conduite. Lors du Workshop en Ergonomie et Intelligence Artificielle de 2017 à Versailles, des scénarios dangereux associés à des dissonances évoquées dans cet article ont été validées dans le cadre de la conduite autonome [15]. Or, lors de la préparation de ce workshop, ils ont été radicalement rejetés par des responsables de bureaux d'étude de deux constructeurs automobiles. Ainsi, certaines dissonances d'usage et de fonctionnement de systèmes peuvent générer de vives réactions d'incompréhension faisant obstacle à la crédibilité des situations étudiées. Leur analyse et justification dépendent fortement des expériences vécues ou échangées, et des points de vue sur l'automatisation et la fiabilité des systèmes. Elles permettront de mettre en œuvre les principes de pédagogie active assistée par des outils numériques ou d'inclusion humain-systèmes à partir de modes de coopération ou d'apprentissage sur les dissonances comme ceux développés dans [16, 17, 18, 19]. Des compléments de formation sont également prévus pour développer des méthodes formelles ou heuristiques de détection de dissonances comme celles présentées dans [20, 21] ou pour prendre en compte les dissonances d'autonomie dans les phases conscientes ou non-conscientes de prise de décision. Le parallèle avec les travaux sur la conscience de la situation sera alors abordé.

Bibliographie

- [1] Hamani, L., Wojak, P., Dapsence, D., La Delfa, S., Vanderhaegen, F., 2018. Outils numériques pour la pédagogie innovante dans les transports. *Conférence sur la maîtrise des risques et de la sûreté de fonctionnement, LambdaMu21, 16-18 octobre 2018, Reims, France*
- [2] Vanderhaegen, F. (2019). Pédagogie active pour l'aide à l'innovation dans les transports. In « *Défis de l'automatisation des systèmes sociotechniques* », Vanderhaegen, F., Maaoui C., Sallak M., Berdjag D. (Eds), ISTE Edition, pp. 319-338.
- [3] Vanderhaegen, F. (2021). Pedagogical learning supports based on human-systems inclusion applied to rail flow control. *Cognition Technology & Work*, 23, 193-202.
- [4] Vanderhaegen, F. (2014). Dissonance engineering: a new challenge to analyse risky knowledge when using a system. *International Journal of Computers Communications & Control*, 9(6), 750-759.
- [5] Vanderhaegen, F. (2016). A rule-based support system for dissonance discovery and control applied to car driving. *Expert Systems With Applications*, 65, 361-371.
- [6] Vanderhaegen, F. (2012). Cooperation and learning to increase the autonomy of ADAS. *Cognition Technology & Work*, 14 (1), 61-69.
- [7] Vanderhaegen, F. (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
- [8] Vanderhaegen, F., Jimenez, V. (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*.
- [9] Vanderhaegen, F. (2016). Toward a Virtual Tool to Train on Dissonance Control Supported by Learning and Cooperation. *IFAC-PapersOnLine*, 49(19).
- [10] Filion, N. (2018). Le régulateur de vitesse: à utiliser avec modération. *Le Guide de l'Auto*, 7 Janvier 2018, guideautoweb.com/articles/11403/le-regulateur-de-vitesse-a-utiliser-avec-moderation/.
- [11] Johnston, S. (2018). Does cruise control save fuel? Autotrader, 19/03/2018, autotrader.co.za/cars/news-and-advice/automotive-news/does-cruise-control-save-fuel/1460.
- [12] Monsin, S. (2020). Le régulateur de vitesse vous permet-il de consommer moins ? Gocar, 27 Mai 2020, gocar.be/fr/actu-auto/pratique/le-regulateur-de-vitesse-vous-permet-il-de-consommer-moins.
- [13] Le Monde, 12 juillet 2013, "Les régulateurs de vitesse altèrent la vigilance des automobilistes", le-monde.fr/mobilite/article/2013/07/12/les-regulateurs-de-vitesse-altèrent-la-vigilance-des-automobilistes_3447047_1653095.html.
- [14] Dufour, A. (2014). Driving assistance technologies and vigilance: impact of speed limiters and cruise control on drivers' vigilance. *Seminar on the Impact of Distracted Driving and Sleepiness on Road Safety, April. Paris La Défense, 2014*.
- [15] Vanderhaegen, F. (2017). Groupe de travail In vehicule. Workshop ERGO-IA 2017 sur « Conduite Autonome: quel avenir pour l'intégration Humain-Système ? », Nexter Systems, Versailles, 12-13 octobre.
- [16] Vanderhaegen, F. (1999). Toward a model of unreliability to study error prevention supports. *Interacting With Computers*, 11, 575-595.
- [17] Vanderhaegen, F. (2012). Cooperation and learning to increase the autonomy of ADAS. *Cognition Technology & Work*, 14 (1), 61-69.
- [18] Vanderhaegen, F., Zieba, S. (2014). Reinforced learning systems based on merged and cumulative knowledge to predict human actions. *Information Sciences*, 276(20), 146-159.
- [19] Enjalbert, S., Vanderhaegen, F. (2017). A hybrid reinforced learning system to estimate resilience indicators. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 64, 295-301.
- [20] Vanderhaegen, F. (2021). Weak signal-oriented investigation of ethical dissonance applied to unsuccessful mobility experiences linked to human-machine interactions. *Science and Engineering Ethics*, 27, 2.
- [21] Vanderhaegen, F. (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.