



HAL
open science

IA, robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine ?

Yvon Haradji, Mustafa Zouinar, Catherine Delgoulet, Alexandre Morais

► To cite this version:

Yvon Haradji, Mustafa Zouinar, Catherine Delgoulet, Alexandre Morais. IA, robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine ?. *Activités*, 17 (1), 2020, 10.4000/activites.4929 . hal-04040449

HAL Id: hal-04040449

<https://cnam.hal.science/hal-04040449v1>

Submitted on 17 Jul 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

17-1 | 2020

IA, robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine ?

**Édition électronique**

URL : <https://journals.openedition.org/activites/4929>

DOI : [10.4000/activites.4929](https://doi.org/10.4000/activites.4929)

ISSN : 1765-2723

Éditeur

ARPACT - Association Recherches et Pratiques sur les ACTIVités

Ce document vous est offert par Conservatoire national des arts et métiers (Cnam)

**Référence électronique**

Activités, 17-1 | 2020, « IA, robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine ? » [En ligne], mis en ligne le 15 avril 2020, consulté le 17 juillet 2023. URL : <https://journals.openedition.org/activites/4929> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/activites.4929>

Ce document a été généré automatiquement le 16 février 2023.



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International
- CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Dans le contexte actuel de pandémie et de confinement, nous publions ce numéro 17-1 qui rend compte de travaux d'avant la crise. Le lecteur pourra donc lire trois textes issus de la journée d'étude organisée en mai 2018 sur le thème « **IA, robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine ?** » et, en varia, deux autres textes. Il pourra également prendre connaissance de trois recensions, d'un résumé de HDR (Habilitation à Diriger des Recherches) et de trois résumés de thèses.

Nous vous souhaitons bonne lecture !

SOMMAIRE

Éditorial

Yvon Haradji, Moustafa Zouinar, Catherine Delgoulet et Alexandre Morais

Articles

Évolutions de l'Intelligence Artificielle : quels enjeux pour l'activité humaine et la relation Humain-Machine au travail ?

Moustafa Zouinar

Le véhicule autonome : se désengager et se réengager dans la conduite

Jean-Baptiste Haué, Sophie Le Bellu et Cécile Barbier

Quelles conceptions de la coopération humains-robots collaboratifs ?

Une expérience de participation au projet de conception d'un démonstrateur de robotique collaborative
Florence Barcellini

Planifier les affectations spatio-temporelles d'autrui : l'articulation d'enjeux économiques et sociaux par des ordonnanceurs

Laëtitia Flamard, Adélaïde Nascimento, Pierre Falzon et Ghislaine Tirilly

Apprendre dans des interactions avec de multiples participants : la formation pratique des éducatrices et éducateurs de l'enfance

Marianne Zogmal

Commentaires d'ouvrages

Analyse d'ouvrage par Cédric Dalmaso

Pascal Ughetto (2018). Organiser l'autonomie au travail
Cédric Dalmaso

Analyse d'ouvrage par Yves Lichtenberger

Thierry Berthet & Caroline Vanuls (Eds.). (2019). Vers une flexicurité à la française ?
Yves Lichtenberger

Analyse d'ouvrage par Serge Volkoff

Dominique Chouanière (Ed.). (2019). Précis d'évaluation des interventions en santé au travail. Pour une approche interdisciplinaire appliquée aux RPS et TMS
Serge Volkoff

Résumés de thèses

"L'évolution d'un concept fondateur en psychologie du travail : l'activité dans tous ses états" *[Résumé]*

Soutenance HDR en psychologie du travail, Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris. 9 décembre 2019
Bruno Cuvillier

“Collectifs de travail en ingénierie aéronautique : comment soutenir et développer l’activité collective en contexte de transformation organisationnelle et digitale ?” [Résumé]

Thèse de Doctorat en Psychologie. Mention : Psychologie du travail et des organisations. Université Lyon 2.

16 décembre 2019

Pauline Cruzat

“De l’isolement professionnel à la restauration de la fonction psychologique du collectif : la santé au travail, entre soliloque et pensée dialogique. Le cas de l’intervention à l’ingénierie Renault” [Résumé]

Thèse soutenue le 25 novembre 2019

Rossitza Kaltchéva

“Étude de l’acceptabilité de la réalité virtuelle dans l’industrie aéronautique” [Résumé]

Thèse de doctorat en psychologie du travail et en ergonomie. 17 décembre 2019

Camille Sagnier

Éditorial

Yvon Haradji, Moustafa Zouinar, Catherine Delgoulet et Alexandre Morais

- 1 Le développement de la pandémie du covid-19 dans le monde nous confronte tous, dans nos vies personnelle, professionnelle et sociale, à une situation totalement nouvelle, parfois dramatique. Cette crise sanitaire, avec les chamboulements qu'elle entraîne sur notre quotidien et dans le travail, avec les bouleversements qu'elle engendre sur nos activités sociales et économiques sera à n'en pas douter un marqueur fort de notre époque : il y aura un avant et un après. Pour l'instant, dans ce contexte si incertain si préoccupant et si restrictif, nous publions ce numéro V17-1 qui rend compte de travaux d'avant la crise. Le lecteur pourra donc lire trois textes issus de la journée d'étude organisée en mai 2018 sur le thème « **IA, robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine ?** » et, en varia, deux autres textes. Il pourra également prendre connaissance de trois recensions, d'un résumé de HDR (Habilitation à Diriger des Recherches) et de trois résumés de thèses. Enfin, la revue Activités poursuit, avec le soutien de la SELF, le travail d'organisation du congrès de la SELF (voir le flyer).
- 2 Le premier article « Évolutions de l'Intelligence Artificielle : quels enjeux pour l'activité humaine et la relation Humain-Machine au travail ? » est issu de la dernière journée d'étude. Il explore les enjeux soulevés par les récentes avancées réalisées en IA au regard de l'activité humaine et la relation humain-machine au travail. Un premier enjeu examiné par l'auteur, **Moustafa Zouinar**, concerne les incidences du déploiement des systèmes d'IA sur l'emploi, en particulier l'automatisation des tâches et, par voie de conséquence, la substitution de ces systèmes à l'Humain. Il est rappelé que cet enjeu n'est pas nouveau : une bonne partie des discours actuels sur l'IA et le travail reposent implicitement sur le « mythe » de la substitution ; une vision alternative consiste à envisager la place de l'IA dans le travail en termes de « coopération », de « collaboration » ou encore de « symbiose ». Une deuxième question renvoie à « l'explicabilité » du fonctionnement de ces systèmes, du fait de l'essor de l'apprentissage machine, en particulier l'apprentissage profond qui repose sur des réseaux de neurones artificiels. Les systèmes basés sur ce type d'apprentissage sont considérés comme « opaques », c'est-à-dire des « boîtes noires » dont il est difficile, voire impossible, de comprendre la manière dont ils produisent un résultat donné. Si le

problème de l'opacité des systèmes d'IA n'est là encore pas nouveau, il s'avère particulièrement ardu dans le cas des systèmes basés sur des techniques d'apprentissage (en particulier profond). L'auteur examine la façon dont l'explicabilité est traitée dans ce domaine et discute des incidences de cette opacité en contexte de travail.

- 3 Le deuxième article a pour titre « Le véhicule autonome : se désengager et se réengager dans la conduite ». Partant de l'hypothèse que les utilisateurs de ce type de véhicules seront amenés à reprendre régulièrement le contrôle de la conduite, **Jean-Baptiste Haué, Sophie Le Bellu et Cécile Barbier** analysent la manière dont pourra s'effectuer cette reprise en toute sécurité. Pour cela, ils mobilisent la notion d'engagement développée dans le cadre du programme de recherche « cours d'Action ». Plus précisément, ils analysent les processus de désengagement et de réengagement perceptivo-moteurs et cognitifs du conducteur lors de la conduite d'un véhicule autonome de niveau 4 (automatisation complète des processus opérationnels de conduite et capacité du véhicule à récupérer ses propres erreurs) en situation de conduite simulée. L'étude montre comment le réengagement dans la conduite se construit de manière dynamique. Plus précisément, les auteurs examinent la façon dont les conducteurs élaborent leur « conscience de la situation » ("*situation awareness*") et élaborent une typologie des processus de réengagement. Ils proposent ensuite un modèle de conception pour la gestion de la conduite d'un véhicule autonome.
- 4 Le dernier article issu de cette journée d'étude est écrit par **Flore Barcellini** « Quelles conceptions de la coopération humains-robots collaboratifs ? Une expérience de participation au projet de conception d'un démonstrateur de robotique collaborative ». L'auteure propose un retour d'expérience sur un projet collaboratif pluridisciplinaire impliquant des roboticiens et visant à concevoir un démonstrateur de robot industriel « collaboratif » (cobot). Ce type de robot constitue l'une des technologies emblématiques de « l'industrie du futur ». Tout d'abord, elle montre que ce projet est porteur d'une vision essentiellement « technicienne » des problématiques du travail ; le robot collaboratif est ainsi vu comme solution au problème de Troubles-Musculo-Squelettiques (TMS) liés au travail. Elle interroge ensuite le caractère « collaboratif » des cobots, notamment la vision qui consiste à envisager ces robots comme de véritables assistants capables de fonctionner de façon « coopérative » avec l'Humain. Ce retour d'expérience souligne que les capacités des robots actuels sont en deçà de celles qui seraient nécessaires pour les qualifier de systèmes véritablement coopératifs, par exemple, celles qui concernent la coordination située (non planifiée) des actions ou l'élaboration d'une « conscience partagée » de la situation. Si la mobilisation de modèles de coopération humaine est une condition nécessaire pour la conception de systèmes coopératifs, selon l'auteure, elle n'est pas suffisante. Ainsi, en conclusion, elle propose d'élargir la focale d'analyse et d'action de l'ergonomie aux questions techniques, organisationnelles et sociales posées par l'introduction de ces robots dans l'industrie du futur.
- 5 Deux autres textes sont par ailleurs publiés en varia dans ce numéro. Le texte de **Laëtitia Flamard, Adélaïde Nascimento, Pierre Falzon et Ghislaine Tirilly** « Planifier les affectations spatio-temporelles d'autrui : l'articulation d'enjeux économiques et sociaux par des ordonnanceurs » porte sur l'activité de construction des plannings des ordonnanceurs dans le secteur ferroviaire. La recherche, à partir des observations faites auprès des ordonnanceurs, distingue les différentes stratégies nécessaires à

l'articulation entre les enjeux économiques de l'entreprise (production et réduction des coûts liés au personnel) et les enjeux de préservation des conditions de réalisation de l'activité des agents commerciaux. Cette activité s'avère ainsi une activité de coordination et de négociation dans un contexte de perturbations en temps réel (par exemple, absence pour maladie). De plus, l'analyse pointe les limites, dans l'organisation du travail, de l'approche par indicateurs de gestion qui invisibilise le travail des ordonnanceurs. En conclusion, les auteurs mentionnent le rôle du travail des ordonnanceurs sur la prévention primaire des troubles de santé et indique qu'une compréhension fine de ce travail permet de passer d'une vision figée de la gestion des ressources humaines à une approche dynamique et à plus long terme.

- 6 Le dernier article de ce numéro est celui de **Marianne Zogmal** qui s'intitule : « Apprendre dans des interactions avec de multiples participants : la formation pratique des éducatrices et éducateurs de l'enfance ». L'auteure aborde la question de la formation des éducateurs dans un contexte collectif regroupant des enfants et différents professionnels. La formation, en situation, est alors pour la stagiaire, le résultat d'une imbrication entre un travail éducatif orienté vers les enfants et son propre processus formatif. Cet article vise à contribuer, par une analyse fine des interactions, à enrichir la compréhension de ces situations d'apprentissage qui s'inscrivent dans un collectif de communauté de pratique. L'auteure s'appuie sur une description des pratiques réelles où, dans l'interaction de la stagiaire avec les autres acteurs, va s'intéresser aux phénomènes d'adressage, de focalisation, mais aussi aux dimensions de « figuration » permettant de maintenir une image positive de soi. L'analyse met en avant les différentes configurations d'interaction. Ainsi, la stagiaire doit savoir gérer son interaction avec les enfants, se coordonner avec sa référente et continuer à s'ajuster lors de l'intervention d'une éducatrice expérimentée. En conclusion, l'auteure argumente sur l'utilité de l'analyse interactionnelle fine pour aborder la formation en situation de travail, pour dépasser une vue individuelle de la formation et resituer l'activité éducative dans ses dimensions collectives.
- 7 En complément de ces articles, nous présentons trois recensions d'ouvrage. **Cédric Dalmaso** présente l'ouvrage « Organiser l'autonomie au travail » de Pascal Ughetto (2018 ; FYP Éditions). **Yves Lichtenberger** réalise la recension de l'ouvrage de Thierry Berthet & Caroline Vanuls (2019 ; Éditions Octarès) « Vers une flexicurité à la française ? ». La dernière recension relative à l'ouvrage coordonné par Dominique Chouanière (2019 ; Éditions Octarès) « Précis d'évaluation des interventions en santé au travail. Pour une approche interdisciplinaire appliquée aux RPS et TMS » est proposée par **Serge Volkoff**.
- 8 Nous proposons, en conclusion de ce volume de la revue *Activités*, quatre résumés. **Bruno Cuvillier** avec « L'évolution d'un concept fondateur en psychologie du travail : l'activité dans tous ses états » nous propose un résumé de son HDR. Son objectif principal : comprendre comment la psychologie du travail, depuis le début du XX^{ème} siècle, a tenté de se saisir de l'activité de l'homme au travail. **Pauline Crouzat**, dans sa thèse de doctorat en psychologie « Collectifs de travail en ingénierie aéronautique. Comment soutenir et développer l'activité collective en contexte de transformation organisationnelle et digitale ? », s'interroge sur la possibilité de développer et favoriser une activité collective efficiente et signifiante. **Rossitza Kaltchéva**, dont la thèse en psychologie s'intitule « De l'isolement professionnel à la restauration de la fonction psychologique du collectif : la santé au travail, entre soliloque et pensée dialogique. Le

cas de l'intervention à l'ingénierie Renault », traite de la fonction psychologique du collectif comme élément de la santé au travail. La thèse en psychologie et ergonomie de **Camille Sagnier** « Étude de l'acceptabilité de la réalité virtuelle dans l'industrie aéronautique » porte quant à elle sur la question de l'acceptation ou du rejet de la réalité virtuelle dans les industries 4.0.

- 9 Nous vous souhaitons une bonne lecture, mais, surtout, prenez soin de vous et des autres en ces temps de pandémie et de confinement.

Articles

Évolutions de l'Intelligence Artificielle : quels enjeux pour l'activité humaine et la relation Humain-Machine au travail ?

Evolutions of Artificial Intelligence: What issues for human activities and Human-Machine relationships at work ?

Moustafa Zouinar

NOTE DE L'ÉDITEUR

Article soumis le 8 janvier 2019, accepté le 20 janvier 2020

Introduction

- ¹ Depuis quelques années, l'Intelligence Artificielle (IA) fait l'objet d'une médiatisation et d'une attention sans précédent¹ et suscite beaucoup de promesses, mais aussi des craintes dont certaines reposent sur des visions très spéculatives ou très lointaines des capacités des machines. Ce fort regain d'intérêt pour l'IA est notamment lié à d'importantes avancées technologiques qui ont permis d'accroître de façon considérable les performances des ordinateurs dans de nombreux domaines comme la reconnaissance automatique de la parole ou la vision par ordinateur. Ces avancées ont ouvert de vastes perspectives d'introduction de l'IA sous différentes formes (applications, robots, chatbots, etc.) dans les situations de travail. Un point particulièrement notable est que de plus en plus de secteurs sont concernés (industrie, santé, agriculture, finance, banque, assurance, transport, etc.). L'IA est ainsi sur le point

de prendre une place de plus en plus importante dans les organisations et les systèmes de production. Les champs d'application de l'IA dans ces secteurs ne cessent de se multiplier (automatisation de tâches, relation client, logistique, analyse prédictive, diagnostic, analyse de grandes bases de données, etc.). Dans ce cadre, l'IA est le plus souvent vue comme un ensemble de technologies pouvant produire de nombreux bénéfices, notamment en termes de performance (optimisation de processus internes, rapidité d'exécution de tâches, accroissement de la productivité, etc.) et parfois en termes de facilitation du travail voire de réduction de la pénibilité en permettant l'automatisation des tâches fastidieuses ou répétitives. Certains discours avancent même l'idée qu'en transférant ces tâches à des systèmes d'IA, il sera possible d'orienter le travail des salariés qui seront « libérés » de celles-ci vers des activités à plus forte « valeur ajoutée ». Ces perspectives d'application ont fait l'objet de multiples rapports et d'ouvrages sur les incidences (potentiellement) positives et négatives de l'IA sur le travail et l'emploi.

- 2 L'objectif de cet article est d'examiner ces perspectives et les réflexions qu'elles suscitent d'un point de vue ergonomique, en particulier sous l'angle de l'activité. Plus précisément, dans la mesure où l'IA ne constitue pas une nouveauté technologique, il s'agit ici de traiter les questions suivantes : quels sont les nouveaux enjeux et les nouvelles questions soulevés par ces évolutions de l'IA dans le domaine du travail ? Quels sont les thèmes émergents ? Quelles sont ou vont être les conséquences de ces évolutions sur les activités humaines dans les situations de travail ?
- 3 D'un point de vue méthodologique, cet article s'appuie sur la littérature actuelle (scientifique et « grise² ») qui traite de l'IA et du travail, à la lumière des travaux et des connaissances accumulées depuis plus de 40 ans en ergonomie et dans des disciplines ou courants connexes (par exemple, facteurs humains, sociologie, anthropologie) sur les incidences de l'automatisation et l'introduction de systèmes « intelligents » sur l'activité humaine au travail. Autrement dit, il s'agit ici de proposer un exercice de réflexion et de prise de recul par rapport aux développements actuels de l'IA et à la manière dont ils sont appréhendés pour penser les transformations du travail.
- 4 Dans la suite de cet article, une première partie présente une brève histoire de l'IA, en mettant l'accent sur les étapes majeures de son développement ainsi que sur ses évolutions récentes. Cette section nous permettra de préciser ce que nous entendons par IA. Nous verrons que le regain d'intérêt actuel pour celle-ci est en particulier lié au développement de l'apprentissage automatique ou machine (*machine learning*) qui est devenu le paradigme dominant dans ce champ. Les deux parties qui suivent sont consacrées aux questions, enjeux soulevés par les évolutions récentes de l'IA en rapport avec le travail. Une première série de questions qui sera traitée dans la deuxième partie concerne d'une part les conséquences de l'automatisation du travail par l'IA, et, d'autre part, la division du travail et la relation entre Humains et IA. Nous montrerons qu'une grande partie de ces questions et les cadres conceptuels qui sont mobilisés pour penser cette relation ne sont pas nouveaux. Ceci nous permettra également de re-questionner à nouveaux frais ces approches. Nous aborderons également un point qui nous paraît relativement nouveau et qui concerne l'interaction au travail avec des machines « intelligentes » qui présentent des caractéristiques anthropomorphes. La troisième partie est consacrée à « l'explicabilité » ou « interprétabilité » des systèmes d'IA, qui renvoie de façon générale à la compréhension ou intelligibilité de leur fonctionnement et de leurs « décisions » ou actions³. Nous verrons que cette question, qui est en

particulier soulevée par la complexité des techniques d'apprentissage machine, mais qui n'est pas non plus nouvelle, peut-être importante à prendre en compte dans le cadre d'activités de travail qui impliquent des interactions avec des systèmes qui fonctionnent selon ces techniques⁴.

1. Une brève histoire de l'IA : genèse et évolutions récentes

- 5 L'IA a été définie de multiples manières et reste de ce fait un domaine dont il n'est pas facile de circonscrire précisément les contours. La pertinence du terme d'IA fait même débat et il est régulièrement remis en question⁵. Une définition assez large est celle proposée par Shapiro (1992) qui considère l'IA comme le domaine de la science et de l'ingénierie qui traite de la compréhension, à l'aide de l'ordinateur, du comportement intelligent et de la création de systèmes artificiels qui reproduisent ce comportement. D'autres définitions mettent plutôt l'accent sur l'aspect scientifique de l'IA, par exemple, Levesque (2013) définit l'IA comme le domaine qui étudie le comportement intelligent en termes computationnels. Selon Nilsson (2005), pour de nombreux chercheurs du domaine, l'objectif scientifique à long terme de l'IA en tant que discipline est la « mécanisation » de l'intelligence humaine (*mechanization of "human-level" intelligence*). Il convient de noter que si l'humain a constitué la référence principale pour le développement de machines intelligentes, les chercheurs du domaine se sont également inspirés des comportements d'autres organismes vivants comme les insectes sociaux. Dans la suite de cet article, l'expression « IA » se référera aux machines, algorithmes, ou programmes qui s'inspirent ou tentent de reproduire des facultés humaines comme la compréhension du langage naturel, la reconnaissance d'objets visuels ou le raisonnement dans ses différentes formes. Mais, pour lever toute ambiguïté, notons dès à présent que, sous réserve que l'on dispose d'une bonne compréhension de ce qu'est l'intelligence humaine, la reproduction « informatique » de cette intelligence reste un horizon lointain. Certains spécialistes reconnus du domaine considèrent même que l'IA n'est pas si « intelligente » qu'on le dit (Lecun, 2019 ; Julia, 2019). Selon Julia (2019), ce n'est pas l'intelligence qui caractérise les systèmes d'IA d'aujourd'hui, mais leur capacité de reconnaissance grâce à l'apprentissage machine sur lequel nous reviendrons⁶.

2. Évolutions de l'IA : le retour en grâce des réseaux de neurones artificiels

- 6 L'acte de naissance officielle de l'IA est généralement situé dans les années 50, lors de la conférence Macy qui avait regroupé différents chercheurs (informaticiens, mathématiciens, psychologues) qui s'étaient donnés comme objectif d'explorer l'hypothèse selon laquelle il est possible de simuler de manière informatique l'apprentissage et l'intelligence humaine :

« (...) tous les aspects de l'apprentissage ou toute autre caractéristique de l'intelligence peuvent en principe être décrits avec une telle précision qu'une machine peut être construite pour les simuler⁷. » McCarthy, Minsky, Rochester, & Shannon (1955)

- 7 Cette hypothèse a été appliquée à différents domaines comme la résolution de problèmes, la compréhension du langage, la démonstration de théorèmes mathématiques, ou encore la perception (par exemple, la reconnaissance de formes visuelles). C'est dans ce cadre que le projet de simuler l'intelligence humaine a occupé une place centrale dans les recherches en IA.
- 8 À partir des années 50, l'IA s'est structurée autour de deux courants principaux, l'approche symbolique et l'approche connexionniste. La première, qui a été dominante jusqu'aux années 80, consiste à envisager l'intelligence en termes de manipulation de symboles sur la base de règles formelles ; c'est l'hypothèse des « systèmes symboliques physiques » formalisée par Newell et Simon (1976). La seconde approche, qui remonte aux années 40 avec les travaux pionniers de McCulloch et Pitts (1943), consiste à s'inspirer de la structure et du fonctionnement des réseaux de neurones biologiques. Cette approche repose ainsi sur l'idée que la perception ou le comportement intelligent résultent de l'interaction entre différentes unités computationnelles (neurones formels) interconnectées et régies par des règles d'apprentissage. L'un des exemples emblématiques de réalisation de cette approche est le perceptron, un algorithme d'apprentissage supervisé (cette notion est expliquée plus bas). Le connexionnisme a fait l'objet d'importantes critiques qui ont freiné son développement jusqu'aux années 80, notamment suite à la publication de l'ouvrage de Minsky et Papert (1969) où les auteurs montrent les limites calculatoires des réseaux de neurones artificiels développés dans les années 60, en particulier le *perceptron*⁸. Enfin, signalons qu'un autre courant, l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD), s'est développé à partir des années 70. L'IAD développe et étudie des systèmes multi-agents, c'est-à-dire des systèmes composés d'agents computationnels intelligents, actifs et autonomes qui interagissent entre et/ou avec leur environnement (Ferber, 1995 ; Weiss, 1999). S'inspirant notamment des comportements des insectes sociaux, une des particularités de ce courant est de simuler des interactions sociales (coopération, compétition, etc.) qui sont supposées mieux adaptées pour résoudre certains types de problèmes de manière plus efficace et plus rapide. Dans ce cadre, des comportements émergents d'apparence complexe sont simulés à partir de règles « simples ».
- 9 Les travaux réalisés en IA, symbolique notamment, ont progressivement abouti à des applications pratiques pour les situations de travail, en particulier sous la forme de systèmes dits « experts⁹ ». Un système expert est supposé reproduire l'expertise cognitive d'un humain, en particulier ses raisonnements et ses connaissances, dans un domaine particulier. L'expertise est modélisée comme un ensemble de règles de type « si-alors ». Ces systèmes ont été développés dans de nombreux secteurs (médecine, industrie, etc.) avec différentes finalités (diagnostic, résolution de problèmes, prise de décision, etc.) Le premier système développé est DENDRAL, qui a été conçu dans les années 60 pour aider les chimistes à identifier la structure de molécules organiques. Les concepteurs du système ont mis en œuvre ce qu'ils ont appelé une « ingénierie de la connaissance » (*Knowledge engineering*) qui consiste à « extraire » les connaissances des experts (en l'occurrence des chimistes) pour fabriquer les règles. DENDRAL a été ensuite utilisé comme base pour la conception d'un autre système, MYCIN, qui visait à assister les médecins dans le diagnostic médical. À partir de ces travaux pionniers, de nombreux systèmes experts ont été développés dans d'autres secteurs, par exemple, dans l'industrie métallurgique pour la conduite de Hauts Fourneaux, dans les transports pour le diagnostic de pannes ou encore dans la finance et la banque. Les

usages de l'IA dans les entreprises ou de façon plus générale dans les environnements de travail existent donc depuis longtemps. Notons dès à présent que de nombreux travaux d'orientation ergonomique ont porté sur ces systèmes, ou de façon plus générale, se sont intéressés à l'IA, dans un cadre de conception d'outils d'aides à l'activité ou d'utilisation de celle-ci comme outil de simulation (par exemple : Amalberti, & Deblon, 1992 ; Benckekroun, Pavard, & Salembier, 1994 ; Cacciabue, Decortis, Drozdowicz, Masson, & Nordvik, 1992 ; Dugdale, & Pavard, 2000 ; Haradji, Guibourdenche, Reynaud, Poizat, Sabouret, Sempé *et al.*, 2018 ; Salembier, & Zouinar, 2004 ; Woods, Roth, & Bennett, 1987 ; Zouinar, 2000).

- 10 Bien que les recherches n'aient pas cessé depuis la conférence de Macy, il est coutume de dire que l'IA a traversé plusieurs « hivers » (entre les années 70 et les années 90) au sens où elle a rencontré d'importants obstacles et des échecs (par exemple, dans les domaines de la traduction automatique et la compréhension de la parole) qui ont conduit à une baisse importante des financements et de l'intérêt des acteurs institutionnels pour ce domaine. Ces échecs ont notamment soulevé de nombreux débats et critiques sur les présupposés théoriques sur lesquels s'appuyaient l'IA, notamment l'idée cognitiviste que d'une part, toute forme d'intelligence (raisonnement, compréhension du langage, résolution de problèmes, etc.) consiste en une manipulation de symboles suivant des règles formelles, et d'autre part, que l'action se détermine par des « représentations mentales » ayant le statut de « plans » (voir par exemple les critiques de Searle, 1980 ; Dreyfus, 1972 ; et Suchman, 1987, et plus récemment, Collins, 2018). Ainsi, les critiques ont notamment mis en évidence l'absence de prise en compte du rôle majeur du contexte (matériel, social, culturel) et du corps dans la cognition et l'action humaines¹⁰. Ces critiques ont donné lieu au développement de nouveaux courants anti-cognitivistes avec, par exemple, les travaux du roboticien Rodney Brooks sur une intelligence artificielle « sans représentation », c'est-à-dire qui fonctionne de façon décentralisée et où l'intelligence émerge continuellement de l'interaction du système avec le monde sur la base de comportements « simples » (Brooks, 1991). Un autre courant qui s'est développé à partir de ces critiques et qui rejoint celui développé par Brooks est « l'IA incarnée » (*Embodied AI*) qui s'appuie sur l'idée de cognition incarnée, idée qui, rappelons-le, rejette le dualisme cognitiviste consistant à concevoir la cognition indépendamment du corps et de l'environnement. En IA, cette idée consiste par exemple à développer des robots dont les actions sont contrôlées par des boucles sensori-motrices ou à concevoir des morphologies spécifiques qui rendent possibles des déplacements comme la marche.
- 11 Depuis les années 2010, l'IA suscite une forte attention avec les performances obtenues grâce à l'apprentissage machine et, plus particulièrement, l'apprentissage profond (*deep learning*) qui repose sur des réseaux de neurones artificiels (approche connexionniste). De façon générale, l'apprentissage machine, parfois appelée apprentissage statistique, consiste à apprendre à une machine à réaliser des tâches (par exemple : reconnaissance d'objets dans des images) en l'entraînant sur des données du domaine concerné (par exemple, des images qui comportent des voitures). Dans ce domaine, on distingue habituellement les algorithmes des modèles d'apprentissage. Un modèle résulte de l'apprentissage qui se construit à partir de l'application des algorithmes aux données utilisées dans la phase d'apprentissage. Ce modèle peut-être vu comme un arrangement et une mise en relation mathématique complexe de paramètres ou coefficients. Autrement dit, un modèle d'apprentissage, c'est « l'algorithme + les données d'apprentissage ». Il existe plusieurs types d'algorithmes

d'apprentissage : les « classifieurs » qui reçoivent une donnée en entrée (par exemple une image) et produisent une « sortie » (par exemple une catégorie comme « oiseau » qui est reconnue dans l'image) ; et les algorithmes qui élaborent à partir de données d'apprentissage un modèle qui est utilisé par le classifieur pour produire ses réponses. L'apprentissage peut être de type supervisé (à partir de données fournies et étiquetées par un humain), non supervisé (l'algorithme doit découvrir par lui-même la structure plus ou moins cachée des données), ou par renforcement (l'algorithme apprend un comportement à partir d'observations et ses actions sur l'environnement produisent des valeurs de retour (*feedback*) qui le guident). L'apprentissage profond, dont on parle beaucoup aujourd'hui, est une technique qui se distingue par l'utilisation de plusieurs couches de réseaux de neurones artificiels qui extraient et traitent de manière successive des informations spécifiques d'une entrée (par exemple, une image). Cette technique n'est pas nouvelle puisque son développement est amorcé à la fin des années 80 avec notamment les travaux de Lecun sur les réseaux *convolutifs*¹¹, mais a été délaissé entre le milieu des années 90 et 2012 du fait de la difficulté à la faire fonctionner avec les ordinateurs de cette époque, car ils n'étaient pas assez puissants. L'année 2012 est importante, car c'est le moment où ces réseaux de neurones ont permis d'atteindre des performances inédites (dans la reconnaissance vocale et la vision par ordinateur), notamment grâce à l'augmentation importante des capacités de calcul des machines informatiques et la disponibilité de volumes de plus en plus grands de données (*Big Data*). Cette technique, qui prend une place prépondérante en IA, est de plus en plus utilisée dans la conception d'applications ou de produits¹² (par exemple, les assistants vocaux, les véhicules autonomes, les robots dits « sociaux¹³ », ou les systèmes d'analyse d'images comme dans l'imagerie médicale). Enfin, avec les performances atteintes par les machines apprenantes actuelles ressurgit le débat concernant la possible émergence d'une IA générale (Goertzel, 2014) voire même « consciente », autrement dit qui serait la même que celle de l'humain (*Human-level Artificial Intelligence*) ou la dépasserait¹⁴ (« *Superintelligence* », Boström, 2014). C'est ce qui est appelé l'IA « forte » par opposition à l'IA « faible » qui, elle, renvoie aux systèmes actuels qui sont spécialisés dans des domaines de tâches particuliers. Pour certains auteurs comme Lecun (*Les Échos*, 2019), une telle intelligence générale ne peut être atteinte qu'avec l'apprentissage non supervisé, ce qui signifie des systèmes capables d'apprendre de façon autonome, en interagissant avec le monde. Il considère qu'il faudrait doter les machines de « sens commun » pour elles soient véritablement intelligentes, un objectif qui a déjà fait l'objet de tentatives dans le cadre de l'approche symbolique, en particulier celle de Lenat, Guha, Pittman, Pratt et Shepherd (1990) et qui consiste à spécifier ce sens sous forme de connaissances et de règles. À la différence de cette tentative qui a fait l'objet de nombreuses critiques, notamment l'impossibilité de modéliser le sens commun de manière symbolique, l'apprentissage autonome est supposé remédier à cette limite. Tenant compte de l'émergence de l'IA forte comme un scénario probable, Russell (2019) suggère de repenser l'IA d'une nouvelle façon. Selon cet auteur, jusqu'à présent le développement de ce champ s'est principalement appuyé sur la reproduction de l'intelligence humaine considérée comme la capacité à réaliser des buts. Cette approche devient problématique dans le scénario d'une IA forte. Pour Russell, dans ce cas, une machine au moins aussi « intelligente », voire plus « intelligente » que l'humain pourrait en principe chercher par tous les moyens possibles de réaliser un but qui lui a été fixé, sans tenir compte de l'ensemble de ses (l'humain) préférences relativement à la manière de l'atteindre. Une telle machine

pourrait par exemple chercher à réaliser le but y compris en commettant des actions qui mettent en danger la vie d'autres humains. Or, en tant qu'humain, lorsqu'on assigne (sans mauvaises intentions) un objectif à quelqu'un, cela sous-tend qu'on ne lui demande pas de le réaliser à n'importe quel prix (par exemple, nuire à une personne ou mettre sa vie en danger). C'est ce que Russell appelle la « structure de préférences » qui est donc communiquée de façon implicite. Pour faire face à ce problème du contrôle de la réalisation du but, Russell considère qu'il est nécessaire de développer des machines « compatibles avec l'humain » (*Human Compatible*), c'est-à-dire qui apprennent nos structures de préférence et nos buts à partir de l'observation de nos actions, grâce notamment à l'apprentissage par renforcement inverse (apprentissage des buts qu'un humain cherche à réaliser à partir de l'observation de ses comportements). Les actions des machines seront ainsi mieux alignées avec les objectifs et les préférences des humains. De façon plus générale, Russell plaide pour une IA qui reste sous le contrôle de l'humain.

- 12 Concernant le débat sur l'IA faible vs forte, deux points liés intéressants sont à noter. Un premier est que cette distinction entre IA faible et IA forte a été utilisée pour la première fois, mais d'une manière un peu différente par Searle (1980). Pour cet auteur, selon les tenants de l'IA faible, l'intérêt de prendre l'ordinateur comme modèle dans l'étude de la cognition (par exemple, pour faire des simulations ou modélisations) est que cela permet de développer un outil « cognitif » puissant ; en revanche, selon la position forte, il n'y pas de différence de nature entre l'humain et un ordinateur au plan du fonctionnement cognitif¹⁵. Autrement dit, il serait possible de développer des machines qui ont strictement le même niveau d'intelligence que l'humain. Le deuxième point est la condition proposée par Nilsson (2005) pour déterminer si l'IA forte est atteinte. Pour cet auteur, cette IA adviendra lorsque les machines pourront réaliser la plupart des activités de travail ordinaires accomplies par les humains, autrement dit lorsque ces activités seront totalement automatisées. C'est ce qu'il appelle le « test de l'emploi » (*employment test*), qu'il considère moins problématique que le test de Turing qui avait été également proposé comme un test de « mesure » de l'intelligence des machines :

« Pour réussir le test de l'emploi, les programmes d'IA doivent être en mesure d'effectuer les tâches habituellement exécutées par des humains. Les progrès vers une IA équivalente à l'intelligence humaine [IA forte] pourraient alors être mesurés en fonction de la fraction de ces tâches qui peut être effectuée de façon acceptable par des machines¹⁶. » (p. 68)

- 13 On voit ainsi que le travail est au cœur de l'IA, pour au moins certains auteurs. L'automatisation du travail occupe une place centrale dans les débats sur l'IA, comme nous allons le voir.

3. L'automatisation par l'IA : une menace pour le travail humain ?

- 14 L'automatisation informatique des tâches professionnelles constitue l'une des conséquences de l'IA les plus débattues, notamment parce qu'elle touche de plus en plus de secteurs (secteur des services, industrie, agriculture, éducation, finance, médecine, etc.). Cette évolution est vue comme une troisième vague d'automatisation qui se caractérise principalement par l'extension de plus en plus grande de celle-ci aux

aspects cognitifs des activités humaines comme le raisonnement ou la prise de décision, les deux premières vagues étant respectivement l'automatisation des tâches manuelles « sales » / « dangereuses », puis celle des tâches répétitives, monotones (Davenport, & Kirby, 2016). L'IA est également considérée comme participant d'une nouvelle ère industrielle, « l'industrie 4.0 » (Wisskirchen, Thibault Biacabe, Bormann, Muntz, Niehauss, Soler *et al.*, 2017). Si l'automatisation de tâches par des systèmes d'IA n'est pas nouvelle puisqu'il s'agit d'une tendance qui remonte aux systèmes experts (cf. plus haut), il devient aujourd'hui possible de l'étendre à des domaines de tâches de plus en plus larges grâce à l'apprentissage machine, en particulier l'apprentissage profond. Cette extension de l'automatisation par l'IA est aussi rendue possible par la généralisation dans les situations de travail de l'usage d'outils informatiques qui permet aujourd'hui de disposer des données nécessaires à l'apprentissage¹⁷ (Crowston, & Bolici, 2019).

- 15 Les débats actuels se cristallisent ainsi autour de la question du remplacement généralisé des humains par des systèmes d'IA. Cette question sur les effets de l'automatisation, qui s'est posée à de multiples reprises depuis la révolution industrielle, a généré de nombreuses discussions et ouvrages plus ou moins alarmistes ; certains prévoient en effet une disparition massive des emplois (Brynjolfsson, & McAfee, 2012 ; Ford, 2016). Le détonateur de ces débats a notamment été l'étude réalisée par deux chercheurs, Frey et Osborne (2013), qui ont analysé les risques d'automatisation d'activités de travail (jobs), en s'adressant à des experts en apprentissage automatique. De leur étude, il ressort qu'en probabilité, 47 % des emplois existants aux États-Unis sont menacés d'automatisation totale. Les métiers les plus à risque se situent dans les domaines du transport, de la logistique, du support administratif ou encore des services. Selon cette étude, même les métiers « très qualifiés » seront également touchés (par exemple, médecin, comptable ou juriste). En outre, ces auteurs considèrent que les tâches non-routinières (« manuelles » ou « cognitives ») pourraient également être automatisées grâce à l'IA. C'est notamment le cas du dépannage de machines, la maintenance, la surveillance/détection des anomalies ou la prise de décision. Mais cette étude a été très critiquée, notamment au plan de la maille d'analyse des métiers utilisée par Frey et Osborne. Ces derniers se sont en effet concentrés sur le métier pris de façon globale ; or, dans de nombreux cas, tous les aspects des activités relatives à un métier ne sont pas nécessairement automatisables (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2016). Négliger ce point conduit à une surestimation du nombre de métiers réellement automatisables dans leur totalité (Arntz *et.*, 2016). Partant d'une approche centrée sur les tâches qui composent un métier, Arntz, Gregory et Zierahn ont ainsi trouvé qu'en moyenne 9 % seulement des emplois dans plusieurs pays de l'OCDE étaient entièrement automatisables. Les emplois qui seront cependant les plus massivement touchés sont ceux qui sont les « moins qualifiés ». D'autres études ont porté sur les incidences de cette automatisation en termes de temps de travail. Ainsi, selon une étude récente du forum économique mondial¹⁸, la part globale du « travail » en nombre d'heures réalisé par les machines va progressivement augmenter pour atteindre 52 % (48 % seront réalisés par l'humain) alors qu'aujourd'hui la répartition est de 71 % pour l'humain et de 29 % pour les machines. Ceci pose la question importante de savoir à quoi peut être réaffecté le temps de travail libéré, comment repenser le contenu des activités. Mais, toutes ces études restent des projections hypothétiques. Ce qui semble faire consensus, c'est que l'introduction de l'IA dans les situations de travail se traduira par des reconfigurations

plus ou moins profondes des activités humaines. Les points importants sont de comprendre quelles formes prendront ces configurations, comment les anticiper et les orienter de façon pertinente. En outre, l'un des enseignements que l'on peut tirer des recherches passées sur l'automatisation est que l'humain reste indispensable dans les environnements de travail, en particulier pour gérer des événements imprévus ou lorsque les systèmes dysfonctionnent. Bainbridge (1983) faisait ainsi remarquer que plus un système de contrôle automatisé est avancé (techniquement) plus la contribution de l'humain peut-être cruciale. Un autre enseignement est que l'automatisation implique surtout une transformation plus ou moins profonde des activités de travail et l'émergence de nouveaux rôles (Dekker, & Woods, 2002). Et cette conséquence est souvent peu prise en compte dans la mesure où l'automatisation est souvent pensée comme une simple « substitution ». C'est le « mythe de la substitution » (Carr, 2017 ; Dekker, & Woods, 2002). Sur cette base bien établie, il semble donc que la nouvelle (et peut-être future ?) génération de systèmes d'IA impliquera surtout des formes d'automatisation partielle (au moins à court moyen terme) et par conséquent une mutation des activités humaines au travail. Le défi qui se pose est comment penser la reconfiguration des activités humaines et quelle place doit occuper l'IA vis-à-vis de l'humain et réciproquement. Des analyses intéressantes de cette reconfiguration se développent. Par exemple, Seidel, Berente, Lindberg, Nickerson et Lyytinen (2019) montrent comment l'usage d'outils d'IA qui génèrent des solutions de conception transforme de manière importante l'activité de design et requiert des compétences nouvelles. Ainsi, avec ces outils, l'activité du designer n'est plus une activité de conception au sens « classique » (fabriquer, modifier et ainsi de suite), mais est de plus en plus structurée par les pratiques suivantes : définir les paramètres/contraintes que le système doit suivre, évaluer et tester les solutions générées par ce dernier, ajuster les paramètres ou les algorithmes en fonction de l'évaluation. L'usage de ces outils implique ainsi une bonne compréhension de leur fonctionnement notamment pour comprendre et le cas échéant modifier les solutions qu'ils proposent.

- 16 Parallèlement à ces débats portant sur les conséquences de l'IA sur l'emploi, une autre série de questions soulevées qui s'inscrivent dans une logique de complémentarité plutôt que de substitution concerne la manière dont il faudrait envisager la division du travail et la relation entre humains et IA : quel rôle doit tenir un système d'IA par rapport à l'humain et réciproquement ? De quelle nature doit-être leur relation ? Ce sont ces questions que nous allons maintenant examiner, car elle concerne directement la transformation des activités humaines au travail puisqu'elles impliquent de travailler avec des IA.

4. Travailler avec des systèmes d'IA : quelles divisions du travail et relations entre humains et IA ?

- 17 Cette partie examine les modèles de complémentarité Humains-IA qui sont mobilisés aujourd'hui pour définir le rôle de la nouvelle génération de systèmes d'IA vis-à-vis de l'humain (et réciproquement) dans le cadre d'activités de travail. Nous allons voir que ces modèles s'inscrivent dans la continuité d'approches de la relation humain-machine développées depuis longtemps. Nous verrons ensuite que le travail avec des systèmes d'IA anthropomorphes, c'est-à-dire dotés de caractéristiques « physiques » humaines, implique de nouvelles formes de relation aux machines.

4.1. Les modèles de complémentarité Humains-IA

18 Pour de nombreux auteurs, les nouvelles perspectives d'automatisation ouvertes par l'IA nécessitent de repenser la division du travail entre humains et machines, car les progrès réalisés dans ce domaine font que les systèmes d'IA deviennent plus performants que les humains dans de nombreux cas comme le diagnostic ou l'analyse prédictive. Par exemple, on nous annonce régulièrement que des systèmes d'IA obtiennent de meilleures performances que les médecins dans la détection ou l'estimation de probabilités d'apparition de maladies¹⁹. Partant de ce constat de supériorité grandissante de systèmes d'IA, McAfee et Brynjolfsson (2017) soutiennent qu'il est nécessaire de repenser le « partenariat » (*partnership*) Humains-Machines. Dans cette perspective, ils considèrent qu'il faut s'orienter vers une complémentarité entre le « jugement humain » et les algorithmes en inversant ce partenariat. Plutôt que de considérer les machines comme fournisseuses de données qui vont être utilisées par l'humain pour prendre une décision ou porter un jugement sur une situation, ils proposent en effet que le jugement de l'humain, ses « intuitions » servent de données pour les algorithmes. Deuxièmement, ils considèrent qu'il faut déléguer aux machines toutes les tâches (par exemple, de traitement de l'information ou de prise de décision) susceptibles d'être automatisées, quitte à mettre l'humain « hors de la boucle » (de la prise de décision). Ils envisagent de laisser la possibilité à l'humain de contourner ou passer outre les décisions du système lorsque cela est utile (par exemple, dans le cas de situations inhabituelles ou de conditions nouvelles non anticipées ou non gérables par la machine). Pour justifier cette philosophie de répartition des rôles entre l'humain et la machine qu'ils envisagent donc comme un « partenariat », outre l'amélioration des performances des machines informatiques, les auteurs s'appuient également sur les limites de la cognition humaine, en partant de la distinction entre deux systèmes de pensée (1 et 2) qui a été développée par Kahneman (2012). Le système 1 renvoie à la pensée rapide, intuitive, où les émotions jouent un rôle important ; le système 2 correspond à la pensée basée sur le raisonnement logique ; cette pensée est contrôlée, réfléchie, et se caractérise par sa lenteur. Selon McAfee et Brynjolfsson (2017), étant donné que le système 1 est entaché de nombreux biais, défauts qui sont source d'erreurs et « d'imperfections » cognitives, il est préférable de favoriser le système 2, mais dans sa version numérique, c'est-à-dire développer des systèmes qui fonctionnent de façon logique, sans ces biais²⁰, et ce, dans tous les domaines où l'IA s'avère plus performante que l'humain. Ainsi, dans cette approche, les systèmes d'IA apparaissent en réalité comme des « prothèses » qui visent à pallier les déficiences cognitives humaines²¹. Or, comme cela a été montré par des études passées sur les systèmes experts, cette approche prothétique est problématique lorsqu'elle met l'humain dans une posture passive (Roth *et al.* 1987). Par exemple, elle peut se traduire par une perte d'expertise ou de capacité à développer une compréhension de la situation en situation d'activité. Et c'est précisément contre cette approche que des perspectives qui donnent un rôle plus actif à l'opérateur ont été développées, par exemple en considérant les machines intelligentes comme des « outils cognitifs » ou « instruments²² » (Roth *et al.*, 1987). Qui plus est, McAfee et Brynjolfsson mettent également en avant les gains en performance (productivité, efficacité, etc.) comme deuxième critère principal qui justifie le transfert des tâches à des machines lorsque cela est possible. Ainsi, de façon générale, bien que les auteurs envisagent la relation Humains-IA comme un

« partenariat », leur approche semble plutôt privilégier la performance et suivre une logique de compensation des défaillances cognitives de l'humain.

- 19 L'idée consistant à distribuer des tâches entre Humain et machine selon leurs forces et leurs faiblesses n'est pas nouvelle ; elle fait écho à une approche ancienne de l'automatisation qui remonte au travail réalisé par Fitts et ses collègues dans les années 50 (Fitts, 1951). Cette approche repose sur le principe suivant : si une machine surpasse l'humain dans une « fonction » donnée, la « fonction » doit être automatisée ; si cela n'est pas possible, l'automatisation n'a pas de sens (de Winter, & Dodou, 2014). Ancrée dans le paradigme de l'Homme comme système de traitement de l'information, cette approche propose une liste qui compare les capacités perceptives et cognitives de l'humain par rapport à celles des machines²³. Par exemple, elle indique que l'humain est capable de détecter de très petites variations de stimulations visuelles ou acoustiques, d'improviser ou d'utiliser des procédures flexibles, ou encore de raisonner de manière déductive ; la machine est capable de répondre très rapidement à des signaux, de réaliser des tâches répétitives, ou encore de raisonner de façon déductive et traiter des opérations complexes (faire plusieurs choses à la fois). Cette approche a fait l'objet de nombreuses critiques (Dekker, & Woods, 2002 ; de Winter, & Dodou, 2014). Par exemple, son caractère statique ; le fait qu'elle suppose que les capacités de l'humain sont fixes et qu'elle repose sur une théorie de l'activité humaine qui a été largement remise en question (celle qui considère l'Homme comme système de traitement de l'information) ; le principe même d'une comparaison « mécaniste » est remise en question, c'est-à-dire comparer deux types d'entités qui sont ontologiquement différentes suivant un langage purement « fonctionnaliste » et, enfin, son caractère trop général, c'est-à-dire le fait qu'il ne permet pas de déterminer les tâches qui doivent être automatisés²⁴. Enfin, un autre point problématique dans l'approche proposée par McAfee et Brynjolfsson (2017) concerne le rôle de l'humain dans la prise de décision. Comme nous l'avons vu, selon eux, il n'est pas nécessaire et il est même préférable de mettre ce dernier « hors de la boucle de décision » lorsque le système est (supposé être) plus performant. Or, les travaux réalisés en ergonomie/facteurs humains ont depuis longtemps mis en évidence les conséquences délétères d'un tel principe sur l'activité (par exemple, la réduction de la compréhension de la situation ou la difficulté de reprise en main du système en cas d'imprévus).
- 20 Une autre approche de la complémentarité consiste à penser la relation entre Humain et IA en termes d'augmentation ou de collaboration²⁵. Dans cette perspective, l'IA est vue comme une aide à l'activité et non pas comme une technologie substitutive. Norman (2017) considère ainsi qu'à mesure que les technologies d'IA se développent il faut penser cette relation en termes de « travail d'équipe » (*teamwork*). Selon cet auteur, lorsqu'il s'agit de concevoir un système intelligent, il faut les considérer comme des collaborateurs (*collaborators*), et non pas des substituts à l'humain. L'un des exemples de « travail d'équipe » qu'il donne est celui d'un système qui aide les designers à explorer des solutions de conception. Exploitant les techniques d'IA les plus récentes, ce système génère des solutions sur la base de contraintes/paramètres qui sont fixés par l'utilisateur. Pour Norman, cette association IA-designer est de type « travail d'équipe » puisque chacun réalise une partie du travail de conception. Mais on peut se demander si ce n'est pas juste un exemple d'assistance plutôt qu'une véritable collaboration. Nous reviendrons sur ce point. Dans la même veine, Davenport et Kirby (2016) considèrent que la stratégie qu'il faut adopter vis-à-vis de ce « nouveau » contexte technologique

n'est pas l'automatisation dans sa version substitutive, mais « (...) de considérer les machines intelligentes comme des partenaires, des collaborateurs dans le travail du savoir » (p. 53). Partant de cette idée, ils distinguent quatre types de positionnement de l'humain par rapport aux machines intelligentes. Ces types reposent notamment sur une distinction entre les capacités des humains et celles des machines (on retrouve l'approche de Fitts). Par exemple, dans le positionnement « parallèle », l'humain garde des activités qui nécessitent des « aptitudes » (par exemple, la créativité) qui ne sont pas (encore parfaitement) réalisables par des machines ; dans le positionnement « inclusif », l'humain s'appuie sur les ordinateurs pour optimiser ces décisions (augmentation) et est capable de les superviser. Daugherty et Wilson (2018) adoptent une approche augmentative similaire, mais incluent également dans leur modèle ce que l'humain peut faire pour « augmenter » l'IA. Autrement dit, la relation Humain-IA est pensée de manière réciproque. Ces auteurs partent de l'hypothèse que les professions qui requièrent du leadership, de la créativité ou une capacité à évaluer les situations de façon globale ou holistique continueront d'être réalisés par des humains. En revanche, ils considèrent que les métiers qui nécessitent l'utilisation de modèles prédictifs, des actions routinières ou des adaptations au contexte qui peuvent être spécifiées par des règles ou des modèles, seront de plus en plus réalisés par des machines. Entre ces deux extrêmes, il existe cependant plusieurs formes de complémentarité qui peuvent être envisagées et qu'ils appellent *missing middle*. Cette partie est divisée en deux. Une première se réfère aux formes où l'humain « augmente » la machine en l'alimentant en données, en définissant la bonne stratégie d'apprentissage qui lui permettra d'atteindre le niveau de performance recherché, en lui faisant des retours sur ces performances, ou en expliquant ses actions (ceci ne va pas de soi comme nous le verrons dans la troisième partie). Cette idée d'augmentation de la machine par l'Homme, qui est relativement nouvelle et qui est de plus en plus envisagée (voir également Dellermann, Calma, Lipusch, Weber, Weigel, & Ebel, 2019) laisse cependant une question ouverte, à savoir si elles s'ajouteront aux activités habituellement réalisées par les opérateurs, ce qui soulèverait la question de l'augmentation de la charge de travail de l'humain. La seconde partie du modèle regroupe les formes dans lesquelles l'humain est « augmenté » par la machine. Trois types d'augmentation sont envisagés : l'amplification cognitive (par exemple, la possibilité de traiter de vaste corpus de données rapidement), l'extension des capacités d'interaction (par exemple, avec les machines via la parole et le geste), et l'incorporation physique (les auteurs donnent comme exemple les exosquelettes). Un exemple donné par les auteurs pour illustrer « l'amplification » est le système Illumeo développé par Philips. Ce système vise à aider les radiologues dans leur travail d'une part en enregistrant et en reproduisant des protocoles d'affichage personnalisés (adaptation aux pratiques de l'utilisateur), et d'autre part, en leur permettant de consulter de manière contextualisée des informations importantes sur le patient (antécédents et diagnostics du patient, résultats de laboratoire, comptes rendus d'imagerie antérieurs, etc.).

- 21 Cette perspective complémentaire est même érigée en objectif politique stratégique du développement de l'IA. Par exemple, dans l'un des rapports publiés par le *National Science and Technology Council* des États-Unis (*Strategy 2: Develop Effective Methods for Human-AI Collaboration*²⁶), trois formes de « collaboration » entre l'IA et l'humain :

- l'IA prend en charge des tâches périphériques qui soutiennent l'humain dans la prise de décision, par exemple, des tâches d'analyse prédictive ou de récupération d'informations ;

- l'IA intervient lorsque l'humain se retrouve dans une situation de charge de travail élevée, en réalisant des tâches complexes de supervision/contrôle, de prise de décision ou de diagnostic lorsque l'humain a besoin d'assistance ;
 - l'IA réalise des tâches à la place de l'humain lorsque ses capacités sont limitées ou insuffisantes pour les accomplir, par exemple quand il faut agir vite, traiter un grand volume de données, réaliser des opérations mathématiques complexes ou intervenir dans des environnements hostiles.
- 22 Dans ce modèle, on retrouve là encore une division du travail qui rappelle l'approche de Fitts dans la mesure où elle se fonde sur une comparaison entre les (in)capacités de l'humain avec celles des machines « intelligentes ». Les auteurs du rapport ajoutent que certains principes bien connus de la « conception centrée humain » doivent être mobilisés pour permettre à l'humain d'avoir une bonne compréhension des capacités du système, de ce qu'il peut faire et ne pas faire. Les principes retenus auxquels on ne peut que souscrire sont de :
- concevoir des interfaces utilisateurs « intuitives », qui facilitent l'interaction avec l'IA ;
 - garder l'humain informé des actions et des états du système ;
 - former régulièrement l'utilisateur pour lui permettre d'acquérir les compétences/ connaissances nécessaires à l'interaction avec le système, notamment celles concernant son fonctionnement (logiques et algorithmes utilisés) et ses défaillances possibles ;
 - flexibiliser l'automatisation, c'est-à-dire : 1/ le cas échéant, donner à ceux qui le souhaitent la possibilité de choisir d'utiliser le système ou non ; 2/ concevoir des systèmes capables de s'adapter de façon dynamique à l'activité humaine, par exemple intervenir lorsque l'opérateur se retrouve dans une situation de charge de travail ou de fatigue excessive.
- 23 De façon générale, les approches complémentaires constituent des directions qui font globalement sens d'un point de vue ergonomique dans la mesure où elles apparaissent comme étant par certains côtés centrées sur l'Humain, autrement dit « anthropocentrées » (Rabardel, 1995). L'IA est pensée comme devant être au service de l'opérateur (sauf dans le cas de McAfee et Brynjolfsson dont la posture est ambiguë) qui garde un rôle actif vis-à-vis du système (par exemple, en termes de contrôle, de prise de décision, de choix des actions, etc.). Mais ces approches ne sont pas nouvelles. Elles sont apparues dans les années 60 dans un contexte où le développement de l'informatique et l'intelligence artificielle a conduit des chercheurs à tenter de définir le rôle des ordinateurs dans les activités humaines dans un cadre d'assistante et non de substitution. L'idée d'augmentation a été ainsi développée dès les années 60 par Engelbart (1962). Elle consiste à mobiliser les ordinateurs comme une ressource pour augmenter les capacités intellectuelles humaines. Plus précisément, il s'agit d'accroître les capacités de compréhension et de résolution de problèmes de l'humain à l'aide de ces machines²⁷. Les travaux de Licklider dans les années 60 sur la « symbiose Humain-ordinateur » (*Man-Computer Symbiosis*) ont également été à l'origine de ces approches. Pour cet auteur, la symbiose correspond à un « couplage », une « coopération » entre humains et machines électroniques dans la prise de décision et la gestion de situations complexes²⁸. Dans ce cadre, il définit une répartition du travail dans laquelle la machine prend en charge les tâches routinières tandis que l'humain réalise les tâches de définition des buts, de formulation des hypothèses, de définition des critères et d'évaluation de solutions. Des recherches sur la coopération (ou collaboration²⁹) humain-machine se sont ensuite beaucoup développées à partir des années 80 pour développer des machines capables d'interagir comme un véritable partenaire, qui ne

substituent donc pas à l'humain, mais travaillent avec lui. Ces recherches ont été notamment suscitées par la volonté de sortir des approches substitutives et prothétiques de l'automatisation. De nombreux modèles qui précisent les caractéristiques que doit avoir un système pour développer une relation de coopération avec un humain ont été proposés (Christoffersen, & Woods, 2002 ; Clarke, & Smyth, 1993 ; Hoc, 2000, 2004 ; Klein, Woods, Bradshaw, Hoffman, & Feltovich, 2004 ; Millot, & Lemoine, 1998 ; Silverman, 1992 ; Terveen, 1995). Par exemple, selon Clarke & Smyth (1993), un système coopératif doit notamment être capable de reconnaître les buts de l'utilisateur ; de travailler avec lui à l'atteinte de buts de façon interactive ; de proposer des solutions alternatives, ou encore de soutenir la formation de nouvelles attitudes envers le système et la tâche. Selon, Klein *et al.* (2004), pour qu'un système « intelligent » soit véritablement collaboratif, il doit être en mesure de : comprendre l'activité et les intentions du ou des partenaires humains ; rendre ses actions, états et intentions reconnaissables/intelligibles ; s'engager dans la négociation des buts ; prédire les actions des partenaires humains ; participer à la gestion de l'attention, contrôler les coûts de coordination ; ou encore, se faire guider dans ses actions (régulation, contrôle). S'intéressant à la collaboration, Terveen (1995) distingue cinq caractéristiques centrales de cette relation : l'élaboration collective d'objectifs partagés ; la planification, la répartition des rôles et la coordination des actions ; l'élaboration et le maintien d'un contexte partagé ; la communication ; l'adaptation et l'apprentissage. Or, dans les approches de complémentarité que nous avons évoquées plus haut dans le contexte de la « nouvelle » IA, non seulement il y a une quasi-absence de référence à ces travaux antérieurs sur la coopération Humain-machine, mais ces notions de collaboration, de partenariat ou de symbiose sont aussi peu voire pas du tout définies comme si cela allait de soi. Par ailleurs, au regard des capacités que devraient avoir des machines capables de s'engager dans une véritable relation de coopération ou collaboration de type humaine, concevoir ces machines constitue un objectif particulièrement ardu et on peut même se demander s'il est possible de l'atteindre. Un système véritablement collaboratif suppose en effet qu'il soit doté de capacités complexes, sophistiquées qui sont encore largement hors de portée des systèmes d'IA à court et même à moyen terme. Ce problème avait déjà été identifié dans les années 90 (Salembier, 1994) et force est de constater qu'il reste entier malgré les avancées technologiques récentes. Tenant compte de la complexité de ce but, une position minimaliste comme celle suggérée par Hoc (2001) consiste à penser qu'il n'est pas raisonnable de « transférer toute la complexité de la coopération humaine à la coopération Homme-machine³⁰ » (p. 534). Mais, peut-on encore parler de coopération si celle-ci subit une réduction de sa complexité ? N'y a-t-il pas un risque à présenter des machines comme étant « coopératives » alors qu'elles ne disposent que de quelques capacités de cette nature ? Quel(s) niveau(x) de réduction serait acceptable pour considérer qu'une machine est capable de coopérer ? Ces questions restent ouvertes. Un autre problème est qu'il n'existe pas de définitions consensuelles de la coopération (ou collaboration), d'où, comme nous l'avons vu, la proposition de différents modèles de la coopération (ou collaboration) Humain-Machine. Une conséquence de cela est que les termes « coopération » ou « collaboration » renvoient en réalité à des modèles plus ou moins hétérogènes.

24 Le problème de la transférabilité de la coopération humaine à la relation Homme-Machine se pose également avec la notion de symbiose. Au sens biologique, une relation symbiotique implique une coévolution, une association émergente, intime et durable

entre deux organismes autonomes. Mais on peut se demander si cela a du sens de parler d'autonomie des machines, aussi intelligentes soient-elles. Comme le soutiennent Bradshaw, Hoffman, Woods et Johnson (2013), cette autonomie (de machines) ne serait-elle pas un « mythe »³¹ ? Si la notion de symbiose reste séduisante pour penser la relation Humain-Machine, son application reste ainsi encore largement programmatique. Un autre problème est que ces approches (coopérative, collaborative, symbiotique) « symétrisent » implicitement l'humain et les machines. Elles laissent supposer que les machines disposent des mêmes capacités que l'humain à collaborer ou coopérer. Or, entre ces deux entités, on peut distinguer au moins deux types d'asymétries fondamentales qui ne doivent pas être ignorées. Une première d'ordre « ontologique ». Par exemple, certaines approches de la collaboration humain-machine développées en IA se sont basées sur l'hypothèse d'une similarité fondamentale entre ces derniers du point de vue de l'action³² (Terveen, 1995). Ils sont modélisés comme des agents « rationnels » qui élaborent des plans pour réaliser des buts et infèrent les plans des partenaires³³. Or, cette symétrie a été largement remise en cause dans le cadre des critiques du cognitivisme. La seconde asymétrie est celle mise en évidence par Suchman (1987) concernant l'accès des machines au contexte de l'action.

25 Ainsi, ces termes de coopération, de collaboration ou de symbiose sont au mieux des métaphores. Bien qu'elles soient plus « modestes », les notions d'assistance, de conception en terme d'aide (Theureau, & Filippi, 1994), de complémentarité ou encore de « configuration » Humains-Machines (Suchman, & Weber, 2015) dans lesquelles les systèmes joueraient par exemple le rôle d'outils cognitifs ou d'instruments au sens de Woods *et al.* (1987) comme exposé plus haut, paraissent plus adéquates d'une part du fait de leur neutralité ontologique, et d'autre part, parce qu'ils ne font pas référence à des modèles de relation (coopération, collaboration, symbiose) qui ne cadrent pas (encore ?) avec l'état de l'art technologique. Une autre notion intéressante qui peut être mobilisée pour penser la relation entre Humain et IA tout en évitant les écueils soulevés par les concepts de coopération ou de symbiose est celle d'interdépendance que l'on retrouve dans certains modèles de la coopération (Castelfranchi, 1998 ; Schmidt, 2002). Ainsi, selon Johnson, Bradshaw, Feltovich, Hoffman, Jonker, van Riemsdijk *et al.* (2011), les machines « intelligentes » doivent être conçues en les dotant de capacités qui les rendent interdépendantes vis-à-vis des partenaires humains. Concevoir ces machines consisterait ainsi à orchestrer, configurer des relations dynamiques d'interdépendance (Johnson, *et al.*, 2011). Pour ces auteurs, c'est précisément pour sortir du « mythe » de l'autonomie que nous avons évoqué plus haut qu'il convient de penser la relation Humain-machine en termes d'interdépendance. Ces auteurs s'inscrivent également dans un cadre collaboratif, en particulier celui décrit par Klein *et al.* (2004). Pour ces auteurs, il est nécessaire de se placer dans ce cadre, car, en acquérant de plus en plus de capacités « cognitives », de perception, et d'interactions complexes, ces systèmes ne seront plus des outils, mais deviendront *inévitablement* des « partenaires ». Mais, outre la difficulté évoquée plus haut de concevoir des systèmes véritablement collaboratifs, on peut se demander si cette notion d'interdépendance ne comporte pas le risque de rendre l'humain totalement dépendant des machines et affecter son autonomie. Autrement dit, dans le contexte de développement de systèmes d'IA de plus en plus performants, il nous semble important de ne pas négliger les conséquences du degré d'interdépendance qui peut être créé.

26 Si la complémentarité entre Humains-IA dans ses différentes formes constitue une direction pertinente, moyennant les limites que nous avons soulignées à propos des

approches collaboratives ou coopératives, la nature de la nouvelle génération de systèmes d'IA (basés sur l'apprentissage machine) soulève cependant des questions concernant l'évolution de cette relation dans le temps. Une particularité de ces systèmes est que leur performance peut continuer d'évoluer s'ils sont régulièrement alimentés en données et entraînés. Comment dès lors envisager la relation Humain-IA dans le temps avec des systèmes qui vont progressivement s'améliorer au fur à mesure de leur apprentissage ? Faudra-t-il repenser régulièrement la répartition du travail entre humains et IA ? Que peut-il se passer dans des contextes où l'IA devient de plus en plus performante ? Cela peut-il induire une remise en cause de la complémentarité humains-IA au profit de cette dernière ? S'intéressant au domaine médical, Froomkin, Kerr, & Pineau (2019) estiment qu'une telle « dérive » est possible. Ils considèrent en effet que si les machines basées sur l'apprentissage machine s'avèrent plus performantes que les médecins pour réaliser des diagnostics, cela peut créer une pression légale et éthique à déléguer cette tâche à ces machines au détriment des médecins : « Avec le temps, un apprentissage machine efficace pourrait créer une pression légale et éthique forte pour déléguer le processus de diagnostic à la machine. » (p. 2) Autrement dit, au lieu de constituer une aide pour les médecins, ces machines risquent de les déposséder totalement de cet aspect de leur activité avec toutes les conséquences qui sont bien connues d'un tel phénomène (par exemple, substitution, perte d'expertise). Ce risque, qui n'est pas uniquement lié à la technologie, mais aussi au contexte social ou organisationnel dans lequel elle est déployée, avait déjà été identifié à propos des systèmes experts (Freysenet, 1992, Terssac, 1994). Par exemple, de Terssac se demandait si ces systèmes ne deviendraient pas d'autant moins réfutables qu'ils démontreraient au fil du temps leur supériorité par rapport aux travailleurs. Le point soulevé par Froomkin *et al.* (2019) nous invite également à réfléchir à la question du développement des employés dans un contexte où les machines seront également capables de se « développer » grâce à l'apprentissage. Pour éviter le scénario qu'ils décrivent, ils insistent sur la nécessité de préserver le rôle des « médecins » dans la « boucle du diagnostic » et, dans cette perspective, proposent de revoir les règles qui encadrent la pratique médicale. Une autre piste de réflexion possible consiste à envisager des formes de « co-développement » Humain-IA dans lesquelles la complémentarité serait plus pérenne. L'humain apprend de l'IA, et inversement. Une réflexion plus large sur l'intégration des systèmes d'IA dans les situations de travail est ainsi nécessaire, car des facteurs sociaux et organisationnels peuvent affecter leurs usages et la place qu'ils peuvent prendre dans l'activité des salariés, non seulement à court terme, mais aussi à plus long terme. Plus généralement, comme l'ont déjà montré les études sur les systèmes experts, cette intégration et les transformations de l'activité qu'elle peut impliquer nécessitent une réflexion profonde sur l'organisation globale du travail et la manière dont elle peut évoluer.

- 27 Enfin, il est important de noter qu'à l'opposé de la complémentarité, notamment celle que nous défendons ici, c'est-à-dire envisager l'IA dans une perspective centrée sur l'humain, on voit apparaître des idées d'application de l'IA qui s'inscrivent dans une optique de contrôle de plus en plus fin de l'activité des opérateurs pour « optimiser la réalisation des tâches ». C'est par exemple le cas avec le brevet déposé par Amazon concernant un bracelet dont l'objectif est de guider de manière haptique (via des impulsions produites par ultrasons) les mouvements des opérateurs manutentionnaires vers les produits commandés qu'ils doivent récupérer dans les entrepôts où la société stocke ses marchandises. Ce type d'usage « tayloriste » de l'IA soulève de nombreuses

questions concernant d'une part la réduction de l'autonomie des employés en « contrôlant » une bonne part de leur activité et, d'autre part, leur surveillance dans la mesure où le bracelet constitue un moyen de vérification qu'ils sont bien actifs. Comme le notait de Terssac (1992) à propos des systèmes experts, les systèmes d'IA peuvent aussi être utilisés comme une source de contrôle dans les organisations.

4.2. Travailler avec des IA anthropomorphes

- 28 Bien que, ainsi que nous l'avons vu, la question du type de relation complémentaire entre Humains-Machine (collaboration, augmentation, coopération, partenariat, symbiose) qu'il faudrait mettre en place dans des situations de travail se pose depuis longtemps, il nous semble cependant que cette question en soulève d'autres qui concernent plus précisément les systèmes dotés de caractéristiques anthropomorphes ou qui s'en rapprochent. Pour illustrer ce point, un exemple intéressant est l'étude réalisée par Sauppé et Mutlu (2015) dans trois entreprises sur l'interaction d'employés avec un cobot (appelé Baxter - voir Figure 2) développé par la société *rethinkrobotics*³⁴. Ce cobot, conçu sur la base de techniques d'IA, a la particularité d'être équipé d'un écran qui affiche des « yeux » qui sont censés simuler l'orientation de la machine selon ses actions. D'après les concepteurs, l'orientation du « regard » du robot est supposée servir d'indice qui peut aider l'humain qui travaille à côté de lui à interpréter et surtout anticiper ses actions.

Figure 1 : Baxter.
Figure 1: Baxter



- 29 Un premier point intéressant qui ressort de l'étude est que la relation à ce type de robots varie en fonction du rôle ou statut des employés. Du côté des managers, la relation était strictement instrumentale au sens où ils ne les envisageaient que comme

équipement industriel. La relation développée par les employés impliqués dans la production était différente. Ils ont en effet eu tendance à considérer leurs interactions avec ces robots comme semblables à des interactions avec des humains, à leur attribuer des intentions et une personnalité, et même à faire l'expérience d'émotions quand ils interagissaient avec ces machines. En outre, les « yeux » du robot induisaient un sentiment de sécurité dans la mesure où elles leur permettaient d'anticiper ses actions. Ses « yeux » ont également été interprétés comme un indice d'intelligence qui, ce faisant, influait sur le sentiment de confiance dans les comportements du robot³⁵. Certains des employés souhaitaient même que les capacités interactionnelles sociales de ces robots soient plus développées (par exemple, au plan conversationnel pour pouvoir leur parler comme à un collègue humain). L'étude semble donc montrer que le fait de les doter de caractéristiques anthropomorphes peut faciliter la coordination des actions et induire un sentiment de confiance. D'autres études réalisées dans un secteur industriel différent montrent que les opérateurs manifestent une préférence pour les cobots expressifs, c'est-à-dire qui manifestent des « indices sociaux » (*social cues*) comme le regard ou les hochements de tête (Elprama, El Makrini, Vanderborght, & Jacobs, 2016). Mais cette approche, qui consiste à anthropomorphiser les robots, peut être problématique dans la mesure où elle peut, par exemple, susciter de fortes attentes et des formes de sur-confiance qui ont été observées depuis longtemps dans l'interaction avec des automatismes. Toujours dans cette perspective anthropomorphique, il est intéressant de remarquer que les cobots sont de plus en plus lexicalement envisagés comme des « collègues » de travail (*co-workers*), non seulement dans les médias, mais également dans la littérature scientifique (par exemple, Andersen, Solund, & Hallam, 2014). Cette évolution est le signe d'une tendance plus générale qui consiste à « personnifier » les robots et à les doter de capacités d'interaction sociale. Pour ce qui concerne les situations de travail, cela pose plusieurs questions, par exemple : quelle relation les opérateurs vont développer avec des machines qui vont de plus en plus ressembler aux humains ? Les catégories classiques comme celles d'« instrument » ou « outil » restent-elles pertinentes pour qualifier ces machines ?

5. Le problème de « l'explicabilité » des systèmes d'IA

- ³⁰ Si l'on considère que les systèmes d'IA, en particulier ceux basés sur l'apprentissage, vont être de plus en plus déployés dans les situations de travail, cette diffusion soulève la question de l'intelligibilité ou compréhension de leurs actions ou leur fonctionnement par les travailleurs qui interagiront avec eux. Ce problème n'est pas nouveau ; il s'est en effet posé avec les systèmes experts, et de façon plus générale, l'augmentation de l'automatisation dans les situations de travail³⁶. Plus précisément, il a en effet été constaté que ces systèmes généraient de l'opacité cognitive qui renvoie à la difficulté pour les travailleurs à élaborer une compréhension des systèmes, notamment du fait d'un manque d'informations sur leur état et leur fonctionnement. Des études ont montré que cette opacité crée de l'incertitude pour les utilisateurs, perturbe leurs activités et peut même dégrader leur travail (Falzon, 1989 ; Roth *et al.*, 1987). La machine devient une source de problèmes alors qu'elle est supposée être une aide, par exemple avec ce que Sarter, Woods, et Billings (1997) ont appelé « *automation surprises* », c'est-à-dire lorsque le système se comporte ou réagit de façon inattendue. Un autre problème est que cette opacité complique la reprise en main par l'humain de

la situation, notamment lorsqu'elle est dégradée. Qui plus est, elle peut dégrader la confiance de l'opérateur dans le système (Hoff, & Bashir, 2015). Or, la « transparence » du système semble être un élément important de la construction de cette confiance (French, Duenser, & Heathcote, 2018 ; Mercado, Rupp, Chen, Barnes, Barber, & Procci, 2016). Pour ce qui concerne plus spécifiquement les systèmes experts, de nombreuses études ont mis en évidence que la difficulté à interpréter leurs actions ou raisonnements était source de problèmes d'usage voire de rejet de ces systèmes (Clancey, 1983 ; Moore, & Swartout, 1988 ; Teach, & Shortliffe, 1981). Un grand nombre de recherches ont ainsi été menées sur la manière de rendre les actions et le fonctionnement des systèmes experts « explicables » ou interprétables (Bouri, Dieng, Kassel, & Safar, 1989 ; Clancey, 1983 ; Kass, & Finnin, 1988 ; Moore, & Swartout, 1988). Les travaux réalisés ont ainsi cherché à développer des modules spécifiques (sortes de programmes) capables d'expliquer ou tracer de façon intelligible pour l'utilisateur les raisonnements suivis par le système. Autrement dit, l'explication consiste à donner à l'utilisateur des éléments d'interprétation ou de compréhension des actions du système. Par exemple, le système MYCIN dont nous avons parlé plus haut a été doté d'un module complémentaire qui permet à l'utilisateur d'obtenir des explications du raisonnement suivi par le système, en lui indiquant principalement les connaissances et les règles (logiques ou probabilistes) mobilisées par ce dernier (van Melle, 1978). Autrement dit, le système explique « pourquoi » il est arrivé à une conclusion donnée à travers des interactions de type questions-réponses. Par exemple, si le système demande les résultats d'une analyse médicale concernant le taux de calcium dans le sang d'un patient pour poser un diagnostic, l'utilisateur peut lui demander pourquoi il pose cette question. Le système génère ensuite une réponse qui explique cette requête, en explicitant les règles et le raisonnement qui l'ont conduit à la formuler. Une caractéristique importante de ces systèmes experts est que les connaissances et les règles pouvaient être plus ou moins aisément exprimées en langage naturel, car ils étaient formalisés et programmés dans un code proche de ce langage (par exemple, utilisation de règles de type Si... alors). L'utilisation du langage naturel était ainsi censée rendre le raisonnement du système compréhensible par un utilisateur, quel que soit son niveau de compétences en informatique. Il convient cependant de noter que ce type d'explications avait certaines limites, par exemple le manque de justification des inférences réalisées par le système et la non-prise en compte des caractéristiques de l'utilisateur (par exemple, son degré d'expertise). Ces limites ont conduit des chercheurs à proposer d'autres modèles de l'explication, par exemple en l'envisageant comme une interaction structurée qui doit être adaptée à l'utilisateur (ses buts, ses connaissances, etc.) et de façon plus générale, au contexte (Swartout, & Moore, 1993). On retrouve cette idée d'adaptation de l'explication dans la notion de « transparence opérative » proposée par Rabardel (1995) et qui consiste à mettre en relation la transparence avec les besoins en informations de l'utilisateur, en fonction de ses buts, de ses compétences, etc. Autrement dit, l'explication doit être ajustée au contexte d'usage, incluant l'utilisateur. Une autre approche consiste à penser l'explication comme un processus coopératif qui implique une « négociation de sens » (Karsenty, & Brézillon, 1995). L'explicabilité a été également abordée dans le cadre des systèmes informatiques « sensibles » au contexte (*context-aware computing*) sous l'angle de la notion d'intelligibilité (Bellotti, & Edwards, 2001). Ces systèmes ont comme caractéristique de pouvoir adapter leurs actions sur la base de traitements d'éléments contextuels issus de capteurs placés dans l'environnement ou portés par des

utilisateurs (par exemple, l'activité en cours de l'utilisateur, sa présence ou son absence) ; ils impliquent là aussi l'utilisation de techniques d'IA et posent le même problème de compréhension de leurs actions que les systèmes experts. Comme le soulignent Bellotti et Edwards (2001), il est essentiel que ces systèmes soient capables d'indiquer (aux utilisateurs), de manière interprétable, les informations contextuelles dont ils disposent, comment ils les ont élaborées, et ce qu'ils font ou vont faire avec ces informations. C'est ce que les auteurs qualifient d'intelligibilité, qui de façon synthétique, correspond à la compréhension du fonctionnement du système.

- 31 Ce problème de l'opacité des machines se pose de manière beaucoup plus ardue dans le cas de l'apprentissage machine, en particulier les systèmes basés sur les réseaux de neurones. Selon les spécialistes du domaine, la compréhension du fonctionnement de ces systèmes est particulièrement difficile³⁷. C'est, par exemple, ce qu'explique Lipton (2018) :

« Bien que les procédures d'optimisation heuristique pour les réseaux de neurones soient manifestement puissantes, nous ne comprenons pas comment elles fonctionnent, et à l'heure actuelle, nous ne pouvons garantir a priori qu'elles fonctionneront sur de nouveaux problèmes³⁸. » (p. 5)

Pour être plus précis, ce problème concerne les modèles d'apprentissage machine au sens où nous l'avons indiqué plus haut, c'est-à-dire ce qui résulte de l'application de données d'apprentissage à un type d'algorithme. Cette difficulté de compréhension du fonctionnement des modèles d'apprentissage est particulièrement grande avec ceux qui reposent sur l'apprentissage profond qui est considéré comme la technique la plus performante, mais la moins compréhensible (Gunning, 2016). Selon Davis (cité dans Monroe, 2018), un autre spécialiste de ce domaine, la meilleure analogie dont nous disposons pour rendre compte du fonctionnement de systèmes basés sur cette technique est qu'ils développent une sorte « d'intuition » ou « d'instinct » (*gut instinct*). Une telle analogie permet de bien saisir l'ampleur du problème. Rahimi et Recht (2017), deux autres spécialistes de ces systèmes³⁹, vont même jusqu'à comparer la recherche en apprentissage automatique à de « l'alchimie » au sens où il est aujourd'hui possible de concevoir des algorithmes d'apprentissage qui atteignent des performances inédites sans que l'on soit en capacité de comprendre comment ils y parviennent⁴⁰. À travers cette métaphore, ils soulignent ainsi que la compréhension du fonctionnement de ces systèmes reste essentiellement empirique. Les modèles d'apprentissage qui reposent sur l'apprentissage profond sont ainsi considérés comme des « boîtes noires », « inscrutables » (Weld, & Bansal, 2019), en particulier lorsqu'ils mettent un grand nombre de couches de neurones, de nœuds et de coefficients qui calculent les liens d'activation entre les neurones. Ces difficultés soulèvent plusieurs questions, notamment : comment prouver à l'avance que ces systèmes feront bien ce qu'ils sont censés faire ? Comment expliquer, rendre intelligible ou encore interprétable les résultats qu'ils produisent ? De façon plus spécifique, l'intelligibilité des modèles basés sur l'apprentissage est posée comme essentielle pour au moins sept raisons (Weld, & Bansal, 2019). Premièrement, l'objectif d'une IA peut-être insuffisamment spécifié, mal défini voire (involontairement) délétère (par exemple, des études de systèmes qui calculent le risque de récidive criminelle ont montré que la focalisation sur la performance prédictive de ces systèmes a conduit à sous-estimer le fait que les données d'apprentissage utilisées sont entachées de biais sociaux qui ont comme conséquence de reproduire une forme de discrimination sociale qui se traduit par des prédictions plus favorables à certaines populations qu'à d'autres⁴¹). Deuxièmement, un système

peut établir de façon autonome des corrélations « inattendues » entre variables (*features*), qui (les corrélations) peuvent le conduire à produire des résultats erronés ; il importe donc de pouvoir les détecter⁴². Troisièmement, les performances d'un système peuvent se dégrader lorsqu'il est déployé dans des situations réelles, il est donc utile de comprendre les capacités de généralisation du système sur des données nouvelles. Quatrièmement, dans certains contextes, le contrôle d'un système par un utilisateur peut nécessiter que ce dernier comprenne pourquoi l'IA a produit un résultat donné, en particulier lorsqu'il est considéré comme insatisfaisant ou problématique (par exemple, un système qui effectue une recommandation de produits qui ne convient pas ou ne correspond pas au « profil » de l'utilisateur). Cinquièmement, le fait de disposer d'explications peut faciliter « l'acceptation » des décisions proposées par un système aux utilisateurs concernées (par exemple, un traitement médical). Sixièmement, l'intelligibilité d'un système peut aider à améliorer la connaissance de phénomènes ou de domaines particuliers (par exemple, la connaissance du jeu de go a été transformée par les performances du programme de jeu de go AlphaGo qui a « inventé » des coups inédits). Enfin, la difficulté à comprendre le fonctionnement de systèmes d'IA basés sur l'apprentissage génère une forte demande sociale à ce qu'ils soient transparents, interprétables, explicables pour des raisons légales ou éthiques⁴³. L'explication est ainsi posée comme un droit que devrait avoir tout citoyen (Goodman, & Flaxman, 2016). La commission européenne envisage même l'explication comme un principe éthique fondamental dans un récent rapport sur l'éthique de l'IA (« Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance », 2018). Quelles formes doivent prendre les explications et comment prouver qu'elles sont correctes et fidèles au modèle reste cependant des questions largement ouvertes (Lipton, 2018 ; Rudin, 2019).

- 32 Cette question de l'explicabilité va constituer un défi majeur à mesure que les systèmes d'apprentissage machine se diffuseront progressivement dans les situations de travail. La difficulté à comprendre le fonctionnement de ces systèmes peut en effet avoir des conséquences problématiques dès lors qu'ils sont massivement déployés dans la société. Par exemple, Froomkin, Kerr et Pineau (2018) considèrent que le déploiement généralisé de systèmes basés sur l'apprentissage automatique dans le domaine médical pourrait amoindrir la qualité des traitements médicaux et poser le problème de la compréhension par les médecins des diagnostics générés par ces machines, et ce précisément en raison de l'opacité de ce type de système :

« Si nous en arrivons au point où la majorité des résultats cliniques recueillis dans les bases de données sont des diagnostics générés par l'apprentissage machine, il pourrait en résulter des scénarios de décisions futures qui ne sont pas facilement vérifiables ou compréhensibles par les médecins humains. Étant donné le fait bien documenté que les stratégies de traitement ne sont souvent pas aussi efficaces lorsqu'elles sont déployées dans la pratique clinique réelle qu'au stade de l'évaluation préliminaire, le manque de transparence introduit par les algorithmes de Machine Learning [ML] pourrait mener à une diminution de la qualité des soins. » (Froomkin, Kerr, & Pineau, 2019, p. 34).

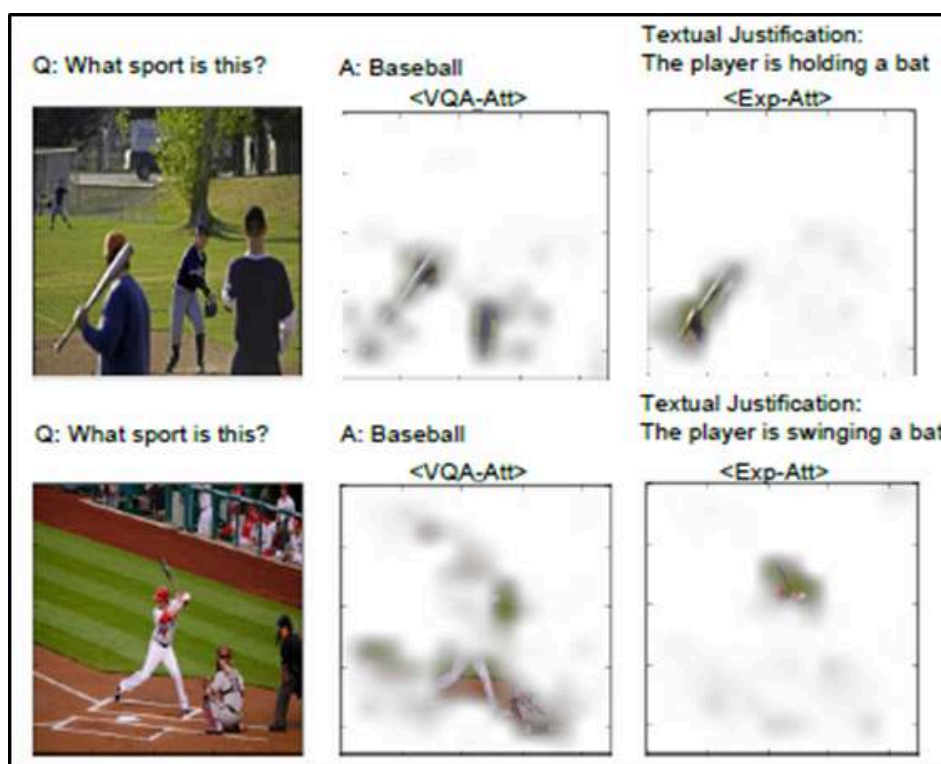
- 33 Concernant plus précisément les conséquences sur l'activité humaine, le déploiement de ces systèmes dans les situations de travail risque de faire apparaître les mêmes problèmes posés par l'opacité des machines, que nous avons évoqués plus haut, notamment à propos des systèmes experts.
- 34 La forte résurgence de ce problème de compréhension des systèmes d'IA a amené les chercheurs du domaine (de l'apprentissage machine) à proposer différentes approches

conceptuelles de ce problème, en s'appuyant sur les notions d'explicabilité, d'interprétabilité, d'intelligibilité, de transparence ou encore de justification. Par exemple, Doshi-Velez et Kim (2017) définissent l'interprétabilité comme la capacité à présenter ou expliquer quelque chose dans des termes compréhensibles par l'humain. Ils distinguent deux sortes d'interprétabilité : *globale*, qui porte sur la compréhension générale d'un modèle (d'apprentissage) ; *locale*, qui concerne l'explication d'une décision particulière produite par le modèle. Un point intéressant de leur approche est que, partant de cette définition, les auteurs (qui sont informaticiens) insistent sur l'importance de l'implication de l'humain dans l'évaluation de l'interprétabilité, dans le cadre d'applications concrètes avec des utilisateurs experts du domaine (par exemple, des médecins qui évaluent les explications données par un système de diagnostic médical) ou de tâches simplifiées expérimentales qui ne nécessitent pas une expertise particulière (par exemple, évaluer la capacité d'une explication à permettre à des humains de « prédire » une sortie d'un système à partir d'une entrée donnée). Pour Biran et Cotton (2017), un modèle d'apprentissage est interprétable si ses opérations sont compréhensibles par l'humain, notamment à travers des explications. À cette définition qui est plutôt vague de l'interprétabilité, ils ajoutent la notion de justification, qui, d'après eux, renvoie à la justesse d'une décision et qui n'exige pas d'explication précise du mécanisme qui l'a produit. Selon Weld et Bansal (2019) un modèle est intelligible si l'utilisateur humain est d'une part en capacité de prédire comment le changement d'une variable (par exemple, un petit accroissement de sa valeur) affectera la sortie du modèle, et, d'autre part, si ce changement produit réellement une modification de la réponse du système. Dans ce cas le modèle est dit interprétable. Miller (2019) parle de « transparence », qui, selon lui, renvoie à deux aspects : premièrement, l'explicabilité (ou interprétabilité) détermine dans quelle mesure l'humain est capable de comprendre les actions d'un système dans un contexte donné, deuxièmement, l'explication qui est donnée pour rendre compte d'une action. Outre cette diversité de définitions des notions d'explicabilité et d'interprétabilité, certains auteurs du domaine estiment nécessaire de différencier ces notions. Selon Lipton (2018), l'interprétabilité des systèmes d'IA à base d'apprentissage doit être analysée selon différentes dimensions qu'il convient de distinguer. Une première est la transparence qui renvoie à la compréhension du fonctionnement du modèle d'apprentissage. Trois types de transparence sont distingués : la « simulabilité » (*simulatability*) qui correspond à la capacité de l'humain à reproduire ou simuler dans un temps raisonnable le fonctionnement du système à partir des données et des paramètres du modèle (concrètement, effectuer les calculs qui produisent une sortie donnée), la décomposabilité (*decomposability*) qui signifie que chaque élément du système (les données qu'il prend en entrée, les paramètres et les calculs) est compréhensible de manière « intuitive » (descriptible en langage naturel), la transparence algorithmique (*algorithmic transparency*) qui concerne la capacité à prédire le fonctionnement de l'algorithme d'apprentissage avec de nouvelles données. La seconde dimension est l'interprétabilité post-hoc, qui, à la différence de la première, ne requiert pas une compréhension du fonctionnement interne modèle. Elle porte plus spécifiquement sur l'explication des sorties d'un système. Autrement dit, l'interprétabilité post-hoc correspond à l'explication. Contrairement à la première qui concerne surtout les spécialistes de l'IA ou concepteurs qui cherchent à comprendre leurs modèles, cette seconde dimension est directement en rapport avec ce qui nous intéresse ici dans la mesure où c'est ce type d'explications qui peut être utile ou

nécessaire pour des utilisateurs finaux dans le cadre d'activités de travail avec ce type de systèmes d'IA. Lipton distingue trois formes d'interprétations post hoc : les explications en langage naturel, sous forme de visualisations (du modèle ou des représentations construites par celui-ci), ou basées sur des exemples comparatifs (par exemple, dans un cadre médical, un système qui explique qu'il a classé une tumeur comme maligne, car il « trouve » qu'elle ressemble à d'autres tumeurs classées de cette façon). Selon Lipton, bien que leur interprétabilité du point de vue des trois premiers critères (simulabilité, décomposabilité et transparence algorithmique) soit particulièrement difficile, les réseaux de neurones profonds sont plus adaptés pour produire des interprétations post-hoc que d'autres modèles d'apprentissage. D'autres auteurs proposent de faire une distinction entre interprétation et explication. Montavon, Samek et Müller (2018) considèrent ainsi que l'interprétation consiste à traduire des concepts abstraits (par exemple, une classe de sorties) dans des formats ordinaires, c'est-à-dire compréhensibles par n'importe quel humain (par exemple, du texte ou des images). Une explication correspond à l'ensemble des éléments (*features*) représentés dans une forme interprétable qui ont contribué à une sortie (par exemple, une classification). Par exemple, pour un système qui classe des images, l'explication consistera en une carte de chaleur (*heatmap*) qui indique les pixels de l'image qui ont le plus influencé une classification réalisée par le système. L'explication consiste ainsi à mettre un résultat (une sortie) en relation avec des éléments qui ont contribué à ce résultat. Enfin, selon Gilpin, Bau, Yuan, Bajwa, Specter *et al.* (2018), l'explication doit être traitée selon deux aspects : l'interprétabilité (*interpretability*) qui correspond à la description du fonctionnement interne d'un système dans un langage compréhensible par l'humain, et la complétude (*completeness*) qui se réfère à la description précise et détaillée des opérations (par exemple, mathématiques) du système. D'après ces auteurs, le défi qui se pose est de produire des explications qui soient à la fois interprétables et complètes. Une façon de gérer ce défi consiste pour eux à trouver un compromis entre ces deux dimensions. De cette revue des approches de l'explicabilité, l'une des conclusions que l'on peut tirer est qu'il n'existe pas pour le moment de consensus sur la manière de définir l'interprétabilité ou l'explicabilité des systèmes d'apprentissage machine. On peut également noter une instabilité terminologique ; différentes notions sont utilisées de façon interchangeable ou différenciée. Une autre conclusion est que les travaux sur l'explication des systèmes experts (basés sur des règles et des connaissances symboliques) sont très rarement mentionnés dans la littérature actuelle sur l'apprentissage machine. Ce qui est particulièrement surprenant compte tenu du fait qu'il s'agit fondamentalement du même problème qui se pose dans les deux cas. Miller (2019) est l'un des rares qui évoque et suggère de s'appuyer sur ces travaux ; il propose également de s'appuyer sur les connaissances développées en sciences humaines et sociales sur l'explication. Un point notable au regard de ce qui nous intéresse dans cet article, à savoir l'interaction avec des systèmes d'IA dans le cadre du travail, est qu'il considère que l'explicabilité est avant tout un problème d'interaction Homme-Agent artificiel et souligne que l'explication n'est pas qu'une question de descriptions de relations entre des causes et des effets, mais qu'elle a des dimensions sociales, interactives, et contextuelles (à qui s'adresse-t-elle ? Pour quoi faire ? dans quelles circonstances ?). Ces dimensions, dont la mise en évidence n'est pas nouvelle, sont essentielles à prendre en compte dans la perspective de la conception de systèmes d'IA dont les actions requièrent d'être expliquées, c'est-à-dire rendues intelligibles pour les acteurs concernés.

- 35 À côté de ces travaux de conceptualisation, d'importants efforts de recherche sont actuellement menés sur les techniques permettant d'améliorer la compréhension du fonctionnement des systèmes d'apprentissage machine afin de rendre leurs sorties explicables⁴⁴ (par exemple, Montavon, Samek, & Müller, 2018 ; Park, Hendricks, Akata, Schiele, Darrell, & Rohrbach, 2018 ; Ribeiro, Singh, & Guestrin, 2016 ; Yosinski, Clune, Nguyen, Fuchs, & Lipson, 2015). En lien avec ce qui nous intéresse ici, l'interaction d'un utilisateur avec une IA, une partie de ces travaux développe des méthodes qui génèrent des explications intelligibles sous différentes formes, par exemple textuelles, graphiques ou multimodales, selon le domaine d'application du système. C'est ce que l'on peut voir dans l'exemple présenté dans la figure 2 ci-dessous qui concerne la catégorisation d'images. Dans cet exemple, comme dans d'autres, on retrouve une forme interactive de l'explication.

Figure 2 : Exemple d'une explication locale d'une sortie d'un système de classification d'images (Tiré de Park *et al.*, 2018). Ici, le système fournit une explication visuelle et textuelle de sa réponse (base-ball) à la question posée par l'utilisateur (de quel sport s'agit-il ?). Il indique les parties principales de l'image qui ont contribué à la prédiction (par exemple, le joueur tient une batte).
 Figure 2. Example of a local explanation provided by an image classification system (from Park, Hendricks, Akata, Schiele, Darrell, & Rohrbach, 2018). Here, the system provides a textual and visual explanation of its response (baseball) to the question formulated by the user (what sport is this?). It indicates the main areas of the image that led to the prediction (e.g. the player is holding a bat)

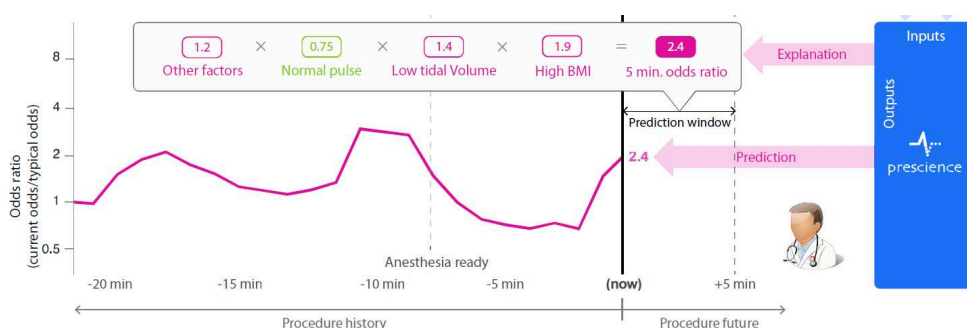


- 36 Le travail réalisé par Lundberg, Nair, Vavilala, Horibe, Eisses, Adams *et al.* (2018) constitue un autre exemple d'explication locale qui nous intéresse plus directement ici, car il montre comment les « prédictions » d'un système d'IA basé sur l'apprentissage peuvent être rendues intelligibles de façon ajustée à une activité de travail dans le domaine médical. Basé sur un modèle complexe d'apprentissage, le système en question établit des prédictions sur le risque d'hypoxémie (diminution anormale de la quantité d'oxygène contenue dans le sang) au cours d'une opération chirurgicale. Plus précisément, il fournit une valeur numérique qui correspond à un score de risque

d'hypoxémie pour un patient donné. Le calcul est réalisé sur la base d'une soixantaine de facteurs qui sont considérés par les anesthésistes comme importants à prendre en compte pour évaluer ce risque avant et au cours d'une opération (par exemple l'âge, l'indice de masse corporelle, le volume et le débit respiratoire, la fréquence cardiaque). L'explication consiste à indiquer à l'anesthésiste les facteurs principaux qui ont conduit le système à faire la prédiction à un instant donné, en précisant quels sont ceux qui augmentent le risque et ceux qui le diminuent (Figure 3). L'explication fournie se limite ainsi aux informations qui ont été considérées comme *directement pertinentes* pour les anesthésistes, compte tenu de la nature de leurs activités (elle a été déterminée avec eux). On retrouve ainsi dans cet exemple le principe selon lequel l'explication doit être adaptée au contexte d'usage du système (pour qui, pour quelle activité, dans quel but, etc.).

Figure 3 : Informations explicatives fournies par le système *Prescience*. Dans cet exemple, le système indique les principaux facteurs qui lui ont permis de calculer le risque d'hypoxémie à un instant t (2.4). Les facteurs qui majorent le risque sont en violet ; ceux qui le diminuent sont en vert. Source : Lundberg et al. (2018).

Figure 3. Explanations from the *Prescience* system. In this example, the system displays the most significant features that it used for calculating the risk of hypoxemia (2.4) at a given moment. The factors that increase this risk are in purple; those that decrease it are in green. Source: Lundberg et al. (2017)



- 37 Si les travaux en cours permettent d'avancer sur l'intelligibilité des modèles d'apprentissage, de nombreuses questions restent cependant ouvertes (Lavin, 2018). Premièrement, il n'existe pas de métriques précises permettant de dire qu'un modèle est plus ou moins interprétable qu'un autre. De façon plus générale, les critères d'interprétabilité/intelligibilité sont *sous-spécifiés*, c'est-à-dire pas assez bien définis pour être mesurables. En outre, il convient de noter qu'en pratique la conception de modèles explicables pose un problème de compromis entre intelligibilité et performance. En effet, plus un modèle d'apprentissage est performant moins il est interprétable et inversement. Ainsi, toutes choses étant égales par ailleurs, concevoir un modèle interprétable peut impliquer le développement d'un système moins performant.
- 38 Cette question de l'explicabilité ouvre des perspectives intéressantes pour l'ergonomie d'une part en termes de démarche qu'il faut mettre en œuvre pour déterminer les besoins potentiels en explication, et d'autre part, en termes de conception. Concernant le premier point, l'analyse de l'activité constitue un outil utile pour précisément déterminer les explications qu'il est nécessaire ou utile de donner aux travailleurs concernés. Le deuxième point porte sur les questions suivantes : comment concevoir les explications, c'est-à-dire comment les représenter ? Sous quelle(s) formes(s) ? Sur ce point, l'interface utilisateur constitue un enjeu central en termes de conception, car

c'est à travers elle que se matérialise l'explication. Une autre question qui peut être importante est de déterminer à quel moment elle doit être accessible. De façon générale, les travaux menés sur les systèmes experts constituent une ressource théorique et méthodologique importante pour aborder ces questions dans le cadre des systèmes basés sur l'apprentissage machine, car, comme dit plus haut, on retrouve bien le même type de problématique. Il faut cependant noter que la nature « non symbolique » des systèmes d'IA basés sur l'apprentissage machine soulève des questions de traduction et de représentation de leurs opérations à des fins explicatives qui sont beaucoup plus complexes. Comment en effet traduire en explications compréhensibles des opérations qui sont purement mathématiques ? Des recherches intéressantes dans ce domaine de la représentation sont actuellement menées (voir par exemple, Carter, & Nielsen, 2017).

- 39 Cet examen de la question de l'explicabilité serait incomplet sans indiquer l'existence d'un débat au sein même de la communauté des spécialistes de l'IA. Si la plupart d'entre eux ne remettent pas en question les systèmes de type « boîte noire » (ceux qui posent des problèmes d'explicabilité), des voix s'élèvent contre l'utilisation de ces systèmes. C'est notamment le cas de Rudin (2019) qui prône l'abandon pur et simple de ces systèmes, car elle estime d'une part que leur opacité soulève trop de problèmes techniques et sociaux, et d'autre part, que, contrairement à ce que l'on pense habituellement, ces systèmes ne sont pas nécessairement les plus performants. Elle ajoute et montre que dans le cas de ces systèmes, les explications fournies sont souvent incomplètes, voire même fausses. Pour toutes ces raisons, elle suggère qu'au lieu de chercher à développer des techniques « externes » d'explicabilité des systèmes de type boîte noire, il faut plutôt développer des systèmes qui sont « intrinsèquement » interprétables, c'est-à-dire basés sur des techniques d'apprentissage machine qui rendent possible de façon inhérente la compréhension de leur fonctionnement. Si l'on se place du point de vue de l'approche ergonomique de l'interaction Humain-machine, en particulier l'importance qu'elle donne à la conception de systèmes intelligibles pour les utilisateurs, ce point de vue paraît en phase avec cette approche. Mais, bien que les arguments de Rudin semblent convaincants, pour différentes raisons (enjeux industriels et académiques) il n'est pas du tout sûr que les systèmes de type « boîte noire » soient un jour abandonnés (au moins à court ou moyen terme). Dans ce contexte, il est important de garder à l'esprit que les explications du fonctionnement et des « sorties » de ces systèmes sont au mieux approximatives. Et dans tous les cas, comme nous l'avons vu, il est essentiel qu'elles soient contextualisées, c'est-à-dire adaptées dans leur forme, leur contenu et leur signification au contexte d'usage (pour qui, pour quoi faire, etc.).

Conclusion

- 40 Impulsée par les performances sans précédent réalisées par l'apprentissage machine dans une gamme de domaines qui ne cesse de s'élargir, une diffusion massive de l'IA sous différentes formes dans les situations de travail paraît aujourd'hui inéluctable. Les projets d'intégration de l'IA dans ces situations sont foisonnants et des expérimentations sont en cours⁴⁵, avec des objectifs variés (automatisation, optimisation de processus, réduction des coûts, amélioration de la performance, parfois dans une logique de réduction de la pénibilité du travail ou d'assistance aux employés,

mais aussi de contrôle de ces derniers dans d'autres cas, etc.). Partant de ce constat, l'intention principale qui a animé cet article était de s'interroger sur les questions et les enjeux soulevés par ces évolutions au regard des activités humaines et la relation Humain-Machine dans le cadre du travail. Une première conclusion de cet article est qu'une bonne partie de ces questions et enjeux est ancienne et qu'elle est abordée en ergonomie depuis longtemps. Tout d'abord, nous avons vu que c'est surtout la question des incidences de ces avancées sur l'emploi qui est débattue notamment en raison de la crainte d'une automatisation massive du travail dans de nombreux secteurs. Mais cette crainte, qui n'est pas nouvelle puisqu'elle réapparaît régulièrement depuis au moins la révolution industrielle, fait l'objet de controverses sur l'ampleur de cette automatisation. En outre, cette crainte laisse de côté le fait bien documenté depuis longtemps que l'automatisation quelle que soit sa nature se traduit surtout par une transformation des activités humaines. Le point important est de comprendre comment orienter cette transformation de façon pertinente pour les acteurs concernés. D'où l'importance des démarches de conception et d'intégration des technologies dans les environnements de travail. À l'opposé d'une approche substitutive de l'IA (remplacement de l'humain par celle-ci) qui constitue la toile de fond de cette crainte, nous avons vu qu'une approche mise en avant consiste à envisager l'Humain et l'IA en termes de complémentarité et non de remplacement du premier par le second. Dans ce cadre, différents modèles de complémentarité sont proposés, en particulier ceux de collaboration ou coopération, de partenariat ou encore de symbiose. Si ces modèles de relation Humain-machine, qui ne sont pas nouveaux, ont l'intérêt de permettre précisément de sortir de la vision substitutive et de plutôt chercher à tirer parti de ce que l'IA peut apporter aux travailleurs dans leurs activités en termes d'aide ou assistance, c'est-à-dire de s'inscrire dans une démarche centrée sur l'humain, nous avons vu qu'ils restent pour l'essentiel métaphoriques. L'état de l'art technologique actuel ne permet toujours pas de développer des systèmes véritablement coopératifs, collaboratifs, symbiotiques ou encore qui agissent comme des « partenaires ». Mais cela ne veut pas dire pour autant qu'il faille cesser de s'inspirer de ces modèles pour penser la relation Humain-IA. Ils resteront tout à fait pertinents à mesure que les capacités d'action et d'interaction des machines se développeront.

- 41 À côté de cette problématique récurrente portant sur le type de relation qu'il faudrait envisager entre humains et machine dans un cadre de complémentarité, certains systèmes d'IA soulèvent de nouvelles questions concernant cette relation. Comme nous l'avons vu avec l'exemple du robot Baxter, un point notable est que la dimension sociale de l'interaction est de plus en plus intégrée dans la conception de robots (les cobots) destinés au secteur industriel. Cette tendance suscite les questions suivantes : comment les humains vont travailler avec des systèmes (robots, etc.) qui ont de plus en plus de caractères anthropomorphes, c'est-à-dire incorporent de plus en plus de traits humains ? Quelles relations développeront-ils avec ces machines ? Jusqu'où faut-il aller dans ce « mimétisme anthropomorphique », au risque de susciter de fortes attentes qui ne sont pas en phase avec les capacités réelles des machines ? Cette question fait l'objet de vifs débats en robotique entre les chercheurs qui estiment qu'il faut éviter ce mimétisme, car il soulève de nombreux problèmes (attachement, isolement, confiance excessive dans la machine) et ceux qui estiment qu'il peut être utile dans certains contextes (Darling, 2017). Sur ce point, il nous semble qu'une position de principe qui s'abstrait du contexte d'usage n'est pas tenable. Doter les machines de caractères anthropomorphes parce qu'il est possible de le faire n'a pas non plus de sens. La

question centrale est en quoi cela peut-il être utile à l'activité ou à l'interaction humain-machine, tout en prenant en compte les risques soulignés ci-dessous.

- 42 Enfin, cette revue de questions sur l'IA a souligné un autre enjeu important, l'explicabilité des systèmes basés sur les techniques d'apprentissage machine, notamment celle de l'apprentissage profond. Bien qu'elle ne soit pas nouvelle, cet enjeu se pose avec beaucoup plus d'acuité, car, comme nous l'avons vu, la compréhension du fonctionnement des systèmes basés sur cette technique est particulièrement ardue. Comme l'ont montré les études passées sur les problèmes générés par l'opacité des systèmes experts et de façon plus générale des systèmes techniques complexes, cette question est importante à prendre en compte dans la conception et l'intégration des systèmes d'IA dans les situations de travail.
- 43 Pour conclure, pour faire face à ces enjeux et aux défis soulevés par les évolutions de l'IA, il paraît fondamental de maintenir et mobiliser une perspective centrée humain ou anthropocentrée (Rabardel, 1995), en mettant notamment l'accent sur les principes suivants (liste non exhaustive) : envisager les systèmes d'IA comme aides ou appuis cognitifs ou physiques à l'activité et qui s'articulent concevoir de façon fluide à celle-ci, considérer les possibilités et l'intérêt de l'automatisation ou délégation de tâches à l'aune de ce principe d'aide (que peut-elle apporter aux acteurs concernés ? Avec quelles conséquences sur leurs activités ?), veiller à ce que les systèmes ne deviennent pas une source additionnelle de tâches à réaliser ou d'obstacles à la réalisation du travail, ancrer la conception dans les réalités du travail actuel et la compréhension du travail futur en s'appuyant sur les méthodes existantes (par exemple, analyse de l'activité, simulations à partir de scénarios réalistes), mettre en œuvre une démarche de conception participative et itérative, mettre l'accent (en fonction de la situation) sur la nécessité de concevoir des systèmes dont les actions sont à toutes fins pratiques intelligibles ou explicables pour les acteurs concernés, faire en sorte que ces acteurs disposent d'une capacité de contrôle des systèmes (par exemple, valider les décisions qu'ils proposent, reprendre la main sur une tâche ou leur pilotage). Même s'ils varient dans la manière dont ils l'envisagent, c'est dans le sens de cette approche centrée humain qu'un certain nombre d'initiatives institutionnelles et de chercheurs (par exemple, Xu, 2019) appellent au développement d'une IA centrée humain⁴⁶. Compte tenu de la place centrale qu'occupe cette approche en ergonomie et des enjeux posés par l'IA, il y a là un champ de recherche et d'intervention immense pour les ergonomes.

BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R., & Deblon, F. (1992). Cognitive modelling of fighter aircraft process control: A step towards an intelligent on-board assistance system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 36(5), 639-671.

Andersen, R. H., Solund, T., & Hallam, J. (2014). Definition and Initial Case-Based Evaluation of Hardware-Independent Robot Skills for Industrial Robotic Co-Workers. *41 st International Symposium on Robotics*. Munich, Germany, 2014, 1-7.

- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations. N° 189. Paris : Éditions OCDE. <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*, 19, 775-779.
- Bellotti, V., & Edwards, K. (2001). Intelligibility and accountability: human considerations in context-aware systems. *Hum.-Comput. Interact.*, 16(2), 193-212.
- Benckroun, T. H., Pavard, B., & Salembier, P. (1994). Design of cooperative systems in complex dynamic environments. In J. M. Hoc, C. Cacciabue & E. Hollnagell (Eds.), *Expertise and Technology - Cognition & Human-Computer Cooperation* (pp. 167-182). New Jersey : LEA.
- Bender, J., De Haan, J., & Bennett, D. (1995). Symbiotic approaches : Content and issues. In J. Bender, J. De Haan, & D. Bennett (Eds.), *The symbiosis of work and technology* (pp. 1-11). London : Taylor & Francis.
- Biran, O., & Cotton, C. (2017). Explanation and Justification in Machine Learning: A Survey. *IJCAI-17 Workshop on Explainable Artificial Intelligence (XAI)*.
- Boström, N. (2014) *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford : Oxford University Press.
- Bouri, M., Dieng, R., Kassel, G., & Safar, B. (1989). Vers des systèmes experts plus explicatifs. *Actes des 3^e journées nationales de PRC-GDR IA.*, Paris, 5-7 mars 340-355.
- Bradshaw, J.-M., Hoffman, R. R., Woods, D. D., & Johnson, M. (2013). The Seven Deadly Myths of "Autonomous Systems". *IEEE Intelligent Systems*, 28(3), 54-61.
- Brangier, E., Dufresne, A., & Hammes-Adelé, S. (2009). Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique. *Le Travail Humain*, 72(4), 333-353.
- Brooks, R.A. (1991). Intelligence without Representation. *Artificial Intelligence*, 47, 139-159.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2012). *Race Against the Machines: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Digital Frontier Press.
- Cacciabue, P. C., Decortis, F. Drozdowicz, B., Masson, M., & Nordvik, J. P. (1992). COSIMO: A cognitive simulation model of human decision making and behavior in accident management of complex plants. *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, 22(5), 1058-1074
- Carr, N. (2017). *Remplacer l'humain : Critique de l'automatisation de la société*. Paris : L'Echappée.
- Carter, S., & Nielsen, M. (2017). Using Artificial Intelligence to Augment Human Intelligence, *Distill*.
- Castelfranchi, C. (1998). Modeling social action for AI agents. *Artificial Intelligence*, 10(1-2), 157-182.
- Christoffersen, K., & Woods, D.D. (2002). How to make automated system team players. In E. Salas (Ed.), *Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research*, vol2 (pp. 1-12). Amsterdam : Elsevier.
- Clancey, W.J. (1983). The epistemology of a rule-based expert system—a framework for explanation. *Artificial Intelligence*, 20(3), 215-251.
- Clarke, A.A., & Smyth, M.G.G. (1993). A co-operative computer based on the principles of human co-operation. *International Journal of Man-Machine Studies*, 38(1), 3-22.
- Collins, H. (2018). *Artificionnal Intelligence: Against Humanity's Surrender to Computers*. Polity Press.

- Crowston, K., & Bolici, F. (2019). Impact of machine learning on work. *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Darling, K. (2017). "Who's Johnny?" Anthropomorphic Framing in Human-Robot Interaction, Integration, and Policy (March 23, 2015). In P. Lin, G. Bekey, K. Abney, & R. Jenkins (Eds.). *Robot Ethics 2.0*. (22 p.). Oxford : Oxford University Press.
- Daugherty, P., & Wilson, J. (2018). *Humans + Machine: Reimagining Work in the Age of AI*. Harvard Business Review Press.
- Davenport, T. H., & Kirby, K. (2016). Au-delà de l'automatisation. *Harvard Business Review*, Juin-juillet 2016, 45-53.
- Dekker, S.W.A., & Woods, D.D. (2002). MABA-MABA or Abracadabra? Progress on human-automation coordination. *Cognition, Technology & Work*. 4, 240-244.
- Dellermann, D., Calma, A., Lipusch, N., Weber, T., Weigel, S., & Ebel, P. (2019). The Future of Human-AI Collaboration: A Taxonomy of Design Knowledge for Hybrid Intelligence Systems. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Hawaii, USA.
- Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. *CoRR, abs/1702.08608*, 2017.
- Dreyfus, H. (1972). *What computers can't do. The limits of artificial intelligence*. New-York : Harper & Row (traduction française, Flammarion, 1984, « Intelligence artificielle : Mythes et limites »).
- Dugdale, J., & Pavard, B. (2000). The Application of a Cognitive Engineering Methodology to Agent-based Simulation in the Social Sciences. In *Proceedings of Agent-Based Simulation Workshop*. May 2-3, Passau, Germany.
- Elprama, S., El Makrini, I., Vanderborght, B., & Jacobs, A. (2016). Acceptance of collaborative robots by factory workers: a pilot study on the role of social cues of anthropomorphic robots. *The 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, New York.
- Engelbart, C. (1962). Augmenting Human Intellect: A conceptual framework. *SRI Summary Report AFOSR-322*.
- Falzon, P. (1989). Analyser l'activité pour l'assister. *Actes du 25^e Congrès de la SELF*, Lyon, 4-6 octobre.
- Ferber, J. (1995). *Les systèmes Multi-agents : vers une intelligence collective*. InterÉditions.
- Fitts, P. M. (Ed.). (1951). *Human engineering for an effective air navigation and traffic control system*. Washington DC : National Research Council.
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and autonomous systems*. 42(3-4), 143-166.
- Ford, M. (2016). *Rise of the Robots. Technology and the Threat of a Jobless Future*. New York : Basic Books
- French, B., Duenser, A., & Heathcote, A. (2018). *Trust in Automation - A Literature Review*. CSIRO Report EP184082. CSIRO, Australia.
- Frey, C.B., & M.A. Osborne (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* Working paper, Oxford : Oxford Martin School, University of Oxford.
- Freyssenet, M. (1992). Systèmes experts et division du travail. *Technologie, Idéologie, Pratiques*, X(2-4), 105-118.

- Froomkin, A. M., Kerr, I., & Pineau, J. (2019). When AIs Outperform Doctors: Confronting the Challenges of a Tort-Induced Over-Reliance on Machine Learning. *Arizona Law Review*, 61, 33.
- Gilpin, L. H., Bau, D., Yuan, B. Z., Bajwa, A., Specter, M., & Kagal, L. (2018). Explaining Explanations: An Overview of Interpretability of Machine Learning. *DSAA 2018*, 80-89
- Goertzel, B. (2014). Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects. *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1), 1-46.
- Goodman, B., & Flaxman, S. (2016). European union regulations on algorithmic decision-making and a “right to explanation”. *AI Magazine*, 38(3), 50-57.
- Griffith, D. (2007). Neo-symbiosis: A conceptual tool for system design. *HICSS, Proceedings of 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, p. 294 b.
- Griffith, D., & Greitzer, F.L. (2007). Neo-Symbiosis: The Next Stage in the Evolution of Human Information Interaction. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, 1, 39-52.
- Gunning, D. (2016). *Explainable Artificial Intelligence (XAI)*. <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>
- Haradji, Y., Guibourdenche, J., Reynaud, Q., Poizat, G., Sabouret, N., Sempé, F., Huraux, T., & Galbat, M. (2018). De la modélisation de l'activité humaine à la modélisation pour la simulation sociale : entre réalisme et fécondité technologique. *Activités*, 15(1). <https://doi.org/10.4000/activites.3106>
- Hoc, J.-M. (2000). La relation Homme-Machine en situation dynamique. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 14(1-2/2000), 55-71.
- Hoc, J.M, (2001). Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54, 509-540.
- Hoc, J. (2004). Vers une coopération homme-machine en situation dynamique. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*, (pp. 269-283). Paris : Presses Universitaires de France.
- Hoff, K. A., & Bashir, M. (2015). Trust in Automation: Integrating Empirical Evidence on Factors That Influence Trust. *Human Factors*, 57(3), 407-434.
- Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577-586.
- Johnson, M., Bradshaw, J. M., Feltovich, P. J., Hoffman, R. R., Jonker, C., van Riemsdijk, B., & Sierhuis, M. (2011). Beyond Cooperative Robotics: The Central Role of Interdependence in Coactive Design. *IEEE: Intelligent Systems*, 26(3).
- Julia, L. (2019). *L'intelligence artificielle n'existe pas*. Paris : Éditions First.
- Kahneman, D. (2012). *Système 1 Système 2 - Les deux vitesses de la pensée*. Paris : Flammarion.
- Karppi, T., & Granata, Y. (2019). Non-artificial non-intelligence: Amazon's Alexa and the frictions of AI. *AI & Society*, 34(4), 867-876.
- Karsenty, L., & Brezillon, P. J. (1995). Cooperative problem solving and explanation. *Expert Systems With Applications*, 8(4), 445-462.
- Kass, R., & Finin, T. (1988). The Need for User Models in Generating Expert System Explanation. *Int. J. Expert Syst.*, 1(4), 345-375.

- Klein, G., Woods, D. D., Bradshaw, J. M., Hoffman, R. R., & Feltovich, P. J. (2004). Ten Challenges for Making Automation a “Team Player” in Joint Human-Agent Activity. *IEEE Intelligent Systems*, 19(6), 2004, 91-95.
- Kurenkov, A. (2015). A “Brief” History of Neural Nets and Deep Learning. *andreykurenkov.com*, December 24.
- Lavin, A. (2018). Interpreting AI Is More Than Black And White. <https://www.forbes.com/sites/alexanderlavin/2019/06/17/beyond-black-box-ai/> (Accès le 07/10/2019).
- Lecun, Y. (2019). *Quand la machine apprend. La révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*. Paris : Odile Jacob.
- Lee, K. M., Peng, W., Yan, C., & Jin, S. (2006). Can robots manifest personality?: An empirical test of personality recognition, social responses, and social presence in human-robot interaction. *Journal of Communication*, 56, 754-772.
- Lenat, D. B., Guha, R. V., Pittman, K., Pratt, D., & Shepherd, M. (1990). Cyc: toward programs with common sense. *Communication ACM* 33, 8 (August 1990), 30-49.
- Levesque, H. (2013). On Our Best Behaviour, *IJCAI-13*.
- Licklider, J.R. (1960). Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1, 4-11.
- Lipton, Z.C. (2018). The mythos of model interpretability. *acmqueue*, 16(3).
- Lundberg, S., Nair, B., Vavilala, M., Horibe, M., Eisses, M., Adams, T., Liston, D., Low, D., Newman, S., Kim, J., & Lee, S. (2018). Explainable machine-learning predictions for the prevention of hypoxaemia during surgery. *Nature Biomedical Engineering*, 2, 749-760.
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). *Machine Platform Crowd: Harnessing our Digital Future*. New York : W.W. Norton and Company.
- McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, C.E. (1955). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115-133, 1943.
- Mercado, J.E., Rupp, M.A., Chen, J.Y., Barnes, M.J., Barber, D., & Procci, K. (2016). Intelligent agent transparency in human-agent teaming for multi-UxV management. *Human Factors*, 58(3), 401-415.
- Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*, 267(2019), 1-38.
- Millot, P., & Lemoine, M.P. (1998). An attempt for generic concepts toward human-machine cooperation. *IEEE SMC*, San Diego, CA, octobre.
- Minsky, M., & Papert, S. (1969). *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*. Cambridge MA : The MIT Press.
- Monroe, D. (2018). AI, explain yourself. *Communication ACM* 61, 11(October 2018), 11-13.
- Montavon, G., Samek, W., & Müller, K.-R. (2018). Methods for interpreting and understanding deep neural networks. *Digital Signal Processing*, 73, 1-15.

- Moore, J. D., & Swartout, W. R. (1988). *Explanation in expert systems: A survey*. University of Southern California Marina Del Rey Information Sciences Institute. <http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA206283>
- Newell, A., & Simon, H. A. (1976). *Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search*, *Communications of the ACM*, 19(3), 113-126.
- Nilsson, N. J. (2005). Human-Level Artificial Intelligence? Be Serious! *AI Magazine*, 26(4), 68-75.
- Norman, D. (2017). Design, business models, and human-technology teamwork: As automation and artificial intelligence technologies develop, we need to think less about human-machine interfaces and more about human-machine teamwork. *Research-Technology Management*, 60(1), 26-30.
- O'Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. New York, NY, USA : Crown Publishing Group.
- Parasuraman, R., Sheridan, Y., & Wickens, C. (2000). A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. Part A*, 30(3), 286-297.
- Park, D. H., Hendricks, L.-A., Akata, Z., Schiele, B. Darrell, T., & Rohrbach, M. (2018). Attentive Explanations: Justifying Decisions and Pointing to the Evidence. *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2018.
- Peshkin M., & Colgate, J. E. (1999). Cobots. *Industrial Robot*, 26(5), 335-341.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rahimi, A., & Recht, B. (2017). *Reflections on Random Kitchens Sinks*. <http://www.argmin.net/2017/12/05/kitchen-sinks/>
- Ribeiro, M. T., Singh, & S., Guestrin, C. (2016). Why Should I Trust You? Explaining the Predictions of AnyClassifier. *arXiv:1602.04938 [cs.LG]*. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939778>.
- Rosenblatt, R. (1957). *The perceptron, a perceiving and recognizing automaton (Project Para)*. Cornell Aeronautical Laboratory.
- Roth, E.M., Bennett, K.B., & Woods, D.D. (1987). Human interaction with an "intelligent" machine. *International Journal of Man-Machine Studies*, 27, 479-525.
- Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence*, 1, 206-215.
- Russell, S. (2019). *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*. Viking.
- Salembier, P. (1994). Assistance coopérative aux activités complexes : l'exemple de la régulation du trafic aérien. In B. Pavard (Ed.), *Systèmes coopératifs : de la modélisation à la conception* (pp. 377-407). Toulouse : Octarès.
- Salembier, P., & Zouinar, M. (2004). Intelligibilité mutuelle et contexte partagé. *Activités*, 1(2). <https://doi.org/10.4000/activites.1243>
- Sarter, N. B., Woods, D. D., & Billings, C. E. (1997). Automation surprises. *Handbook of human factors and ergonomics*, 2, 1926-1943.
- Sauppé, A., & Mutlu, B. (2015). The Social Impact of a Robot Co- Worker in Industrial Settings. Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15). ACM, New York, NY, USA. 3613-3622.

- Schmidt, K. (2002). Remarks on the complexity of cooperative work. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 16(4-5), 443-483.
- Schmorow, D.D., Stanney, K.M., & Reeves, L.M. (Eds.) (2006). *Foundations of augmented cognition* (2nd ed.). Arlington, VA : Strategic Analysis.
- Searle, J. R. (1980). Minds, Brains and programs, *The Behavioral and Brain Sciences*, vol. 3, Cambridge University Press.
- Seidel, S., Berente, N., Lindberg, A., Nickerson, J. V., & Lyytinen, K. (2019). Autonomous tools and design work: A triple-loop approach to human-machine learning. *Communications of the ACM*, 62(1), 50-57.
- Silverman, B. G. (1992). Human-Computer Collaboration. *Human-Computer Interaction*, 7(2), 165-196.
- Shapiro, S. (1992). *Encyclopedia of Artificial Intelligence* (2nd Edition). New York : Wiley.
- Sheridan, T.B., & Verplank, W. (1978). *Human and Computer Control of Undersea Teleoperators. Technical Report*. Boston : Man-Machine Systems Lab., Dept. of Mechanical Eng., Massachusetts Institute of Technology.
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions: The Problem of Human-Machine Communication*. New York : Cambridge University Press.
- Suchman, L., & Weber, J. (2015). Human-Machine Autonomies. In N. Bhuta, S. Beck, R. Geiß, HY Liu, & C. Kreß (Eds.), *Autonomous Weapons Systems: Law, Ethics, Policy* (pp. 75-10). Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Swartout, W.R., & Moore, J. D. (1993). Explanation in second generation expert systems. *Second Generation Expert Systems*, 543-585.
- Teach, R. L., & Shortcliffe, E. H. (1981). An analysis of physician attitudes regarding computer based clinical consultation systems. *Computers and Biomedical Research*, 14(6), 542-558.
- Terssac, G. de (1992) *Autonomie dans le travail*. Paris : PUF, coll. Sociologie d'Aujourd'hui.
- Terveen, L. G. (1995). Overview of human-computer collaboration. *Knowledge-Based Systems*, 8(2-3), 67-81.
- Theureau, J., & Filippi, G. (1994). Cours d'action et conception d'une situation d'aide à la coordination : le cas de la régulation du trafic du RER. *Sociologie du Travail*, n° XXXVI 4/94, 547-562.
- van Melle, V. (1978). The Structure of the MYCIN System. *International Journal of Man-Machine Studies*, 10(3), 313-322.
- Visetti, Y.M. (1991). Des systèmes experts aux systèmes à base de connaissances : à la recherche d'un nouveau schéma régulateur. *Intellectica*, 12, 221-279.
- Weiss, G. (Ed.) (1999). *Multiagent systems. A modern approach to distributed artificial intelligence*. MIT Press.
- Weld, D. S., & Bansal, G. (2019). The Challenge of Crafting Intelligible Intelligence. *Communications of the ACM*, June 2019, 62(6), 70-79.
- Winter, J.C.F. (de), & Dodou, D. (2014). Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation. *Cognition, Technology & Work*, 16(1), 1-11.

Wisskirchen, G., Thibault Biacabe, B., Bormann, U., Muntz, A., Niehaus, G., Soler, G. J., & von Brauchitsch, B. (2017). *Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace*. Rapport de l'IBA Global Employment Institute.

Woods, D. D., Roth, E. M., & Bennett, K. (1987). Explorations in joint human-machine cognitive systems. In W. Zachary & S. Robertson (Eds.), *Cognition, computing and cooperation*. Norwood NJ: Ablex.

Xu, W. (2019). Toward Human-Centered AI: A Perspective from Human-Computer Interaction. *Interactions*, July-August 2019.

Yosinski, J., Clune J., Nguyen, A., Fuchs, T., & Lipson, H. (2015). Understanding Neural Networks Through Deep Visualization. *Deep Learning Workshop, International Conference on Machine Learning (ICML 2015)*.

Zouinar, M. (2000). *Analyse et modélisation des processus de construction et d'actualisation du contexte partagé*. Thèse de Doctorat, CNAM, Paris.

NOTES

1. Cette médiatisation est surtout alimentée par les inquiétudes spéculatives soulevées par l'IA comme la disparition des emplois sur laquelle nous reviendrons, la mise en péril de l'humanité ou le possible dépassement généralisé de l'humain par les machines dans le domaine cognitif (c'est l'hypothèse de la « singularité » qui, au passage, fait l'objet de nombreuses critiques).

2. Livres blancs, documents d'expertise, rapports institutionnels, livres de vulgarisation.

3. Dans la suite de cet article, ce terme sera utilisé pour qualifier les « sorties » d'un système d'IA, qui peuvent être une classification, une catégorisation, la prévision d'un événement futur ou la proposition d'une action. Ces « sorties » sont parfois qualifiées de « décisions ».

4. D'autres questions tout aussi importantes soulevées par la nouvelle génération de systèmes d'IA ne seront pas évoquées ici ou le seront de manière succincte faute de place. Il s'agit par exemple de celles de la confiance, la formation des salariés (quelles compétences doivent-ils développer pour travailler avec des systèmes d'IA apprenants ?), les démarches de conception et d'intégration de l'IA dans les organisations.

5. Pour des discussions plus récentes voir par exemple Karppi et Granata (2019). Julia (2019) estime même que l'IA « n'existe pas » car on ne sait pas ce qu'est l'intelligence. Comme d'autres auteurs (Carter & Nielsen, 2017), il préfère donner un autre sens à IA : Intelligence Augmentée. Compte tenu de ces débats, il est tentant d'éviter de parler d'Intelligence Artificielle mais étant donné son inscription historique dans la société, il est difficile de revenir en arrière. Nous garderons donc ici cette expression pour cette même raison, sachant qu'elle reste problématique.

6. Le débat sur la définition de l'intelligence reste donc largement ouvert.

7. "(...) every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it." McCarthy et al. (1955). Notons que cette perspective avait été déjà ouverte bien plutôt dans les années 40 par Alan Turing lorsqu'il s'est demandé dans un article désormais classique si les machines pouvaient penser, et dans lequel il proposait son fameux test éponyme (Test de Turing).

8. Développé par Rosenblatt (1957), il s'agit du premier modèle de réseau de neurones artificiels capable d'apprentissage. Minsky et Papert (1969) ont notamment montré que, dans sa version monocouche, le perceptron n'était pas en mesure de calculer la fonction booléenne XOR, c'est-à-dire le OU exclusif. Or le procédé algorithmique développé par Rosenblatt ne pouvait pas fonctionner avec plusieurs couches de « neurones » qui sont nécessaires pour faire ce type de calcul (Kurenkov, 2015).

9. Il convient de souligner que l'expression « systèmes experts » a fait l'objet d'un certain nombre de critiques qui se sont notamment traduits par l'abandon de cette expression au profit de celle de « systèmes à base de connaissances » (Visetti, 1991).
10. Voir aussi les critiques qui ont porté sur le statut de la « simulation » informatique de l'intelligence humaine (Visetti, 1991).
11. Développés notamment par Yann Lecun, ces réseaux s'inspirent de l'architecture des connexions du cortex visuel des mammifères.
12. Il faut noter que l'utilisation des techniques d'apprentissage actuelles peut nécessiter un travail humain qui peut être considérable : il faut rassembler les données d'apprentissage, les préparer, les étiqueter, sélectionner un modèle, choisir et régler ses paramètres, etc.
13. Contrairement aux robots industriels classiques, il s'agit de robots qui sont conçus pour interagir directement avec des humains dans une grande variété de contextes (à la maison, à l'école, à l'hôpital, etc.). Ces robots sont destinés à rendre différents types de service, comme assister les personnes âgées ou en situation de handicap, réaliser des tâches domestiques, jouer le rôle de compagnon ou de thérapeute pour accompagner des patients dans un cadre médical. Doter ces robots de capacités interactionnelles « sociales » constitue l'un des objectifs cruciaux de ce champ de la robotique dite « sociale » (Fong, Nourbakhsh, & Dautenhahn, 2003). Ces capacités sont considérées comme essentielles pour faciliter l'adoption des robots dans ces contextes (Lee, Peng, Yan, & Jin, 2006).
14. Une telle IA reste purement spéculative voire un mythe. Certains auteurs comme Boström prennent cependant au sérieux sa possible émergence.
15. Collins (2018) propose une distinction plus fine entre « IA faible » et IA « forte ». Il propose six niveaux d'IA : le premier correspond aux technologies actuelles, y compris les plus « simples » comme les thermostats qui sont capables de s'autoréguler, le deuxième se réfère aux « prothèses asymétriques » qui réalisent une activité typiquement humaine (par exemple, l'interaction vocale comme Siri) mais qui ne sont pas capables de réparer les dysfonctionnements humains (erreurs) alors que nous pouvons réparer les leurs (d'où l'asymétrie). Les niveaux suivants sont hypothétiques : le troisième est le domaine des prothèses symétriques ; le quatrième celui des machines qui reproduisent les processus internes de l'intelligence humaine ; le cinquième imagine des machines autonomes, ayant un corps de type humain et capables de former des « sociétés » ; le 6^e renvoie à des machines dotées d'une corporéité différente, capables de s'auto-améliorer au fil des générations et de former des « sociétés ».
16. "To pass the employment test, AI programs must be able to perform the jobs ordinarily performed by humans. Progress toward human-level AI could then be measured by the fraction of these jobs that can be acceptably performed by machines." (Nilsson, 2005)
17. Par exemple, dans le domaine juridique, l'informatisation des décisions de justice permet de développer des systèmes d'IA qui calculent les « chances » de gagner un procès, en fonction de la juridiction, du magistrat et du cabinet d'avocat.
18. <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/preface/>
19. Voir le site suivant qui répertorie les maladies pour lesquelles l'IA obtient de meilleurs scores de diagnostic que les médecins depuis 2016 : <https://spectrum.ieee.org/static/ai-vs-doctors>
20. Les auteurs reconnaissent que les algorithmes peuvent comporter des biais et doivent donc faire l'objet d'analyse.
21. Cette approche consistant à s'appuyer sur cette distinction entre système 1 et 2 a été mobilisée par d'autres auteurs pour définir le rôle de la technologie vis-à-vis de l'humain dans le cadre d'activités de travail. C'est le cas de Griffith et Greitzer (2007) selon qui la technologie informatique doit surtout soutenir le système 2 pour le rendre plus efficient puisqu'il est lent. Mais il ne s'agit pas pour les auteurs de s'inscrire dans une logique de substitution (transfert des fonctions du système 2 aux machines) mais d'augmentation de l'humain, en particulier de ces capacités de raisonnement.

22. Le sens donné par ces auteurs à cette notion est différent de celui de l'approche instrumentale (Rabardel, 1995). Elle est utilisée au sens « d'outil cognitif » qui se caractérise notamment par le fait qu'il reste sous le contrôle de l'utilisateur : "Rather than deploying machine power in the form of a prosthesis--a replacement or remedy for perceived human deficiencies, cognitive tools can be conceptualized as instruments--a means for effecting something in the hands of a competent practitioner." (Roth *et al.*, 1987, p. 503)
23. Pour cette raison, Dekker et Woods (2000) l'ont qualifié de méthode MABA-MABA (« Men-Are-Better-At / Machines-Are-Better-At »).
24. Pour dépasser ces limites, d'autres modèles d'automatisation ont été proposés (voir par exemple, Parasuraman, Sheridan, & Wickens, 2000 ; Sheridan, & Verplank, 1978).
25. On retrouve également cette approche dans le courant de la robotique collaborative ou cobotique (Peshkin, & Colgate, 1999).
26. https://www.nitrd.gov/PUBS/national_ai_rd_strategic_plan.pdf
27. Il existe aujourd'hui un champ de recherche entièrement consacré à l'Augmentation de la Cognition Humaine (Schmorrow, Stanney, & Reeves, (2006). Ce champ a été notamment initié par la DARPA, qui est l'agence du département de la Défense des Etats-Unis, chargée de la recherche et du développement des nouvelles technologies destinées aux militaires. Notons également que cette vision augmentative a beaucoup influencé des acteurs importants du développement de l'informatique « personnelle » comme Alan Kay et Steve Jobs.
28. La notion de symbiose entre humains et machines a été reprise par certains auteurs (par exemple, Bender, De Haan, & Bennett, 1995 ; Brangier, Dufresne, & Hammes-Adelé, 2009 ; Griffith, 2007), et mobilisée plus récemment par Jarrahi (2018) dans le contexte de l'IA.
29. Ces deux notions sont souvent utilisées de manière similaire ou interchangeable. Dans la suite, nous garderons cette équivalence même s'il est possible de les distinguer.
30. "However, we think that it is not reasonable, at any price, to transfer all the complexity of human human cooperation to human machine cooperation. The human machine couple is indeed a chimera and the current limits of the machine do not enable us to make such a transfer." (p. 534)
31. Voir aussi la critique très intéressante de Suchman et Weber (2015) qui proposent de repenser l'autonomie des machines en termes de « configurations » humains-machines.
32. Cette approche s'inscrivait dans le mouvement du cognitivisme.
33. Prenant en compte ce problème de la symétrisation ontologique au regard de la notion de symbiose, Griffith (2007) a proposé une approche, qu'il appelle Néo-symbiose, dans laquelle l'humain a une « position supérieure » (super ordinate) du fait qu'il possède une conscience. Pour cet auteur, cette caractéristique permet ainsi de souligner l'asymétrie « ontologique » entre l'humain et machine qui ne possède pas une telle conscience.
34. Cette société a été fondée par Rodney Brooks, dont nous avons déjà parlé à propos de « l'intelligence sans représentations ».
35. Notons que ces phénomènes d'anthropomorphisme dans la relation aux machines ont été observés dans d'autres contextes de travail où les robots n'avaient pas une apparence humaine (Darling, 2017)
36. D'autres types de programmes d'IA posent également ce problème d'intelligibilité, c'est le cas des systèmes de planification automatique (Weld, & Bansal, 2019)
37. Il convient de noter que ce n'est pas le cas de tous les algorithmes d'apprentissage. Il existe toute une classe d'algorithmes dont il est possible de comprendre le fonctionnement.
38. "While the heuristic optimization procedures for neural networks are demonstrably powerful, we don't understand how they work, and at present cannot guarantee a priori that they will work on new problems."
39. <http://www.argmin.net/2017/12/05/kitchen-sinks/>

40. Ce positionnement a ouvert un débat épistémologique et éthique intéressant au sein de la communauté des spécialistes de l'apprentissage automatique entre ceux qui estiment que la recherche d'une explication théorique rigoureuse du fonctionnement de ces algorithmes n'est pas utile (l'approche empirique est suffisante) et ceux qui pensent qu'elle est nécessaire, notamment du fait du déploiement des systèmes basés sur ces algorithmes dans la société. Certains pensent même qu'il faut renoncer à comprendre, et prendre acte de la complexité insondable de ces systèmes.

41. Une étude sur l'utilisation du système de prédiction criminelle COMPAS au Etats-Unis a mis en lumière cette conséquence. Voir : <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm>

42. Un exemple emblématique est celui d'un système qui établit qu'un asthmatique a peu de risque de décéder d'une pneumonie, ce qui est erroné. Cette erreur vient du fait que l'apprentissage du système s'est appuyé sur des données d'où il a tiré la conclusion suivante : des patients asthmatiques atteints d'une pneumonie et bénéficiant d'un soin intensif ont moins de risque de décéder de cette maladie que les autres.

43. Cette demande est également liée à la découverte de biais sociaux (raciaux, de genre, etc.) dans les systèmes basés sur l'apprentissage automatique (O'Neill, 2016).

44. Aux États-Unis, la DARPA dont nous avons déjà parlé, a même lancé un programme de recherche appelé « XAI » (*eXplainable AI*) spécifiquement dédié à ce problème.

45. Il reste à voir dans quelle mesure elles se traduiront par un véritable déploiement dans des situations réelles.

46. Par exemple, l'institut de « l'IA centrée humain » (*Human-Centered Artificial Intelligence*) créé par l'université de Stanford ou encore.

RÉSUMÉS

Depuis quelques années, l'Intelligence Artificielle (IA) connaît un regain d'intérêt sans précédent grâce à d'importantes avancées technologiques, notamment dans le domaine de l'apprentissage machine (*machine learning*), qui étendent les capacités des ordinateurs et accroissent leurs performances dans un grand nombre de domaines (traitement du langage, compréhension de la parole, reconnaissance d'images, robotique, etc.). Ces avancées ouvrent de vastes perspectives en termes d'innovation technologique et d'automatisation dans les situations de travail. Cet article s'intéresse aux questions et enjeux soulevés par ces évolutions concernant l'activité humaine au travail. Il montre que la majorité des questions soulevées ne sont pas nouvelles. Il s'agit en particulier des questions concernant les incidences de l'automatisation sur le travail, et la manière d'envisager la répartition du travail et la relation entre Humain et IA. Certaines questions qui ne sont pas nouvelles se posent avec plus d'acuité, c'est le cas d'une part de « l'explicabilité » des systèmes d'IA basés sur l'apprentissage et, d'autre part, des conséquences à plus long terme de cet apprentissage sur l'activité humaine. Enfin, de nouvelles questions émergent, comme celles qui concernent plus particulièrement le travail avec des machines intelligentes qui exhibent des caractères anthropomorphes.

Over recent years we have seen an unprecedented revival of interest in Artificial Intelligence (AI) due to major technological advances, particularly in the field of machine learning, which extend the capabilities of computers and increase their performance in a large number of domains

(language processing, speech understanding, image recognition, robotics, etc.). These advances have opened up vast opportunities in terms of technological innovation and automation in work situations. This article focuses on the questions and issues raised by these developments concerning human activity at work. The main conclusions of this article are, first of all, that the majority of the issues raised are not new. These include issues concerning the consequences of automation on work, and how to approach the division of tasks and the relationship between AI and Human. Secondly, some of the questions that are not new are becoming more challenging, such as the explainability of AI systems. Finally, new questions are emerging, such as those relating more particularly to work with “intelligent” machines that exhibit anthropomorphic features.

INDEX

Keywords : artificial intelligence, machine learning, automation, activity, work, human-machine relationships, explainability

Mots-clés : intelligence artificielle, automatisation, activité, travail, relation humain-machine

AUTEUR

MOUSTAFA ZOUINAR

Orange labs et CNAM, 40-48 avenue de la République, 92320 Chatillon, France.

moustafa.zouinar@orange.com

Le véhicule autonome : se désengager et se réengager dans la conduite

The autonomous vehicle: disengagement and reengagement

Jean-Baptiste Haué, Sophie Le Bellu et Cécile Barbier

NOTE DE L'ÉDITEUR

Article soumis le 12 décembre 2018, accepté le 17 février 2020

Les auteurs remercient Germain Poizat pour sa relecture constructive de l'article.

1. Introduction

- ¹ Les échos médiatiques des sorties puis accidents provoqués par les véhicules autonomes de Google, Tesla, Uber et Apple, depuis février 2016, ont mis en lumière de manière spectaculaire le projet de véhicule sans conducteur tout en accentuant l'ensemble des promesses, angoisses, et fantasmes qui l'accompagnent. Les acteurs du monde automobile réorientent leurs efforts et développements sur une étape intermédiaire, plus plausible dans un futur proche : celle d'un véhicule doté de niveaux d'autonomie croissants, initié depuis l'arrivée sur le marché des premières assistances à la conduite – régulateur de vitesse, régulateur de distance adaptatif, puis plus récemment d'aide au parking, aide au maintien dans la voie, etc.
- ² Le niveau 4¹ décrit ainsi un stade d'automatisation du véhicule dans lequel le conducteur est encore à sa place, mais libéré des contraintes de maintien du volant / des pédales et de surveillance de la route. Si le conducteur accepte ce « lâcher-prise », ce qui suppose la construction d'une confiance (Lee & See, 2004) et l'inhibition des automatismes, routines et habitudes de conduite appris et profondément appropriés, il peut alors se consacrer à des activités dites de vie à bord, qui permettent de mettre à

profit le temps disponible. Ce détachement de la conduite aura néanmoins pour probable conséquence de rendre plus difficile le retour à la conduite manuelle, autrement appelée reprise en main (voir par exemple une revue d'étude par De Winter, Happee, Martens, & Stanton, 2014). Un tel paradoxe de l'automatisation a été identifié bien avant l'arrivée du véhicule autonome par Bainbridge (1983), qui décrit comment l'amélioration de la performance nominale d'un système amène de nouveaux problèmes lors du retour à la conduite manuelle dans une logique dite d'« effet bûcheron » ("*Lumberjack effect*") : plus l'arbre est haut, plus il tombe loin² ; plus le niveau d'automatisation est important, plus les performances de la reprise en main par le conducteur se dégradent (Onnasch, Wickens, Li, & Manzey, 2014).

- 3 Les études portant sur les épisodes de reprise en main sont récentes dans le milieu automobile puisque les véhicules présentant un niveau d'automatisation élevé sont encore à l'étude sous forme de prototypes. La littérature fait état de propositions de taxonomies relatives aux différents niveaux d'automatisation et aux transitions qui les lient (Lu, Coster, De Winter, 2016 ; SAE, 2018). Elle rapporte des études portant sur la mesure des temps de reprise en main (Dogan, Rahal, Deborne, Delhomme, Kemeny, & Perrin, 2017 ; Gold, Damböck, Lorenz, & Bengler, 2013 ; Zhang, Winter, Varotto, & Happee, 2019) ou encore sur l'incidence de l'automatisation sur la Situation Awareness du conducteur (De Winter *et al.*, 2014 ; Gibson, Lee, Venkatraman, Price, Lewis, Montgomery *et al.*, 2016 ; Onnasch *et al.*, 2014). Toutefois, à l'exception des travaux relatifs à la Situation Awareness (SA), pas ou peu de travaux de recherche abordent la reprise en main sous l'angle de l'activité elle-même, éclairant le vécu de la transition par le conducteur. La description du point de vue de l'utilisateur permet pourtant d'identifier les dimensions structurantes de son activité sans dépendre d'*a priori* théoriques.
- 4 L'objectif de cet article est précisément de documenter les processus de désengagement et de réengagement perceptivo-moteur et cognitifs du conducteur lors de la conduite d'un véhicule autonome de niveau 4, et ceci dans la perspective (1) de fournir des recommandations pour guider la conception centrée-utilisateur du cockpit d'un véhicule autonome, et (2) de préciser conceptuellement la notion d'engagement largement mobilisée dans les recherches sur la conduite autonome. Le phénomène de retour à la conduite manuelle après une phase de conduite autonome sera d'abord défini comme une activité située (Suchman, 1987) et distribuée (Hutchins, 1995b ; Hutchins & Klausen, 1996). Il sera ensuite décrit comme un réengagement de l'activité dans le monde de la conduite grâce aux notions du Cours d'Action (section 2). L'analyse fine d'un cas d'étude empirique nous aidera à définir ce que signifie *se remettre dans la boucle de l'activité de conduite dans un véhicule en mouvement au sein d'un flux routier environnant* et à en identifier les enjeux (section 3). Enfin, les apports et limites de cette recherche seront discutés du point de vue de la conception, mais aussi des outils et concepts théoriques mobilisés (section 4).

2. Définir la reprise en main

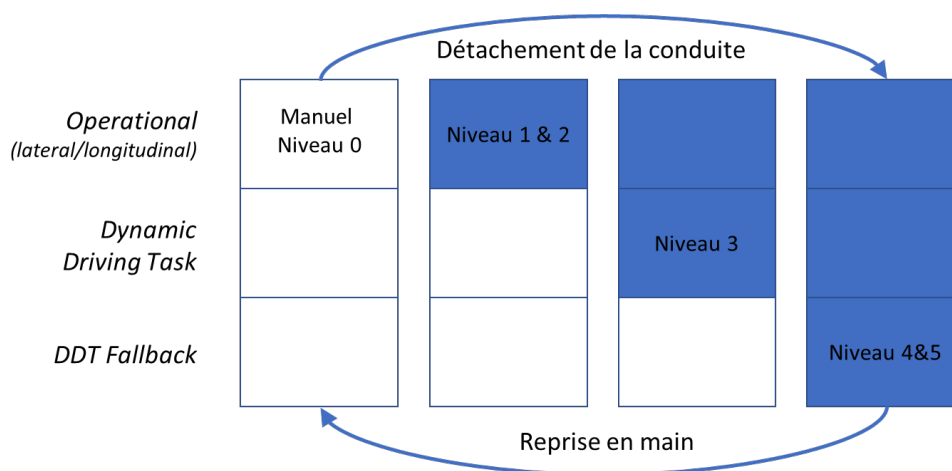
- 5 Après une revue de littérature (2.1), cette section introduit les théories que nous mobilisons (2.2 et 2.3) pour définir l'activité lors de la reprise en main par le conducteur (2.4).

2.1. Comment la reprise en main est-elle traitée dans la littérature ?

- 6 La question de la reprise en main est fréquemment abordée comme pendant de l'automatisation des véhicules, elle-même déclinée en *niveaux croissants* décrits par la Society of Automotive Engineers (SAE, 2018). Ce document de référence pour la filière automobile distingue les paliers d'automatisation en fonction de la couverture par le système de la tâche de conduite (dite Dynamic Driving Task, DDT), en suivant la catégorisation proposée par Michon (Michon, 1985). Cette dernière décompose la tâche de conduite en trois types de processus hiérarchisés : (1) les processus stratégiques, qui concernent la planification de l'itinéraire et nécessitent un investissement cognitif important, (2) les processus tactiques, qui permettent l'anticipation des situations routières à gérer et la prise de décision des actions à venir lors des manœuvres, et (3) les processus opérationnels, qui concernent l'exécution des actions, souvent fondée sur des automatismes. En se basant sur ce modèle, la SAE définit les niveaux d'automatisation les plus bas, niveaux 1 et 2, comme une automatisation partielle ou complète des processus opérationnels, le niveau 3 comme automatisation totale des processus opérationnels et tactiques, enfin les niveaux 4 et 5 comme stades d'automatisation augmentés par l'ajout d'une capacité du système à récupérer ses propres erreurs (*DDT fallback* : par exemple arrêter le véhicule quand le système est identifié défaillant)³.
- 7 Cette définition décrit bien le comportement du système technique : elle dit ce que le système prend en charge, et suppose, en creux, ce que le conducteur peut déléguer puis (re)prendre en main. Comme illustrée (pour le niveau 4) dans la Figure 1, elle invite à définir la « reprise en main » – et inversement le « détachement de la conduite » – comme une transition entre différents niveaux d'automatisation (voir revue de littérature dans Lu *et al.*, 2016).

Figure 1 : Définition de la notion de reprise en main pour le niveau 4 selon les niveaux SAE d'automatisation (simplifiés).

Figure1: Definition of take-over for level 4 according to SAE levels of automation (simplified)



- 8 Ce modèle sert de base à la définition expérimentale des nombreuses études mesurant le temps nécessaire au conducteur pour effectuer une reprise en main, défini comme le délai entre la demande du système de reprendre la main et la désactivation effective de la fonction de conduite autonome, par un appui bouton par exemple (Dogan *et al.*, 2017 ; Gold *et al.*, 2013 ; Zhang *et al.*, 2019). Dans cette lignée, la performance de conduite est

étudiée au moment de la reprise par le conducteur, par exemple en termes de stabilité de trajectoire.

- 9 Un deuxième groupe de travaux aborde la reprise en main sous l'angle de l'évolution de la « conscience de la situation » du conducteur – ou Situation Awareness (SA). Il ne s'agit plus d'étudier la performance de la reprise en main en termes de temps de réaction ou de trajectoire, mais plutôt la performance cognitive du conducteur, envisagée sous l'angle de la complétude de sa perception de l'environnement (conscience d'un véhicule rapide arrivant par l'arrière, par exemple). Pour une partie de ces recherches, l'enjeu est d'évaluer la robustesse du système conducteur/véhicule face aux risques latents que le conducteur n'aurait pas anticipés (Gibson *et al.*, 2016).
- 10 La Situation Awareness est classiquement définie comme « *la perception des éléments de l'environnement dans un volume de temps et d'espace, la compréhension de leur signification et la projection de leur statut dans le futur* » (Endsley, 1995b, notre traduction). Plus trivialement, il s'agit de « savoir ce qu'il se passe de façon à trouver ce qu'il faut faire »⁴ (Adam, 1993). La SA est par conséquent conçue comme un état de connaissances et d'anticipations. Elle a également été étudiée comme un processus de construction de cette connaissance grâce à un monitoring régulier de son environnement par le conducteur, qui permet de suivre la position et la vitesse des véhicules alentour, ainsi que la progression des panneaux et embranchements. Lu *et al.* (2017) ont ainsi montré qu'il fallait observer l'environnement sur une durée de 7 à 12 secondes pour avoir une bonne idée des présences et positions respectives des véhicules environnants, et qu'une durée de 20 secondes devenait nécessaire pour avoir une idée précise de leurs vitesses respectives.
- 11 Le modèle qui s'est imposé comme référence pour une description de la Situation Awareness est celui proposé par Endsley (1995a, 1995b). C'est un modèle de prise de décision dynamique qui s'appuie sur trois processus successivement enchâssés. Le premier assure la perception de l'environnement. Il est englobé dans un processus de compréhension, lui-même englobé dans un processus d'anticipation des états futurs. Plusieurs méthodes ont par la suite été proposées pour mesurer l'exhaustivité de la perception des éléments de la scène de conduite par le conducteur, basées sur des questionnaires posés à un moment où la simulation de conduite est soudainement arrêtée en pleine action (par exemple, la méthode SAGAT) ou *a posteriori* après la reprise en main (voir la revue Gugerty, 2011).
- 12 Cette approche porte la vision d'un processus linéaire, très générique, qui ne décrit pas la particularité de la situation considérée. Chalandon (2007) questionne cette vision hors contexte et propose de préciser le rôle joué par l'environnement en mobilisant la notion d'affordance héritée de Gibson (Gibson, 1979). De façon schématique, la notion d'affordance permet de désigner les caractéristiques de l'environnement pertinentes pour l'humain⁵. Gibson a appliqué lui-même la notion d'affordance au champ automobile dans une étude où il a défini la notion de *champ de déplacement sûr* ("field of safe travel") comme ensemble des trajectoires favorables du véhicule considéré, en fonction de ses possibilités propres, des caractéristiques de l'infrastructure et des trajectoires à venir des autres objets mouvants (Gibson, 1938).
- 13 Chalandon mobilise également la notion de *schème* (Piaget, 1947) pour préciser les contenus « psychologiques » de la situation awareness, en basculant cette fois côté utilisateur. Les schèmes décrivent les principes d'action façonnés par l'acteur au cours de sa vie, « *la structure ou l'organisation des actions telles qu'elles se transfèrent ou se*

généralisent lors de la répétition de cette action en des circonstances semblables ou analogues » (Piaget & Inhelder, 1969). Ils formulent une possibilité d'action quand l'environnement est assimilé à un objet ou une situation connue. Quand aucun schème n'est disponible ou qu'il n'est pas tout à fait adapté, un schème *accommodé* aux nouvelles circonstances peut être construit dynamiquement (processus d'accommodation) et éventuellement approprié. C'est donc bien l'acteur qui, au cours de son histoire, construit les outils qui lui permettent d'interpréter et répondre à l'environnement. Dans cette perspective, la situation awareness comme une prémisses à l'action opère une assimilation/accommodation de la situation rencontrée à une situation déjà connue à laquelle l'utilisateur sait réagir. Peu est dit en revanche sur les dynamiques de mises en œuvre de ces schémas d'action.

2.2. La conduite comme boucles de couplage de pilotage et d'insertion dans le trafic

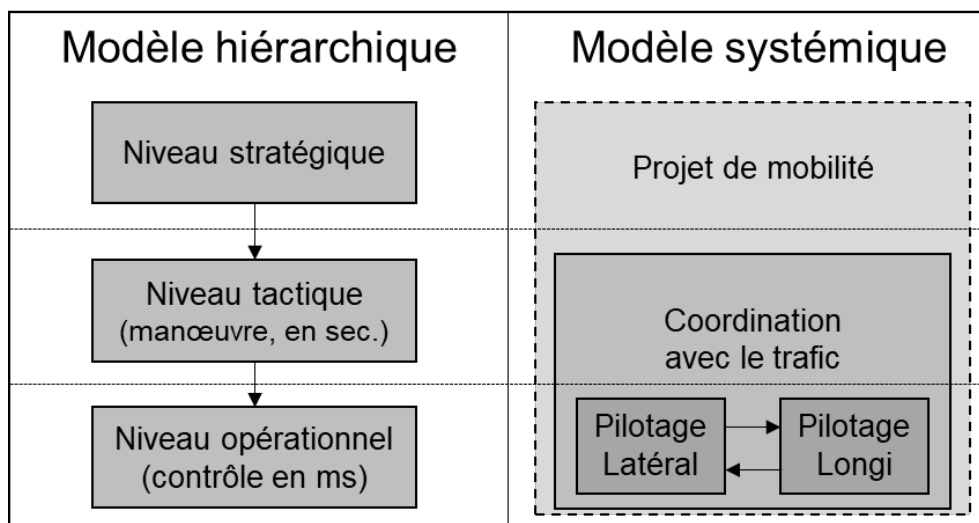
- 14 Pour aborder la question pratique de reprise en main, nous proposons de considérer d'emblée, et non pas en sortie, l'interaction des utilisateurs du véhicule autonome avec leur environnement. Nous suggérons de partir d'une vision du système dans lequel interagit l'utilisateur, en considérant cette entité mixte (l'interaction) comme évolutive et centrée sur le conducteur : le véhicule et l'environnement de conduite doivent pouvoir s'y intégrer, s'en détacher au moins partiellement lors de la conduite autonome, et y revenir lors de la reprise en main. L'interaction est ainsi regardée comme ensemble de processus dont la structure se modifie avec le temps.
- 15 Les recherches théoriques rassemblées dans le paradigme de l'énaction (Maturana & Varela, 1987) offrent alors un cadre privilégié pour accompagner cette perspective. La notion de couplage structurel revient précisément à définir l'interaction entre un humain et son environnement comme une interaction asymétrique, dont les potentialités sont portées par l'autonomie du « pôle » Humain, chargé d'une histoire et de dispositions qui orientent sa relation au monde. L'énaction décrit précisément le processus par lequel l'acteur se construit au cours de son histoire en s'appropriant ses interactions avec l'environnement (autopoïèse) et en les inscrivant dans sa structure physique (ex. : musculation, connexions neuronales permises par la plasticité du cerveau). L'interaction est déterminée par l'acteur, plus que par l'environnement, précisément du fait de l'inscription dans sa structure physique de l'interaction passée : l'acteur s'approprie différents couplages passés et les nouveaux contextes qu'il rencontre réactivent, ré-énactent, ces mémoires. Ainsi, l'acteur construit et maintient un « filtre » de ce qui est significatif pour lui au vu de ce qu'il a fait précédemment et de ce à quoi il est prêt à réagir.
- 16 Tel que nous l'avons mentionné plus haut (cf. 2.1.), la pratique de conduite automobile est traditionnellement pensée, depuis plus de trente ans, à l'aide du modèle de Michon (1985), qui propose trois niveaux de description : opérationnel, tactique et stratégique. Cette décomposition a l'avantage de pointer la diversité temporelle des processus en jeu dans la conduite, mais elle présente la rigidité des modèles hiérarchiques et ne propose pas d'articulation structurelle entre ces niveaux. Une réinterprétation systémique de l'activité de conduite comme couplage acteur/environnement a été proposée par Haué (2005), en s'inspirant à la fois du paradigme de l'énaction, repris dans le programme de recherche *Cours d'action*, et du courant de cognition distribuée

(Hutchins, 1995a ; Hutchins, 1995b). Selon cette proposition, le système de l'activité de conduite se déploie dans la situation concrète en boucles de couplage en y intégrant les éléments de l'environnement pertinents (éléments du véhicule, infrastructures, règles de conduite et de circulation, etc.).

- 17 Une mise en correspondance de cette proposition, qualifiée de modèle systémique, avec les niveaux du modèle de Michon est proposée dans la Figure 2.

Figure 2 : Mise en correspondance du modèle de Michon et d'une réinterprétation systémique (Haué, 2005).

Figure2: Correspondences between Michon's model and a systemic formulation (Haué, 2005)



- 18 Le modèle systémique propose de redéfinir les boucles de contrôle du niveau opérationnel en *boucle de pilotage*. La boucle dite de pilotage latéral, visant à « maintenir la trajectoire », relie la façon dont le conducteur projette la trajectoire de son véhicule sur la route et les actions correctrices qu'il met en place (par ex., en tournant légèrement le volant), pour ajuster en temps réel les écarts entre la trajectoire réelle et celle souhaitée. La boucle de pilotage longitudinal, quant à elle, consiste en la gestion de la vitesse selon la distance avec le véhicule de devant, ou selon la vitesse réglementaire ou perçue comme sûre. Ces deux boucles peuvent constituer des sous-systèmes relativement autonomes, mais s'intègrent dans un système plus vaste par exemple dès que la vitesse dans un virage peut avoir une incidence sur la trajectoire.
- 19 Les boucles du couplage associées au niveau tactique constituent un sous-système qui concerne la capacité du conducteur à maintenir une certaine *coordination* avec le trafic. Il s'agit alors de maintenir une perception du trafic environnant, des infrastructures et changements de route afin d'évaluer comment le véhicule est inséré dans le flux environnant et de s'y adapter en temps réel. L'anticipation d'éventuelles perturbations de ce flux amène à porter intérêt aux opportunités d'adaptation (par exemple, un espace dans une voie adjacente) et d'anticiper les manœuvres pour les réaliser (par exemple, un changement de voie). Lors de l'anticipation ou de la réalisation d'une manœuvre, les sous-systèmes de pilotage sont étroitement intégrés dans le système de coordination avec le trafic.
- 20 La différence essentielle entre les deux modélisations est que le modèle systémique prend en compte l'historicité de l'acteur et le rôle de la situation. L'activité de conduite y prend place au sein d'un projet de mobilité global porté de l'acteur au sein duquel les

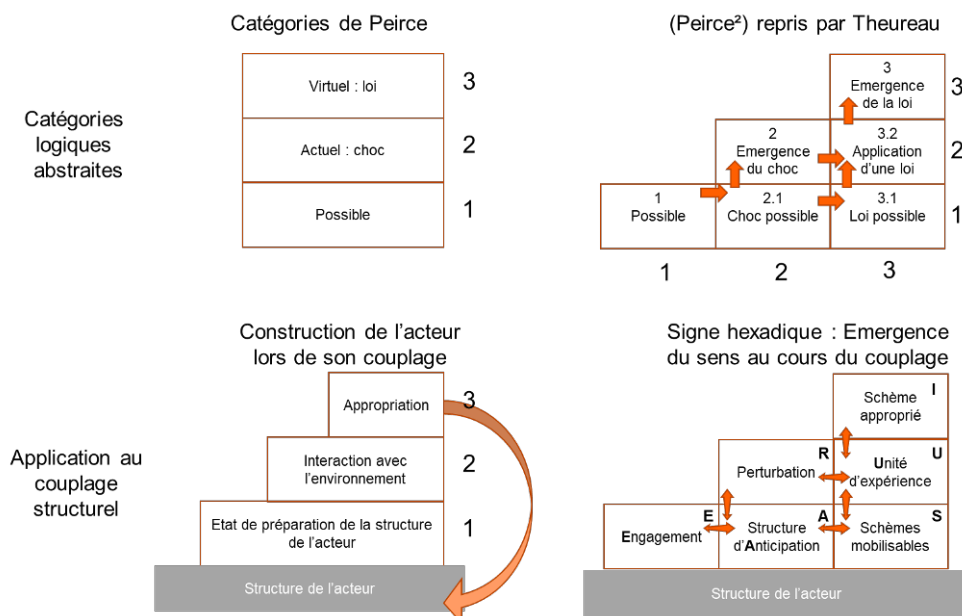
boucles de coordination avec le trafic, de pilotage latéral et longitudinal se déploient en constituant des sous-systèmes relativement autonomes, ou en interagissant entre eux selon les circonstances de la situation.

2.3. Penser la dynamique d'engagement avec le Cours d'Action

- 21 Identifier les systèmes et sous-systèmes se constituant dans la situation nécessite de définir leur dynamique de mise en œuvre. Le signe hexadique (Theureau, 2006) offre précisément un outil pour décrire de la manière la moins réductrice possible cette dynamique de couplage. Il est ici appliqué à la reprise en main, telle qu'elle est vécue par l'acteur en termes de formes d'engagement.
- 22 Le signe hexadique, issu de l'approche Cours d'Action, croise la théorie du couplage structurel évoquée en 2.2 avec les apports de la sémiologie de Peirce. Il traduit l'hypothèse de l'« activité signe » comme quoi le processus d'énaction qu'est l'activité s'accompagne d'une émergence continue de sens. Cette signification est à la fois ce qui dirige l'activité dans son déroulement et ce qui apparaît à l'acteur⁶.
- 23 Pour aller décrire le contenu de ce processus, Theureau reprend alors de Peirce (1978) ses trois catégories de la dynamique d'émergence d'un système (Figure 3 en haut à gauche) :
1. La catégorie du Possible, qui décrit l'état, la posture, la qualité de présence, le potentiel d'interaction avant contact au monde qui circonscrit, positivement comme négativement, le champ des possibles pour le système, les « envisageables ».
 2. La catégorie de l'Actuel, qui est celle de la rencontre avec le monde, avec le réel envisagé comme altérité. Elle contient en particulier ce qui fait choc, l'élément de l'environnement retenu comme pertinent par rapport au possible.
 3. La catégorie du Virtuel, qui décrit la loi réalisée pour résoudre la transformation initiée par le choc, acquise lors d'expériences passées ou « inventée » dans une situation nouvelle.
- 24 La figure en bas à gauche montre l'application des catégories sémiotiques peirciennes à la rencontre entre la structure de l'acteur (son corps, son système nerveux) et l'environnement. Les catégories de Possible/Actuel/Virtuel rendent bien compte de l'hypothèse d'asymétrie de couplage portée par l'énaction : l'acteur 1) se construit lui-même au cours de son histoire (Virtuel/appropriation) et 2) sélectionne par son état de préparation ce qui est significatif pour lui, dans une interaction asymétrique (Possible ; état de préparation⁷).

Figure 3 : Construction du signe hexadique offrant une grille de lecture à l'émergence de l'expérience.

Figure3: Construction of the "hexadic sign" provides an analysis grid for the emergence of experience



- 25 Theureau repasse alors par l'inspiration logique et croise ces catégories pour décrire la construction de signification dans la rencontre au monde (choc au monde), à partir de la réactivation des interactions passées (Figure en haut à droite). Le choc au monde se décompose en chocs possibles (2.1, ce qui est « attendu »), dont un s'actualise (2). De la même manière, la manifestation d'habitudes, façons de faire, savoirs, types se comprend comme une loi actualisée (3.2.), sélectionnée sur un fond d'habitudes, façons de faire... mobilisables à ce moment-là, autrement dit sur fond de lois possibles (3.1).
- 26 Le signe hexadique (figure en bas à droite) fournit en définitive un outil opérationnel pour l'analyse. Il permet de décrire comment, dans un moment d'activité, l'engagement (E) oriente l'activité vers différents objets, i.e. différents champs de possibles, en l'occurrence, pour nous, champs relatifs à la vie à bord ou à la conduite. Chacun de ces objets vient ouvrir un espace dans la *structure d'anticipation* (A), où se créent des attentes sur la continuité et l'évolution de l'objet suivi, qu'il s'agisse de pensées ou souvenirs, de buts fixés ou simplement du suivi du déroulement d'un fil d'événement. Par exemple, lors du pilotage de son véhicule, le conducteur suit l'évolution de sa trajectoire par rapport à une trajectoire anticipée. De même, il maintient une attente sur sa vitesse ou la distance avec le véhicule le précédant.
- 27 Le *Référentiel* (S) est quant à lui constitué de types, relations entre types, et principes d'interprétation. Dans la suite de l'article, nous opérons l'approximation d'assimiler ces notions à celle de *schèmes mobilisables*, qui correspond à l'ensemble des principes d'action ou d'interprétations sélectionnés comme pertinents par rapport à la structure d'anticipation. Les attentes et anticipations maintenues dans les champs de possibles ouverts dans l'engagement « accrochent » et maintiennent mobilisables les schèmes acquis qui permettraient d'interpréter ou de réagir à ces attentes. L'ensemble des schèmes maintenus mobilisables, tant d'action, d'interprétation, de jugement, qu'émotionnel..., fournit le référentiel pragmatique de la situation, l'horizon des actions possibles.

- 28 L'état de préparation orienté par l'engagement circonscrit tout d'abord par la structure d'anticipation, ce qui est susceptible de faire signe à l'acteur dans la situation. Ensuite, quand la *perturbation* (R) actualise cette anticipation, le référentiel propose des schèmes mobilisables dont éventuellement celui pertinent pour la résoudre dans *l'unité d'expérience* (U) qui apparaît alors à l'acteur. *L'interprétant* (I) manifeste finalement la construction de sens et les connaissances éventuellement nouvelles qui pourront être appropriées.
- 29 En synthèse, le signe hexadique fournit une grille d'analyse fine pour étudier comment, dans un processus de création de sens, l'engagement découlant des interactions passées évolue, maintient, lâche ou active des états de préparation de l'acteur qui cadrent l'interaction avec l'environnement. Il permet de décrire comment le couplage de conduite se ré-établit lors de la reprise en main. Par la structure d'anticipation (EAS) liée au système de coordination avec le trafic, il caractérise la connaissance de la scène de conduite qui se construit à cette occasion.

2.4. Définition du réengagement à la conduite

- 30 Les développements précédents nous permettent de redéfinir la *reprise en main* et le *détachement à la conduite* dans les termes dérivés du signe hexadique de *désengagement* et *réengagement* au monde de la conduite.
- 31 D'un point de vue conceptuel, *l'engagement* désigne la première composante du signe hexadique, i.e. l'état d'équilibration, la dynamique qui ouvre et maintient des espaces de couplage. Sur le plan opérationnel d'une description des activités en cours, *l'engagement* – dans la conduite ou dans une autre activité comme la vie à bord – désigne l'ouverture d'un champ de possibles qui amène l'apparition 1) d'attentes associées dans la structure d'anticipation (dans A) et 2) de schèmes mobilisables (dans S). L'engagement dans la conduite peut être orienté vers les boucles de pilotage et/ou de coordination avec le trafic (cf. section 2.2).
- 32 Réciproquement, le *désengagement de la conduite* (ou d'une autre activité) désigne le processus par lequel la structure attentionnelle se détourne du monde de cette activité : le champ des possibles dirigé vers l'activité initiale de conduite n'est plus maintenu dans la structure d'anticipation et se dissipe, pouvant aller jusqu'à disparaître en totalité. C'est notamment ce qui peut se produire lors d'une activité annexe – dite tâche secondaire – lorsque celle-ci absorbe le conducteur dans un monde qui lui est propre, et disjoint du monde automobile.
- 33 Enfin, le *réengagement dans la conduite* (ou d'une autre activité) désigne une réouverture des possibles qui s'étaient partiellement ou totalement dissipés. La réactivation de l'engagement de l'acteur devient alors *a priori* d'autant plus facile et rapide qu'il restait rémanent.
- 34 Nous montrons en section suivante comment ces notions nous ont permis de mener une analyse fine d'exemples de reprise en main et de mettre en évidence la coexistence et l'évolution de différentes formes d'engagement.

3. Données empiriques : une étude menée sur simulateur

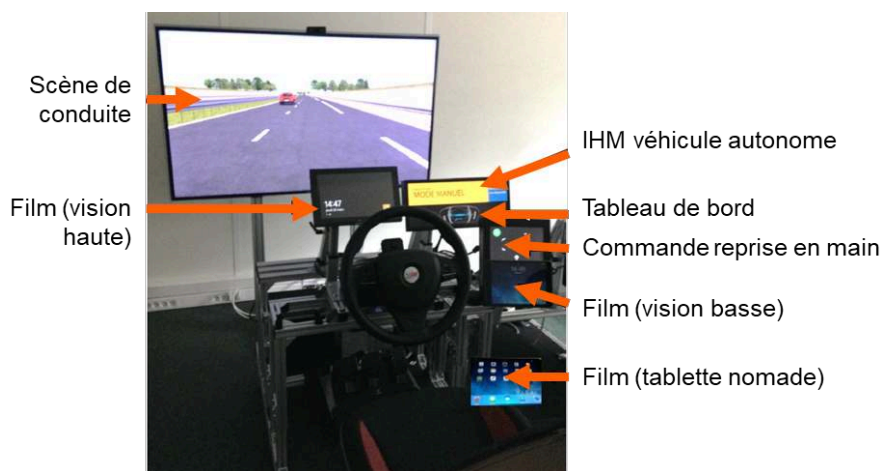
- 35 L'étude présentée dans cette section, réalisée en 2015 (Beun, 2015), a été initiatrice d'un programme de recherche empirique trisannuel (Le Bellu & Haué, in prep.). Son objectif était exploratoire. Il s'agissait spécifiquement d'obtenir des premières mesures de temps de reprise en main en fonction de différentes localisations d'un écran de visualisation de contenus vidéo, consultables lors des phases de conduite autonome, et de recueillir de premières observations qualitatives sur les processus de désengagement et de réengagement dans la conduite. C'est sur les résultats des observations qualitatives que nous nous attardons dans cet article. Le protocole d'expérimentation de cette étude est d'abord présenté (3.1.). Nous montrons ensuite avec un exemple d'analyse détaillé de l'un des participants comment la théorie du Cours d'Action présentée plus haut permet l'analyse des processus de désengagement/réengagement (3.2.).

3.1. Dispositif d'expérimentation et protocole

- 36 L'étude s'est déroulée sur un simulateur léger nommé S2EI (Simulateur d'Étude Ergonomique d'IHM, Figure 4), doté d'une IHM représentant un tableau de bord minimal et permettant de visionner un contenu vidéo. Ce simulateur se compose d'un poste de conduite (siège, volant), d'un grand téléviseur montrant la scène de la simulation de conduite et d'écrans supplémentaires pour piloter le véhicule et visionner le film à différents endroits (écran haut, écran bas, tablette manuelle).
- 37 Dix-sept participants volontaires, onze hommes et six femmes, âgés de 22 à 49 ans, ont été recrutés parmi les 12 000 salariés du site. Aucun d'entre eux n'était lié au projet.

Figure 4 : Simulateur S2EI (Simulateur d'Étude Ergonomique d'IHM).

Figure 4: S2EI simulator

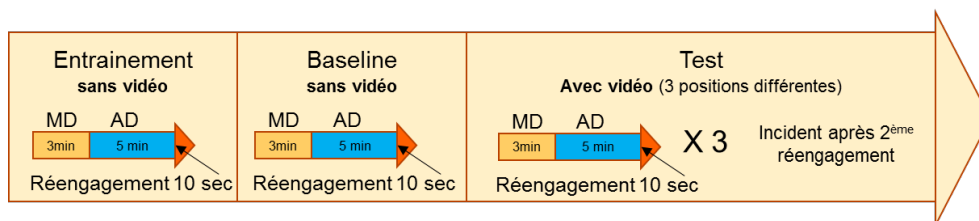


- 38 Le simulateur était équipé de deux caméras orientées de façon à recueillir le son, les enregistrements vidéo des visages/postures/pieds des participants, ainsi que la scène de conduite. Les participants étaient de surcroît équipés d'un *eye-tracker*, fournissant un enregistrement de leur champ de vision avec la position de leur regard.

- 39 Chaque passation individuelle enchaînait cinq scénarii de conduite d'environ 8 minutes chacun (Figure 5), pour un temps total sur simulateur d'environ 40 minutes⁸.

Figure 5 : Phases de l'expérimentation de conduite sur S2EI.

Figure 5: Phases of the S2EI driving experiment



















- 40 Chacun des scénarii incluait une première phase de 3 minutes en conduite manuelle (Manual Driving, ou MD) à l'issue de laquelle l'IHM indiquait que le mode autonome (Autonomous Driving, ou AD) était disponible, activable par la commande située sur l'écran à droite. Le participant basculait en conduite autonome au moment de son choix, puis, après 5 minutes, l'IHM émettait une demande visuelle et sonore de reprendre la main en 10 secondes, déroulées par un compte à rebours.
- 41 Le premier scénario était une session d'entraînement et de découverte à la fois du simulateur et du fonctionnement du système de conduite autonome simulé, limitant ainsi les biais inhérents à la découverte d'un système. Le second scénario (baseline), identique au premier, servait de référence pour comparaison avec les scénarii avec vidéo.
- 42 Les trois scénarii de test qui suivaient incluaient une tâche de vie à bord durant la période de conduite autonome, qui consistait à visionner un contenu vidéo, tâche considérée comme *a priori* motivante et sollicitante afin de maximiser le désengagement de la conduite et la bascule vers l'engagement dans la vie à bord. Le contenu vidéo, « La vie rêvée de Walter Mitty »⁹, avait été choisi à cet effet. L'emplacement physique de l'écran de visionnage du contenu vidéo variait selon le scénario. Le contenu vidéo s'arrêtait automatiquement lors de la demande de reprise en main, sauf sur la tablette.
- 43 Dans l'un de ces trois scénarii, un événement potentiellement dangereux, à savoir un véhicule dépassant par la gauche puis se rabattant et freinant brutalement devant le participant, était scénarisé moins de 6 secondes après le retour à la conduite manuelle. Cet événement avait pour but de tester la réactivité du conducteur.
- 44 À l'issue de la passation sur simulateur, un entretien semi-directif était réalisé afin de recueillir des évaluations des IHM ainsi que le ressenti global de l'expérimentation. Deux participants de l'échantillon, que nous nommerons P1 et P2 dans la suite du texte, ont été sélectionnés pour une analyse plus approfondie, car ils montraient des processus de réengagement contrastés. Un entretien d'autoconfrontation complémentaire a été mené avec chacun d'eux afin de recueillir la verbalisation détaillée de leur vécu sur la base de l'enregistrement vidéo de leur réengagement lors du scénario de test incluant l'événement potentiellement dangereux.

3.2. L'analyse détaillée d'un cas de désengagement et de réengagement

- 45 La moitié des dix-sept participants n'a pas réussi à éviter l'accident avec le véhicule se rabattant en freinant brutalement, ce qui peut s'expliquer en partie par le besoin de réengagement après la tâche de vie à bord, mais aussi par les limites techniques du simulateur S2EI (position du bouton, sensations limitées de la trajectoire et de la vitesse qui gênent la stabilisation, ou encore absence de rétroviseurs n'ayant pas incité à regarder autour). L'analyse des données montre également que les accidents ont été majoritairement subis par les plus jeunes des participants (moins de 34 ans), dont l'immersion a été qualitativement observée comme étant beaucoup plus intense que pour leurs aînés lors du visionnage du contenu vidéo.
- 46 Le premier des participants choisis pour l'analyse approfondie (P1) a évité la collision sans difficulté, en ayant constamment gardé une partie de son attention sur la conduite pendant le temps de conduite autonome, et ce, malgré le visionnage du contenu vidéo. Le second, P2, ne l'a quant à lui évité que de justesse, après un désengagement fort de la conduite. L'analyse détaillée de l'épisode très critique de conduite de P2 est présentée ci-après afin de comprendre ses processus de désengagement et de réengagement.
- 47 La Figure 6 montre la reconstitution du déroulé de ce moment d'activité à l'aide des catégories du signe hexadique. La partie supérieure de la figure synthétise la chronologie, avec mise en correspondance d'une description de l'environnement, du mode de conduite activé, et de l'analyse du cours d'action du participant. La partie inférieure de la figure propose un découpage de l'activité en Unités d'expérience du cours d'action et une reconstitution de l'état de préparation de la participante (Engagement, Structure d'anticipation, Référentiel) grâce à l'analyse conjointe des données sur l'environnement, des enregistrements des comportements de la participante, et, lors de l'autoconfrontation, de l'explicitation par la participante de son expérience vécue.

Figure 6 : Analyse qualitative d'une phase de réengagement basée sur l'étude de l'activité de P2 dans l'étude S2EI.

Figure 6: Qualitative analysis of a reengagement phase based on the activity study of P2 in the S2EI study

Temps		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																
Mode de gestion		Mode Auto				Mode Manuel																											
Statut de conduite		Voiture vide				Vehicule doublant				Vehicule à l'arrêt au feu				Voiture ayant démarré																			
Engagement	Sur un contenu vidéo	1 Re Regarder le film				2 Accéder aux commandes				3 Valider avec les boutons				4 Ajustement trajectoire				5 Vérifier la vitesse				6 Assis (intéressé)				7 /				8 Stabilité (suffisant)			
Unité d'expérience		0				1				2				3				4				5											
Participation et validé d'engagement		Etat de préparation		Comportement		Engagement		Regard		Posture et visage																							
Regarder le film		Désengagement de la conduite (l'expérience sur un canapé), fixation sur le film. Par la présence sur le simulateur, réengagement d'attente fond d'écran.		Régard uniquement sur le film depuis au moins 30 sec. Posture relaxe, visage expressif, pieds immobilisés.		Régard vers l'écran. Le visage et la posture ne changent pas.		Demande de reprise en main qui amène le film. Compte à rebours de 10 à 0 avec bip de plus en plus fort.																									
Réactualisation		BIP réactualise le rapport en main. Anticipation des actions à venir.		Dans la salle de la période 3, les actions de pilotage sont réactualisées. Le participant a le bras tendu vers la console (piloteage).		Les pieds et les mains se positionnent sur le volant et la pédale. Le regard se pose sur le film et sur la bonne pédale avant de revenir sur la route.		Le compte à rebours continue.																									
Valider le mode manuel avec le bouton		Prise en compte du véhicule.		Long regard pour sur le bouton pendant l'appui.		Le bouton de validation du mode manuel est tactile et audible (note mélange le temps).																											
Ajustement de la trajectoire		Stabilisation du schéma de contrôle de la trajectoire. Attention sur le volant et la trajectoire sur l'écran.		Deux appuis légers sur l'accélérateur. Posture immuable.		L'appui du bouton valide le mode manuel. Le participant est redevenu actif. Le volant est cependant sans prise de film.																											
Vérifier la vitesse		Stabilisation du schéma de contrôle de la vitesse (le compteur de vitesse, l'adaptation au trafic, la vitesse de la voiture est perçue mais non mesurée).		Le regard est attiré vers la vitesse. Plus d'attention sur la vitesse. Plus d'attention sur la vitesse de la voiture.		Le véhicule double sur la gauche et change de voie pour venir devant le participant. La perception de la vitesse n'est pas facile sur l'écran.																											
Ajustement vitesse		Toujours dans l'utilisation du schéma de contrôle de la vitesse.		Le regard est attiré vers la vitesse. Plus d'attention sur la vitesse. Plus d'attention sur la vitesse de la voiture.		Le véhicule devant commencer à doubler impliquant un crash (batterie de réaction franche et rapide).																											
Freinage pour éviter le crash		Schéma de freinage par rapport à la voiture. La voiture est en situation de freinage, sans modulation.		Le regard s'accroche à l'arrière du véhicule. Posture fixe. C'est le début du freinage.		Le véhicule continue à décélérer et à se rapprocher.																											
Préparer et arrêter le changement de voie		L'activation d'un schéma de manœuvre est initiée (bonne connaissance du trafic autour).		Feste de main sans le clignotant, arrêté. Toujours en train de freiner.		Le véhicule continue à décélérer mais la distance (BIP) par se stabiliser.																											

- 48 Cette analyse illustre une situation de désengagement complet de la conduite, manifestée par la fixation du regard depuis au moins 30 secondes sur le contenu vidéo et par l'expérience rapportée par la conductrice lors de l'entretien où elle se déclare « plus du tout en train de conduire », « comme sur un canapé » (Unité d'Expérience 0 dans la Figure 6). Ce désengagement complet de l'activité de conduite n'a pas été manifesté par certains participants, notamment P1, dont l'activité oculaire était caractérisée par des fixations régulières sur la scène de conduite, et qui a décrit *a posteriori* avoir « résisté » pour ne pas rentrer dans le contenu vidéo.
- 49 Juste après le signal sonore demandant la reprise en main, une période de latence d'une seconde a été observée. La posture et l'expression de la conductrice sont restées identiques à celles du moment précédent. Celle-ci a indiqué lors de l'entretien être en train de se préparer aux actions à venir. Pour elle, le signal sonore aide, même si, plus tard, il deviendra stressant. Nous interprétons cette période comme une phase où, après un effondrement de son engagement dans le film, la participante réoriente son attention vers la reprise en main. Nous la renommerons par conséquent *refocalisation* (UE1).
- 50 La reprise en main se manifeste d'abord par une reprise d'une posture de conduite (UE 2 : accéder aux commandes) suivie par la validation du mode manuel (UE 3 : valider le mode manuel avec le bouton). La conductrice se focalise alors sur ses réactions de pilotage, appelées par les commandes du cockpit et le besoin immédiat de contrôle du véhicule (UE 4 : ajustement de la trajectoire). La perception très tardive du véhicule freinant devant est significative de l'absence de mise en place de la boucle de coordination dans le trafic décrite dans la section 2.2 (UE 5 : vérifier la vitesse). Tout se passe comme si la

conductrice n'était pas encore présente à la situation plus large qui l'environne. Le véhicule tiers à ce moment-là est décrit dans l'entretien comme « *perçu, mais pas vu* », interprété comme une perception dans l'arrière fond de l'environnement, i.e. non filtré comme pertinent à ce moment-là par l'acteur, ne laissant donc pas de place pour d'éventuels schèmes d'action.

- 51 La réaction à la perception du véhicule devenu très proche se fait finalement par le biais d'un freinage (UE 6 : *ajustement vitesse*). Ce freinage est très rapidement suivi d'une réaction beaucoup plus forte manifestée par un cri de la part de la participante et d'un freinage d'urgence (UE 7 : *freinage pour éviter le crash*). Le véhicule tiers est décrit lors de l'entretien *post-hoc* comme « *apparaissant subitement* », à une distance déclenchant une réaction d'urgence et une mobilisation intense du schème associé. Un début de changement de voie est finalement initié, sans avoir contrôlé la présence d'un véhicule sur le côté (UE 8 : *prépare et annule un changement de voie*).
- 52 La chronique montre finalement un état de désengagement complet de la conduite et l'effort pour s'y réengager en refocalisant l'attention dans la reprise de possession du véhicule et de l'environnement. L'effort à fournir dans ce temps très limité amène à reconstruire le couplage le plus immédiatement proposé par l'environnement (la posture et les commandes) et le plus urgent : le pilotage du véhicule. À l'inverse, la reconstitution du système de coordination avec le trafic, moins directement sollicité par l'environnement et demandant un temps plus long (de l'ordre de 10 à 20 secondes tel qu'évalué dans l'étude citée dans la section 2.1) est négligé. Il en résulte le comportement de reprendre la conduite sans avoir de perception de l'environnement de conduite autour de soi.
- 53 Cet exemple présente l'intérêt d'illustrer la temporalité progressive d'un réengagement à la conduite suite à un désengagement prononcé – en raison ici d'un engagement concurrent dans une activité tierce fortement sollicitante. Il montre un réengagement partiel à la conduite se manifestant par la reconstruction d'un couplage de pilotage adéquat, mais aussi par le manque de reconstruction du couplage de coordination avec le trafic. Pour cette utilisatrice novice, le réengagement apparaît comme un processus dirigé par sa considération sur les étapes à réaliser (effectuée lors de cette seconde où elle se prépare aux actions à venir en UE1).

4. Discussion

4.1. Engagement, environnement et activité

- 54 Nous proposons en discussion de nous fonder sur l'analyse de la reprise en main de la participante 2 (P2) pour discuter des contraintes et ressources intervenant dans les changements de dynamique du couplage. Leur articulation est ici proposée dans les termes du Cours d'Action, notamment à partir des catégories E-A-S.
- 55 L'environnement apparaît dans le cas analysé comme à la fois un ancrage et une source de déstabilisation de l'activité en cours. Lors de la demande de reprise en main, la coupure du contenu vidéo supprime l'ancrage sur lequel reposait l'activité de vie à bord et fait vaciller l'engagement de l'acteur. Il n'y a plus le flux d'image pour lequel étaient maintenus mobilisables les schèmes interprétatifs. Le compte à rebours visuel et le signal sonore répétitif, spécifiquement conçus afin d'interrompre l'activité en cours, fonctionnent effectivement comme tel : la participante rapporte qu'ils induisent un

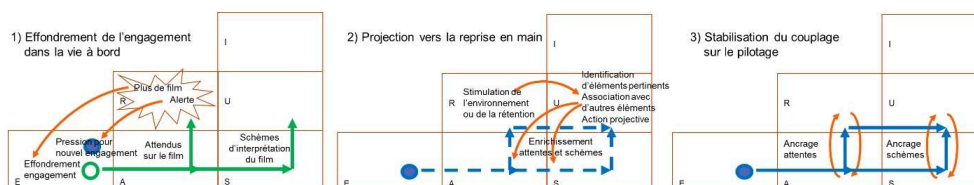
sentiment d'urgence et incitent à reprendre la main. Dans ce cas précis, l'environnement s'impose à l'acteur qui, plongé dans la vie à bord, n'était pas dans l'anticipation de cet événement. C'est la disparition des stimulations attendues de la part du film et l'alerte intrusive, dans le R du Signe 1 représenté Figure 7, qui déstabilisent et viennent bousculer l'état de préparation EAS en cours. Le fait marquant, au vu des analyses traditionnellement effectuées dans le cadre du Cours d'action, est que l'élément faisant choc (le R) sort ici du champ d'attentes de l'acteur ; il vient s'y imposer ou y imposer son absence avec pour conséquence d'effondrer la structure d'anticipation en vigueur. Ce point n'est pas trivial et offre un nouvel éclairage puisque dans notre perspective théorique l'émergence d'un sens est comprise comme actualisation sur fond de possibles interprétatifs.

- 56 Pour lors, nous observons que l'engagement de l'acteur s'étant écroulé, l'état de préparation doit se reconstruire en l'occurrence vers la conduite pour que le couplage se poursuive.
- 57 Même plongée dans le film, la participante P2 n'est pas totalement coupée de la route. La position sur le siège du conducteur dans un véhicule en mouvement représente déjà un engagement corporel et situationnel prêt à la ramener vers la conduite. P2 rapporte faire l'expérience d'une seconde où, sans mouvement apparent, elle « prépare ses actions à venir » (UE1 de la Figure 6). Vermersch (1994) offre des outils pour une description des processus en jeu lors de cette seconde : il identifie dans le processus d'assimilation/accommodation piagétien certaines circonstances susceptibles de résister à l'intelligence sensori-motrice d'un acteur (celle qui mobilise ses schèmes d'action). Cette rupture amène alors l'acteur à se focaliser sur des signifiants internes. Ces signifiants internes peuvent à leur tour servir de signe pour faire appel par association à d'autres expériences passées (Vygotsky, 1978). Ainsi, P2 a pu laisser remonter le souvenir symbolique ou sensoriel des quelques manœuvres de reprise en main vécues un peu plus tôt lors des précédents scénarii, des consignes d'information orale données par les expérimentateurs ou plus simplement de ses habitudes de conduite.
- 58 Dans cette étape, la réorganisation de l'état de préparation de l'acteur peut s'appuyer également sur des ressources de l'environnement perceptible. Le tableau de bord du cockpit de véhicule autonome est notamment porteur d'un ensemble d'informations (ex. : vitesse, mode de conduite, trajectoire du véhicule...), qui contribue à une distribution cognitive comme montré pour le cockpit d'avion par Hutchins (1995b). L'environnement physique offert par le cockpit constitue une forme de mémoire en inscrivant également dans l'objet une forme adaptée au geste de sa manipulation (Leroi-Gourhan, 2014). Par exemple, la forme et la localisation des commandes invitent à leur manipulation, et le bouton de reprise en main à son actionnement. Ces mémoires de l'environnement sont conçues pour offrir des représentations supportant un type d'action visé dans la situation d'utilisation.
- 59 Dans cette seconde de réajustement de l'engagement, P2 semble finalement intégrer des éléments dans son état de préparation par la perception sensible et l'évocation de souvenirs (dans R) qui viennent enrichir et préciser la structuration de son anticipation. En plus de convoquer des expériences-types, les Unités d'Expérience semblent intégrer une série d'actions projetées (mais non réalisées) qui vient réveiller des schèmes mobilisables (signe 2 présenté Figure 7). Ces mécanismes de construction de l'engagement nous semblent préciser comment une unité d'expérience U par cette

phase de projection non réalisée transforme l'état de préparation EAS de l'acteur pour s'adapter en changeant la définition de la situation en cours. À nouveau, ce processus n'est pas trivial dans la perspective Cours d'Action où le signe hexadique est normalement tourné vers une action réalisée. Il apparaît ici que des cycles « à vide » peuvent se manifester pour consolider un état de préparation, avant le passage à l'action.

- 60 Quand l'état de préparation E-A-S est suffisamment stabilisé, il permet le passage à l'action (signe 3 de la Figure 7). Ce dernier se manifeste par l'implication du corps dans la situation, à l'instar de P2 qui après la phase de projection, se met en mouvement dans l'UE2 et les suivantes. L'activité de P2, précédemment dans la projection, se met alors à passer par les commandes du véhicule pour faire corps et percevoir directement à travers lui (Merleau-Ponty, 1945). L'implication de l'acteur dans le pilotage ancre alors l'état de préparation par ce couplage effectif avec l'environnement.
- 61 Finalement, ces différents mécanismes constituent toute une série de boucles de rétroactions locales sur l'état de préparation par ajustement de la signification projetée qui réoriente le couplage vers la conduite. Par contre, s'étant focalisée lors de son réengagement sur les boucles de pilotage et la trajectoire de son véhicule, notre conductrice filtre et « *perçoit sans voir* » le véhicule dont le rapprochement va la projeter brutalement et tardivement dans une boucle de coordination avec le trafic. Idéalement, tel que nous le discutons en section suivante, il serait souhaitable que la reconstruction de cette boucle de coordination se fasse plus en amont afin de rendre plus aisé et sécurisé le retour à la conduite manuelle.

Figure 7 : Signes hexadiques des trois étapes de réengagement.
Figure 7: Hexadic signs of the three-step reengagement process



- 62 Cette approche située permet de reformuler la notion de Situation Awareness. Le modèle d'Endsley pose un processus linéaire de perception/compréhension/projection, qui présente l'avantage de lier perceptions à attentes, mais ne dit rien sur la mise en place de ce processus. Il ne dit rien non plus de la matière dont est constituée cette SA. Inspirés par la cognition située, Banks, Stanton et Harvey (2014) avaient ajouté un processus de feedback à cette séquence, sous la forme d'une phase d'anticipation. Ici, c'est toute une panoplie de boucles de stabilisation de la signification pour l'acteur qui s'est révélée par les rétroactions de l'activité sur l'état de préparation (EAS) pour s'adapter au changement de situation. Et c'est cet état de préparation qui nous semble constituer la Situation Awareness. Plus qu'un processus linéaire, cet état de préparation/SA peut davantage être vu comme un ensemble d'espaces, de fenêtres attentionnelles (Vermersch, 2002), maintenus et mis à jour en permanence. Ils s'ouvrent quand une action est entreprise ou quand une action précédemment ouverte, mais non terminée, maintenue comme une préoccupation par l'acteur, se réactualise lors d'un événement pertinent (Salembier, Theureau, Zouinar, & Vermersch, 2001). Cette focalisation de l'attention est pondérée par la force de l'engagement. Cet espace est ancré par endroits aux éléments matériels de l'environnement, par le suivi des

attentes et la mise en œuvre des schèmes. Il est également enrichi par les médiations symboliques ou sensorielles évoquant des éléments issus de la rétention de moments passés. Dans ce paysage d'attentes et d'opportunités d'actions, la dynamique de l'attention sera d'autant plus attirée à ces différents endroits que l'engagement y est fort.

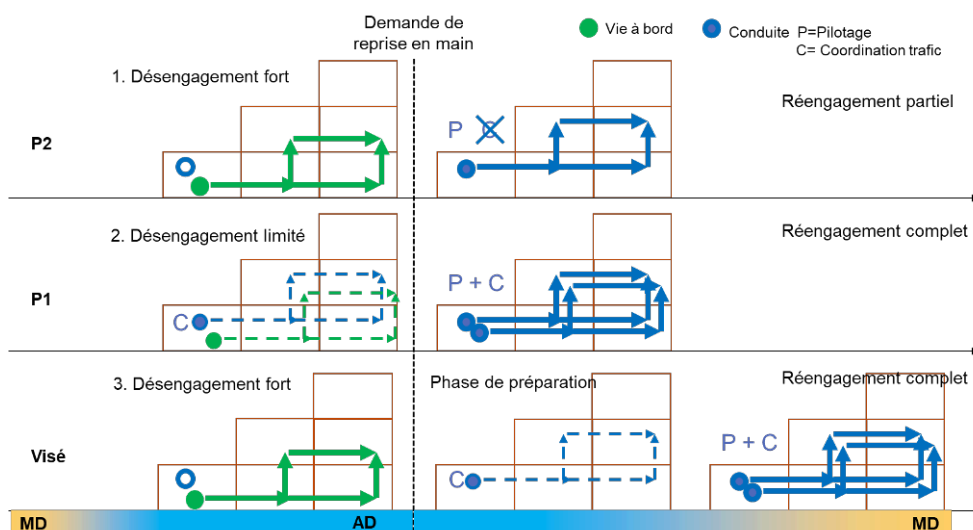
- 63 La séquence de P2 a montré un désengagement fort de la conduite pour se plonger dans le film, demandant ensuite un effort important de réengagement à la conduite. Elle s'est focalisée sur les commandes du véhicule, amenant à se focaliser sur le pilotage.
- 64 P1 quant à lui avait résisté à l'attrait du film. Maintenir un engagement, bien que partiel, à la fois dans le film et à la conduite plus particulièrement sur le trafic, avait alors facilité la reprise en main. Nous généralisons dans la dernière section les processus d'évolution de cet espace d'engagement pour en tirer des recommandations pour la conception.

4.2. Vers la conception : construction de l'« entonnoir de réengagement »

- 65 Les exemples de P1 et P2 illustrent bien la variation rencontrée entre les autres participants de l'étude, par ailleurs retrouvée dans les études menées ultérieurement sur la conduite autonome (Le Bellu & Haué, in prep.). La distinction entre les désengagements forts et limités d'un côté et celle entre le réengagement partiel (pilotage seulement) ou complet (pilotage et coordination) de l'autre invite à généraliser une typologie des processus de réengagement, proposée Figure 8.

Figure 8 : Typologie des processus de réengagement (boucle de Pilotage et de Coordination avec le trafic décrits section 2.2.).

Figure 8: A typology of reengagement processes



- 66 Le premier processus de *réengagement partiel*, faisant suite à un *désengagement fort*, correspond au cas analysé (P2). Le conducteur, très engagé dans la vie à bord, subit un réengagement « sous pression ». L'accès aux commandes est privilégié, comme détaillé dans la Figure 7. Le conducteur reprend la main sans avoir reconstruit une image de la situation en cours, et donc sans l'anticipation nécessaire en cas de changement de la

scène routière tel qu'un événement dangereux à éviter dans un court laps de temps après le retour à la conduite manuelle.

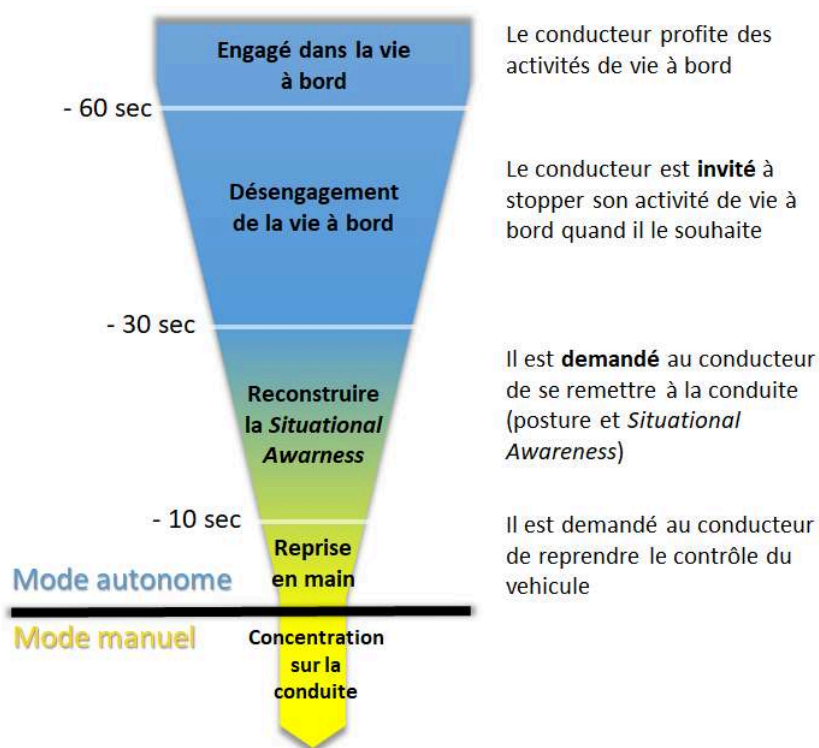
- 67 Le deuxième type de processus de réengagement, le *réengagement complet* après un *désengagement limité*, correspond à ce qui a été observé chez P1. Ce dernier présentait un engagement dans l'activité de vie à bord suffisant pour poursuivre le film. Par contre, il déclarait lui « résister » et jetait régulièrement un œil à la situation de conduite, manifestant un engagement parallèle pour la conduite.
- 68 L'activité de conduite est traditionnellement décrite avec une tâche principale (ou ensemble de tâches) de conduite et une tâche de vie à bord dite « secondaire » ou « annexe » (Forzy, 2004). Les stratégies de gestion de l'attention du conducteur, notamment visuelle, sont décrites depuis longtemps pour leurs enjeux sécuritaires (Green, 1999 pour un exemple de revue)¹⁰. Il s'agit de limiter la distraction pour ne pas impacter les boucles de coordination avec le trafic et plus encore de pilotage (aux boucles de rétroaction temporellement plus courtes).
- 69 Mais, plus généralement, de multiples activités peuvent avoir lieu autour de la conduite ou de divers autres sujets (radio, discussion passager, pensées privées). La gestion de ces multiples fils attentionnels est qualifiée de multitasking (Aasman & Michon, 1992 ; Engström, Trent, & Markkula, 2013). En ce sens, P1 fait du multitasking entre le visionnage du film et la surveillance de la scène de conduite. Avec cependant un schéma de gestion attentionnel inversé : P1 reste principalement sur le film (temporellement plus sollicitant) et jette un coup d'œil de temps en temps sur la route. C'est une rupture avec le multitasking existant aujourd'hui en conduite du fait de la disponibilité offerte par le véhicule autonome et la nature des nouvelles activités de vie à bord qu'elle autorise. L'engagement restant dans la conduite ne suffit alors plus à suivre les boucles de pilotages (nécessitant un suivi continu), mais permet de suivre celles de coordination dans le trafic, dont la temporalité est plus lente.
- 70 Ce maintien parallèle d'un engagement sur la scène routière limite l'engagement possible dans la vie à bord. Il semble cependant précieux pour le réengagement à la conduite : 1) le couplage de coordination avec le trafic est déjà présent, même fragmentaire, et non plus sacrifié comme avec P2 et 2) ce couplage ne peut que faciliter la remise en route des boucles de pilotage dont l'engagement est proche.
- 71 Ce fonctionnement a cependant ses limites. L'étude présentée en section précédente a mis en évidence que la motivation des participants à effectuer cette surveillance était très variable d'une personne à l'autre, et des études seraient à mener pour voir sa décroissance probable alors que la confiance dans le véhicule autonome se construit. En effet, cette boucle rémanente de coordination avec le trafic s'apparente à de la surveillance passive d'un processus, pour laquelle l'attention humaine est connue pour être peu résistante (Miller, Sun, Johns, Ive, Sirkin, Aich et al, 2015 ; Victor, Tivesten, Gustavsson, Johansson, Sangberg, & Ljung Aust, 2018). La structure d'anticipation est maintenue pour suivre les perturbations qu'elle sélectionne comme pertinentes mais n'est pas ancrée dans l'environnement par l'usage de schèmes d'action. Ainsi, non seulement le maintien de ce double processus en parallèle chez le conducteur est coûteux cognitivement et peu robuste, mais il peut limiter la valeur d'un tel produit sur le marché, associé au temps libéré pour réaliser d'autres activités, se détendre...

- 72 Deux pistes existent pour supporter l'engagement du conducteur sur la scène routière :
- Limiter le temps de conduite autonome pour remettre le conducteur dans une posture active de conduite avant de l'autoriser à réactiver le mode autonome, incitant ainsi le conducteur à assurer un maintien d'engagement minimal et acceptable en conduite ;
 - Maintenir une sollicitation attachée à la route pour supporter l'engagement à la conduite du conducteur, par exemple par l'envoi de messages l'alertant de potentiels difficultés ou dangers environnants apparaissent pouvant impacter le trafic. De tels messages, lumineux ou sonores, pourraient être rapportés avec une intensité d'intrusivité croissante si le conducteur n'acquiesce pas leur prise de connaissance.
- 73 Cependant, un véhicule autonome ne devrait pas reposer sur la responsabilité du conducteur pour détecter et corriger les limites du système. Il faudrait pour cela faire la preuve par de nouvelles études que l'attention du conducteur peut être maintenue sur la route de manière suffisamment efficace, et ce sur l'ensemble du domaine de fonctionnement de ce système.
- 74 Enfin, le troisième processus est le plus intéressant à l'usage. Il vise à favoriser un *réengagement complet* à la conduite malgré un *désengagement fort* de la conduite en phase autonome. Cela fonctionnerait également *a fortiori* en cas de désengagement plus limité à la conduite, et permet dans tous les cas de profiter du temps à bord. Ce processus visé pourrait être rendu possible en trouvant les moyens de susciter une *phase de préparation* chez le conducteur en amont de son retour à la conduite manuelle. La principale limite de ce processus est qu'il nécessite que la conduite autonome soit suffisamment avancée en niveau d'autonomie (SAE niveau 4) pour offrir le temps nécessaire à la reconstruction de cette phase de préparation. Notons en effet pour rappel que la reconstruction d'une représentation de la situation de conduite dynamique a été évaluée de 10 à 20 secondes, 20 secondes permettant d'avoir intégré la vitesse relative des véhicules environnements, en plus de leur positionnement (cf. section 2.1. et Lu, Coster, & De Winter, 2017). Dans notre étude, les temps de réengagement n'étant que de 10 secondes, ce processus ne pouvait être observé.
- 75 En termes de pistes de conception, il s'agirait donc d'accompagner ce réengagement complet du conducteur en rendant ce dernier à la fois alerte et capable de reconstruire une conscience de la situation de conduite environnante en amont de son réengagement physique (boucle de pilotage). Nous proposons, en conclusion, une démarche en plusieurs étapes afin de favoriser : 1) lors de l'apprentissage, la constitution des schèmes adéquats à ce comportement et, 2) la possibilité de les supporter à l'usage. En supposant avoir tout le temps nécessaire, ces étapes sont représentées sur la base d'une reprise en main longue d'une minute dans le modèle d'« entonnoir de réengagement » présenté en Figure 9.
- 76 L'étape 0 « *engagé dans une activité de vie à bord* » correspond au moment de liberté laissé au conducteur. C'est l'espace où il peut se consacrer, une fois la confiance installée, à son activité de vie à bord. Le cockpit du véhicule est entièrement dédié à la vie à bord, tout en proposant un rappel du temps restant avant reprise de l'activité de conduite.
- 77 L'étape 1, « *désengagement de la vie à bord* », a pour but d'inciter le conducteur à se désengager de lui-même de ses activités pour se réintéresser à la situation de conduite. Le cockpit du véhicule ne change pas, mais les IHM embarquées présentent au conducteur la possibilité d'activer la commande pour passer à l'étape 2, tout en rappelant le retour proche à la conduite. Afin de limiter la pression, le message peut

suivre la logique des annonces en vols dans les avions, par exemple en mettant le film en pause.

Figure 9 : « L'entonnoir de réengagement » comme guide de conception.

Figure 9: The "funnel of reengagement" as a guide for design



- 78 L'étape 2 de « reconstruction de la SA » commence quand le conducteur active la commande pour sortir du mode de vie à bord ou sinon à -30 secondes. Le contenu de vie à bord disparaît. S'il s'agit d'un cockpit reconfigurable (recul et rotation des sièges), ce dernier remet le conducteur dans la position physique initiale de conduite, participant à rappeler les gestes de conduite. Enfin, des IHM sonores et visuelles (par exemple, messages vocaux explicites, IHM visuelles dont pictogrammes) peuvent inciter à regarder autour comme dans le processus de support informationnel du processus précédant.
- 79 Enfin, l'étape 3 de « reprise en main » apparaît uniquement si le conducteur ne reprend pas de lui-même la conduite manuelle avant les 10 dernières secondes du décompte. Ce décompte devient alors plus prégnant (IHM visuelle et alerte sonore) afin d'inciter toujours davantage le conducteur à reprendre la conduite en mode manuel.
- 80 Quand il sera possible techniquement, ce dernier processus permettra de cumuler à la fois les promesses technologiques de temps retrouvé pour la vie à bord, et une reprise en main supportant une adaptation complète et anticipée du couplage de conduite lors de la reprise en main. Le conducteur pourra alors s'être réengagé dans le monde de la conduite avant d'assurer le contrôle effectif de son véhicule.

BIBLIOGRAPHIE

- Aasman, J., & Michon, J. A. (1992). Multitasking in driving. In A. Michon & A. Akyürek (Eds.), *Soar: A cognitive architecture in perspective* (pp. 169–198). Dordrecht : Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2426-3_6
- Adam, E. C. (1993). Fighter cockpits of the future. In [1993 Proceedings] *AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference* (pp. 318–323). IEEE. <https://doi.org/10.1109/dasc.1993.283529>
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*, 19(6), 775–779. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(83\)90046-8](https://doi.org/10.1016/0005-1098(83)90046-8)
- Banks, V. A., Stanton, N. A., & Harvey, C. (2014). Sub-systems on the road to vehicle automation: Hands and feet free but not ‘mind’ free driving. *Safety Science*, 62, 505–514. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.10.014>
- Beun, C. (2015). *Study on driving simulator: Effect of LoB task « watching a video » on driver behavior when taking over control in eyes off Autonomous car*. Rapport Renault NT68510-2015-20.
- Chalandon, X. (2007). *Conscience de la situation : invariants internes et invariants externes*. Thèse de doctorat en Ergonomie, sous la direction de Pierre Falzon, Paris, CNAM, 2007.
- De Winter, J. C. F., Happee, R., Martens, M. H., & Stanton, N. A. (2014). Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 27, 196–217. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.06.016>
- Dogan, E., Rahal, M.-C., Deborne, R., Delhomme, P., Kemeny, A., & Perrin, J. (2017). Transition of control in a partially automated vehicle: Effects of anticipation and non-driving-related task involvement. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 46, 205–215. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.01.012>
- Endsley, M. R. (1995a). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, 65–84.
- Endsley, M. R. (1995b). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Engström, J., Trent, V., & Markkula, G. (2013). Attention selection and multitasking in everyday driving: A conceptual model. *Driver Distraction and Inattention: Advances in Research and Countermeasures*, 1, 27–54.
- Forzy, J.-F. (2004). Conduite automobile et conception ergonomique. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 647–664). PUF : Paris.
- Gibson, J. J. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. *The American Journal of Psychology*. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1416145>
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- Gibson, M., Lee, J., Venkatraman, V., Price, M., Lewis, J., Montgomery, O., ... Foley, J. (2016). Situation awareness, scenarios, and secondary tasks: Measuring driver performance and safety margins in highly uatomated vehicles. *SAE International Journal of Passenger Cars - Electronic and Electrical Systems*, 9(1), 2016-01–0145. <https://doi.org/10.4271/2016-01-0145>

- Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L., & Bengler, K. (2013). "Take over!" How long does it take to get the driver back into the loop? *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), 1938–1942. <https://doi.org/10.1177/1541931213571433>
- Green, P. (1999). *Visual and task demands of driver information systems*. UMTRI-98-16.
- Gugerty, L. (2011). Situation awareness in driving. In D. L. Fisher, M. Rizzo, J. K. Caird, & J. D. Lee (Eds.), *Handbook of Driving Simulation for Engineering, Medicine, and Psychology* (pp. 265–272). Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10836-20>
- Haué, J.-B. (2005). Comparing distributed cognition and course of action: an application to car driving. *Proceedings of the 2005 Annual Conference on European Association of Cognitive Ergonomics*.
- Hutchins, E. (1995a). *Cognition in the Wild*. Cambridge : MIT Press.
- Hutchins, E. (1995b). How a cockpit remembers its speed. *Cognitive Science*, 19(3), 265–288. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(95\)90020-9](https://doi.org/10.1016/0364-0213(95)90020-9)
- Hutchins, E., & Klausen, T. (1996). Distributed cognition in an airline cockpit. In D. Middleton & Y. Engeström (Eds.), *Communication and Cognition at Work* (pp. 15–34). Cambridge : Cambridge University Press.
- Le Bellu, S., & Haué, J.-B. (n.d.). Sommes-nous prêts à conduire un véhicule autonome ?
- Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in technology: Designing for Appropriate Reliance. *Human Factors*, 46(1), 50–80. https://doi.org/10.1518/hfes.46.1.50_30392
- Leroi-Gourhan, A. (1911-1986). (2014). *Le geste et la parole. [I], Technique et langage*. Paris : Albin Michel.
- Lu, Z., Coster, X., & De Winter, J. (2017). How much time do drivers need to obtain situation awareness? A laboratory-based study of automated driving. *Applied Ergonomics*, 60, 293–304. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.12.003>
- Lu, Z., Happee, R., Cabrall, C. D. D., Kyriakidis, M., & De Winter, J. C. F. (2016). Human factors of transitions in automated driving: A general framework and literature survey. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 43, 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.10.007>
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1987). The tree of knowledge: the biological roots of human understanding. *Shambhala Publications*. <https://doi.org/EB T MATUR>
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Paris : Gallimard.
- Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In *Human Behavior and Traffic Safety* (pp. 485–524). Boston, MA : Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2173-6_19
- Miller, D., Sun, A., Johns, M., Ive, H., Sirkin, D., Aich, S., & Ju, W. (2015). Distraction becomes engagement in automated driving. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 59(1), 1676–1680. <https://doi.org/10.1177/1541931215591362>
- Onnasch, L., Wickens, C. D., Li, H., & Manzey, D. (2014). Human performance consequences of stages and levels of automation. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 56(3), 476–488. <https://doi.org/10.1177/0018720813501549>
- Peirce, C. S. (1978). *Écrits sur le signe (Vol. 31)*. Paris : Seuil.
- Piaget, J. (1947). *La psychologie de l'intelligence*. Armand Colin, Vol. 249.

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *La psychologie de l'enfant*. Paris : PUF.
- SAE. (2018). *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles* (Surface Vehicle Recommended Practice: Superseding J3016 Sep 2016).
- Salembier, P., Theureau, J., Zouinar, M., & Vermersch, P. (2001). Action/cognition située et assistance à la coopération. In *12^e journées francophones d'ingénierie des connaissances IC'2001*. Grenoble.
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions. The problem of human-machine communication*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : méthode développée*. Toulouse : Octarès.
- Theureau, J. (2015). *L'énaction et l'expérience*. Toulouse : Octarès.
- Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation en formation initiale et en formation continue*. Paris : ESF.
- Vermersch, P. (2002). La prise en compte de la dynamique attentionnelle : éléments théoriques. *Explicititer*, 43, 27–39.
- Victor, T. W., Tivesten, E., Gustavsson, P., Johansson, J., Sangberg, F., & Ljung Aust, M. (2018). Automation expectation mismatch: incorrect prediction despite eyes on threat and hands on wheel. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 60(8), 1095–1116. <https://doi.org/10.1177/0018720818788164>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. (M. Cole, Ed.). Harvard University Press.
- Zhang, B., Winter, J., Varotto, S. F., & Happee, R. (2019). Determinants of takeover time from automated driving: A meta-analysis of 128 studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 64, 285–307. <https://doi.org/10.1177/0018720816685832>

NOTES

1. Il existe cinq niveaux d'automatisation SAE de la conduite en plus du niveau 0. Le niveau 4 correspond à un véhicule assurant totalement la conduite sur un trajet donné.
2. « The higher they are, the farther they fall ».
3. La différence entre les niveaux 4 et 5 tient à la couverture de l'infrastructure routière (une typologie de routes spécifiques pour le niveau 4, la totalité des routes pour le niveau 5).
4. « Knowing what is going on so you can figure out what to do »
5. Cette définition de notion d'affordance est très simplifiée. La notion est objet de visions alternatives, parfois considérée comme une propriété « objective » de l'environnement indépendamment de toute perception (Gibson 1938), parfois rapprochée d'une notion de perception directe de l'environnement par l'humain.
6. Il est nécessaire dans cette perspective de faire l'hypothèse ontologique de l'existence d'une conscience pré-réflexive, i.e. de la possibilité qu'a le sujet d'avoir accès au sens de son activité. Le cumul de cette option sartrienne aux hypothèses éenactives est exposé notamment dans Theureau (2015).
7. L'état de préparation n'est ici pas entendu forcément comme conscient et réflexif mais comment l'organisme de l'acteur maintient une préparation pour répondre à l'interaction en cours.

8. Les temps d'expérimentation sur simulateur sont variables d'une étude à l'autre, toutefois il est coutumier d'éviter l'écriture de scénarii de plus d'une heure car ceux-ci exposent à un risque accru de cinétose.

9. Séquence où le personnage principal attend son train à la gare, quand l'immeuble d'à côté se met spectaculairement à brûler. Le héros plonge dans ce bâtiment et ressort en sauvant un caniche à trois pattes.

10. Les tableaux inspirés notamment par Zwahlen définissent des critères de sécurité en croisant la durée moyenne d'un détournement de regard avec le nombre de détournements de regard. La NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) s'en inspire pour définir des limites à 2 secondes de détournement de regard et à 12 sec maximum sur le temps de détournement cumulé pour la réalisation d'une tâche donnée.

RÉSUMÉS

Avec l'arrivée du véhicule autonome, le conducteur sera amené à reprendre régulièrement la conduite d'un véhicule en déplacement et inséré dans un trafic. Ceci impliquera pour ce conducteur non seulement de reprendre le pilotage, mais aussi de se reconstruire une conscience de la situation adéquate (*Situation Awareness - SA*) pour évoluer en sécurité en étant capable d'anticiper les changements de trafic.

Lors d'une étude portant sur les temps de reprise en main, menée auprès de quinze utilisateurs, deux participants ont été confrontés à leurs traces d'activité lors d'épisodes de reprise en main de la conduite juste après avoir été fortement engagés dans une tâche de vie à bord. L'utilisation de la notion d'engagement développée dans le cadre du programme de recherche cours d'Action montre comment le réengagement dans la conduite se construit dynamiquement. Ces deux cas d'étude approfondie suggèrent qu'avec la pression temporelle, un conducteur novice risque d'être orienté en premier vers ce que l'environnement lui offre de plus immédiat, à savoir le pilotage du véhicule. La construction d'une conscience de la situation (*SA*) n'intervient que dans un second temps.

Ce moment de reprise en main et le changement radical d'orientation de l'activité qu'il implique offrent un terrain privilégié pour observer cet aspect dynamique de l'engagement. L'articulation des notions issues de la cognition située dresse un panorama des dynamiques de réengagement du couplage dans la conduite. Une typologie des processus de réengagement en est issue pour offrir des recommandations pour la conception.

With future autonomous vehicles, drivers will have to regularly take over the control of a vehicle moving in traffic. This will mean not only taking over the driving but also reconstructing a suitable awareness of the situation (*Situation Awareness - SA*) that enables him/her to anticipate traffic evolution.

Out of 15 participants in a study on the time needed to take over control, two were selected for an autoconfrontation interview. A detailed qualitative analysis of the driver's take over process was carried out, after they had been deeply engaged in a life-on-board task. The notion of engagement, from the Course of Action theory, shows how reengagement in driving is dynamically built. The case studies suggest that with time pressure, a novice driver is likely to be first oriented towards the immediacy of the environment, leading him to focus on the trajectory of the vehicle. Construction of situation awareness (*SA*) only takes place afterwards.

This short instant of radical change in activity offers an ideal opportunity to observe this dynamic aspect of engagement. The articulation of Situated Cognition notions draws a picture of the reengagement process. The resulting typology of reengagement processes offers design principles.

INDEX

Keywords : autonomous driving, engagement, course of action, situated cognition

Mots-clés : véhicule autonome, engagement, cours d'action, cognition située

AUTEURS

JEAN-BAPTISTE HAUÉ

Renault SAS, 1 avenue du Golf, 78084 Guyancourt - Jean-Baptiste.Haue@renault.com

SOPHIE LE BELLU

Renault SAS, 1 avenue du Golf, 78084 Guyancourt

Université de Bordeaux, Bordeaux INP - ENSC, IMS Cognitive UMR 5218 - Sophie.Le-Bellu@renault.com

CÉCILE BARBIER

Consultante, associée équipe CRAFT, Université de Genève - cecile.barbier@unige.ch

Quelles conceptions de la coopération humains-robots collaboratifs ?

Une expérience de participation au projet de conception d'un démonstrateur de robotique collaborative

Conceptions of human-robot collaborative cooperation. A case of participation in a collaborative robot design process

Flore Barcellini

NOTE DE L'ÉDITEUR

Article soumis le 21 février 2019, accepté le 30 janvier 2020

Les travaux présentés dans ce texte ont été en partie financés par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR). L'auteure tient particulièrement à remercier les collaborateurs de ses projets. Pour le projet ICARO, Corinne Grosse chargée de recherche au CNAM qui a effectué les analyses de terrain et la conduite des réunions de scénarisation-simulation, ainsi qu'Adolfo Suarez, Antoine Lasnier et Nahid Armande, ainsi que les collègues du LAAS et du Lirmm pour le projet ICARO. Pour le projet HECTOR Caroline Moricot, Anne-Cécile Lafeuillade, Willy Buchmann, Tahar-Hakim Benchekroun, Marco Saraceno, Celine Rosselin, Thierry Pillon, Gérard Dubey, Ali Siadat, Mouad Bounouar, et Richard Béarée pour le projet HECTOR. Pour le projet « Design Social pour la transformation numérique », Louis Galey, Alain Larose, Anne-Gaelle Lefevre, Emmanuel Palliet, Emmanuel Reich.

1. Introduction

- 1 Il existe aujourd'hui un questionnement important sur les transformations du travail et de l'emploi en lien avec les « technologies du numérique » ou « du futur » ; en témoigne le nombre de rapports d'agences publiques, d'organisations syndicales (ANACT, CGT,

INRS, CFTD, CEO, DARES, FIM...), de *think tank* (p.ex. La Fabrique de l'Industrie) ou encore de financements de recherches scientifiques (p.ex. Défi « Stimuler le renouveau industriel » de l'Agence Nationale pour la recherche) sur ces questions. Ces transformations sont supposées être accélérées aujourd'hui par la rencontre : d'une évolution des technologies (p.ex. développement de nouveaux algorithmes d'Intelligence Artificielle, développement des technologies robotiques...) et d'une volonté politique de « modernisation des outils de production », telles que le programme « Industrie du Futur » en France, ou des programmes analogues à l'étranger (Allemagne, Italie, Royaume-Uni, Chine, Corée) (Bidet-Mayer, 2016). Cette volonté politique s'appuie sur différentes formes d'action (instances de promotion, guides, diagnostics techniques ou économiques, financements régionaux...) qui enjoignent les dirigeants d'entreprise – notamment de PME – à transformer leurs équipements de production et leurs modes d'organisation du travail (Lafeuillade, Barcellini, & Buchmann, 2018 ; Lafeuillade, Barcellini, Buchmann, & Benckekroun, à paraître). Cependant, une analyse plus fine des éléments de langage et de la structure du programme « Industrie du Futur » montre que le travail et la conduite de ses transformations y sont en fait insuffisamment pensés (Barcellini, 2019 ; Lafeuillade *et al.*, 2018 ; Saraceno, à paraître). Même si ce programme est porteur d'éléments de langages sur « la place de l'humain » dans l'industrie du futur et sur les nécessaires évolutions des modes d'organisation et de conception au-delà du seul équipement technologique, ces éléments sont en fait très proches de ceux des grands plans des années 1980 (Saraceno, à paraître) – dont les limites ont d'ores et déjà été largement documentées (Daniellou, 1988 ; Du Roy, Hunault, & Tubiana, 1985 ; Lapeyrière, 1987 ; Laplace & Régnaud, 1986 ; Maire & Brument, 1987). Ainsi, la réalité de programme « Industrie du Futur » est en fait techno-centrée. Tout d'abord, il fait référence à une « *collection de technologies hétérogènes* » (cobotique et exosquelette, fabrication additive, big data et cloud, internet des objets et RFID, réalité augmentée et réalité virtuelle...) (Bidet-Mayer, 2016), souvent présentées comme des « remèdes » à des problèmes rencontrés par l'industrie, sans que soient réellement questionnées de manière systémique « leurs causes » et la pertinence de la seule réponse technologique ; le cas des robots collaboratifs en est une parfaite illustration nous y reviendrons. Par ailleurs, « l'hétérogénéité » de ces technologies peut faire craindre que leur complémentarité ne soit qu'insuffisamment pensée et que leur introduction tous azimuts ne génère des situations de travail porteuses de prescriptions contradictoires. Ce serait alors aux travailleurs concernés d'intégrer ces prescriptions contradictoires et d'y faire face « comme ils peuvent » pour atteindre les objectifs de production au risque de compromettre leur santé. Enfin, la rationalité technique domine les instances actuelles de promotion du programme (Alliance Industrie du Futur, Factory Lab...)¹ via notamment la représentation de grands corps intermédiaires (branches professionnelles et syndicats), des fournisseurs de solutions techniques ou des industriels-« usagers » finaux de ces technologies : les représentants des sciences humaines et du travail occupent en fait une place extrêmement réduite.

- 2 Dans ce cadre, il apparaît qu'il est de la responsabilité des sciences du travail – et en particulier l'ergonomie de l'activité – d'alimenter une réflexion sur les transformations du travail et leur conduite. L'objectif de cet article est de contribuer à cette réflexion en relatant une première expérience de participation à un projet de recherche industrielle, financé par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR)² et visant la conception d'un démonstrateur³ de robot dit collaboratif destiné à de grands groupes

industriels pionniers de l'industrie du futur. Ce projet appelé **ICARO**⁴ pour « Industrial Cooperative Assistant Robotics » a réuni entre 2011 et 2014 des services de R&D en robotique de deux industriels (Airbus et PSA) utilisateurs de technologies robotiques sur leurs lignes de production, des fournisseurs de technologies robotiques et des laboratoires de recherches : deux en robotiques (LAAS et LIRMM) et un en ergonomie de l'activité (Centre de Recherche sur le Travail et le Développement du CNAM). Cette expérience nous semble intéressante, car la robotique collaborative est une des technologies phares de l'industrie du futur, et elle est emblématique des transformations et des promesses technologiques en lien avec « l'industrie du futur » : les robots collaboratifs illustrent bien la perspective de la technologie pensée comme un « remède », par exemple pour prévenir l'apparition de Troubles-Musculo-Squelettiques (TMS) liés au travail, présenté comme un argument majeur de l'introduction de cette technologie. Par ailleurs, leur introduction pose des questions allant des modes de coopérations possibles entre humains et robots (répartitions des tâches, autonomie ou subordination des travailleurs aux robots ; existences de nouvelles tâches, possibilités de situations de travail plus soutenables ou au contraire « travail appauvri » (Zouinar, 2018) jusqu'aux transformations organisationnelles, de l'emploi, et même sociétales. Enfin, ce projet a la spécificité de concerner un projet de recherche industrielle relativement « amont » dans le sens où la technologie en cours de conception faisait à l'époque du projet encore l'objet de nombreux développements et « verrous technologiques ». Le positionnement et l'apport des chercheurs en ergonomie dans ce projet apparaît comme un « cas d'école » (Leplat, 2002) qui mérite à notre sens d'être décrit et capitalisé au regard des propositions actuelles de structuration des démarches de conception en l'ergonomie de l'activité et des enjeux de la conduite des transformations du travail en lien avec « l'Industrie du Futur ». Nous caractériserons dans cet article la démarche de conduite de projet mise en place – articulant une double conduite au sein du projet de recherche en lui-même et dans les usines visant à être équipée, en insistant en particulier sur la réification d'un modèle de la « coopération » travailleurs-cobots dans un démonstrateur de robot collaboratif.

2. Positionnement théorique

- 3 La contribution à la conception de technologies « du futur » décrite ici s'appuie sur un ancrage théorique dans les démarches de conduite de projets de conception proposés par l'ergonomie de l'activité, ainsi que sur les modèles de coopération entre humains et technologies (Hoc, 2001), notamment le modèle des systèmes coopératifs (Folcher & Rabardel, 2004). L'articulation de ces deux ancrages théoriques nous semble essentielle pour favoriser la conception de situation d'activité future (Folcher, 2015) impliquant un robot dit collaboratif et permettant un travail en santé et en performance. En effet, la mobilisation et la production de modèles de coopération sont une condition nécessaire pour la conception de systèmes coopératifs ; elle n'est néanmoins pas suffisante et doit s'inscrire dans une conduite de la transformation plus large permettant d'instruire les questions techniques, organisationnelles et sociales posées par l'introduction d'un tel robot (Barcellini, van Belleghem, & Daniellou, 2013 et supra ; Daniellou, 1992).

2.1. Une inscription dans les démarches de conduite de projet de conception de l'ergonomie de l'activité

- 4 L'ergonomie de l'activité a développé de longue date des démarches d'action dans les projets de conception : de systèmes industriels complexes (Daniellou, 1992) ; de conception architecturale (Martin, 2004) ; d'organisation (Petit, 2005) ; ou de nouveaux produits ou services impliquant le développement de nouveaux usages (Brangier & Robert, 2014 ; Couillaud, 2018 ; Le Bail, 2018 ; Nelson, 2011 ; Valléry, Le Port, & Zouinar, 2010). Ces démarches visent à dépasser des écueils classiques des projets de conception pour in fine aboutir à la conception de situations d'activités futures (Folcher, 2015) permettant aux travailleurs d'être performants et de travailler en santé. Parmi ces écueils, citons par exemple, la prégnance des logiques techniques ou économiques sous-tendant les décisions de transformations du travail, un déficit de management de projets notamment par les décideurs ou la maîtrise d'ouvrage et un déficit d'organisation des négociations nécessaires à l'avancée du projet. Les questions d'organisation du travail, d'emploi, de qualité du travail, de formation, de conditions de travail, de santé sont traitées comme des conséquences de choix techniques ou économiques et ne sont pas intégrées en amont des processus décisionnels. Enfin, un dernier écueil notable est l'absence de prise en compte du travail et des conséquences des choix de conception sur les possibilités d'agir des travailleurs, leurs régulations individuelles et collectives ; mais également sur l'organisation du travail dans les processus de décisions liés aux transformations du travail.
- 5 Les démarches de conception portées par l'ergonomie de l'activité visent à pallier ces écueils en mobilisant des connaissances produites sur les processus et les activités de conception (Barcellini, 2015 ; Folcher, 2015) pour des synthèses de ces travaux). Ces travaux permettent de voir la conduite de transformation du travail comme une activité collaborative de conception et de prise de décision. Les démarches proposées pour accompagner ces transformations s'appuient alors sur plusieurs principes fondateurs :
 1. L'ancrage des démarches dans une analyse stratégique et sociale de la situation-projet dans laquelle les ergonomes sont impliqués (Barcellini, 2015 ; Daniellou, 1992 ; Folcher, 2015) ;
 2. Une action sur la structuration de cette situation-projet :
 - en se positionnant auprès des différentes parties-prenantes (p.ex. assistance à maîtrise d'ouvrage ou assistance maîtrise d'œuvre) ;
 - en cherchant à impliquer des acteurs du projet décideurs, management, production, maintenance, concepteurs, travailleurs concernés, Instances Représentatives du Personnel...) porteurs d'une diversité de logiques (économiques, organisationnelles, RH, santé, sécurité, qualité, production, activités de travail...) ;
 - en mettant en place des espaces de conception réellement collaboratifs et ouverts à permettant de réaliser des arbitrages et de négociation entre ces différentes logiques (Barcellini, 2015 ; Folcher, 2015).
 3. Une visée de conception de situations de travail ou de « situations pour des activités futures » (Folcher, 2015 ; p. 40) – et non uniquement d'artefacts ; et ceci au travers des diverses méthodes :
 - d'analyse ou de diagnostic (co-construit ou proposé par l'ergonome) de l'activité ou des usages existants visant à produire des connaissances pour la co-conception ;
 - de co-conception de situations d'activité permettant d'examiner différents scénarios de prescription de l'activité future (p.ex. scénarisation d'alternatives de situations) et de se

projeter dans des situations d'activités futures potentielles (Barcellini, van Belleghem, & Daniellou, 2013 ; Béguin, 2003 ; Maline, 1994).

- 6 Par ailleurs, plusieurs auteurs soulignent la dimension potentiellement constructive de ces situations-projets transformées par l'ergonome, à la fois pour les concepteurs et les « usagers », et militent pour le renforcement de cette dimension (Barcellini *et al.*, 2013 ; Béguin, 2003 ; Folcher, 2015). Dans ce sens, Folcher (2015) propose de développer le pouvoir d'agir des parties-prenantes de la conception – qu'elle distingue de par leur rôle vis-à-vis de la conception : concepteurs *pour* l'usage (i.e. concepteurs ou décideurs statutaires) et concepteurs *dans* l'usage (classiquement opérateurs ou utilisateurs qui mettent souvent en œuvre de fait une activité de conception, soit au sein des projets si on leur en donne l'opportunité, soit en aval une fois l'artefact « mise en usage »). Ce développement du pouvoir d'agir des concepteurs pour et dans l'usage permet ainsi de créer ce que l'auteure propose d'appeler une capacité en *maitrise d'usage*. Cette « nouvelle » maitrise ainsi nommée pourrait alors avoir un statut dans les projets au même titre que les maitrises classiques (maitrise d'ouvrages et d'œuvre).
- 7 Nous relaterons dans la section empirique de cet article la façon dont a été structurée la démarche mise en œuvre par les chercheurs en ergonomie en caractérisant les principes fondateurs identifiés ci-dessus : (1) analyse stratégique et sociale de la situation-projet et le positionnement qui en découle ; (2) action sur la structuration du projet et mise en place d'espaces collaboratifs ; (3) méthodes et résultats relatifs à la co-conception de la situation d'activité future au travers actuelle et future (analyse de l'existant et prospection/projection de la situation d'activité future). En suivant les propositions de Leplat (2002), l'inscription dans ce cadre théorique associée à la caractérisation des éléments de contexte de ce « cas d'école » permettra de dépasser la singularité de ce cas pour contribuer à la production de connaissances sur le positionnement de l'ergonomie de l'activité dans des projets de recherche visant la conception de technologies « émergentes » ou « du futur ».

2.2. Apport de l'approche des systèmes coopératifs pour penser un modèle fort de coopération travailleurs-cobot

- 8 Un second point de positionnement concerne les modèles permettant de penser la coopération potentielle entre travailleurs et technologie, leurs liens avec la performance et la construction de la santé de ces travailleurs. Ce point se révèle essentiel notamment au regard des promesses de « collaboration » des robots dits collaboratifs.

Qu'est-ce que la robotique dite collaborative ?

- 9 Les robots dits collaboratifs ou cobots pour « collaborative ou coopérative robots » ont été initialement pensés « pour être en interaction directe avec un travailleur humain [...]. Ils se démarquent des robots industriels autonomes qui doivent être tenus séparés des personnes pour des raisons de sécurité »⁵ (Peshkin & Colgate, 1999). D'un point de vue technique, il s'agit de robots dotés de capteurs permettant de détecter la présence d'humains dans un environnement physique partagé⁶. Ceci étant dit, il n'existe pas réellement de consensus autour de la définition de « robots dits collaboratifs » ou de cobotique (voir Moulières-Seban 2017 pour une revue exhaustive sur ce point). Les termes de robots

collaboratifs ou de cobots ont notamment été utilisés par des fabricants de robots pour qualifier les robots « *ayant les dispositifs de sécurité [...] suffisants pour pouvoir fonctionner dans le même espace de travail que l'Homme* » (Moulières-Seban, 2017, p. 21)⁷. Une seconde acception va plus loin dans la caractérisation de la dimension coopérative des cobots : un cobot ne partagerait pas uniquement un même espace de travail avec le travailleur, mais il devrait être engagé *conjointement* dans une tâche avec celui-ci, être son assistant tout en restant dépendant de son intention ou de ses gestes. Le couple travailleur-cobot permettrait ainsi d'agir dans des situations où « l'intelligence », l'expertise et les capacités de régulations de l'humain sont nécessaires, mais que le travailleur est confronté à des tâches pénibles, difficiles, dangereuses ou répétitives (Kleinpeter, 2015) ou que son action nécessite d'être amplifiée ou fiabilisée (Moulières-Seban, 2017).

- 10 Cette seconde acception porte potentiellement une vision plus forte de la coopération que celle s'appuyant uniquement sur le partage d'un espace commun, qui relèverait plus a de co-présence (Barthe & Quéinnec, 1999) ou de colocalisation (Moulières-Seban, 2017)⁸. Pour aller plus loin dans la caractérisation de ce que pourrait être un robot effectivement coopératif, voire collaboratif, notre parti-pris a été de nous appuyer sur des modèles de la coopération entre humains (Barthe & Quéinnec, 1999 ; Dillenbourg, Baker, Blaye, & O'Malley, 1995 ; Schmidt, 1994) et sur une approche de la coopération humains-machines (Hoc, 2001) et des systèmes coopératifs (Folcher & Rabardel, 2004).

L'approche « système coopératif »

- 11 Les travaux portant sur la coopération entre humains permettent de préciser les concepts de collaboration et de coopération. Certains modèles proposent de voir la collaboration comme impliquant : (1) des interactions, notamment langagières et argumentatives, pour construire une compréhension commune d'un objectif ou d'une situation, et (2) une co-élaboration des connaissances via des processus de négociation de sens, de re-conceptualisation, de recherche de consensus et de gestion des désaccords (Andriessen, Baker, & Suthers, 2003 ; Baker, 2004 ; Baker, 2015 ; Muller Mirza & Perret-Clermont, 2009), ce que Schmidt nomme également la coopération débative (Schmidt, 1994). Compte tenu de cette définition, la collaboration entre humains et robots impliquerait des processus argumentatifs et/ou de négociation qui semblent inenvisageables en l'état actuel des technologies robotiques. En effet, celles-ci restent en partie déterministes, et non encore dotés de systèmes « d'Intelligence Artificielle » suffisamment performants pour soutenir des processus de co-élaboration d'une « compréhension commune » humains-robot d'une situation.
- 12 Nous retenons donc le concept de coopération comme le plus opérant, notamment les propositions de Hoc (2001) concernant l'analyse de coopération humains-machines à des fins de conception. Les modèles de la coopération entre humains (Schmidt, 1994, p. 349 notre traduction) soulignent qu'il y a « *coopération quand les travailleurs sont mutuellement dépendant dans leur travail ce qui leur impose de coopérer pour que le travail soit fait* »⁹. Les travailleurs ne sont pas mutuellement dépendants parce qu'ils partagent les mêmes ressources – par exemple l'espace de travail –, mais bien parce qu'ils transforment et contrôlent des objets et des processus interdépendants, en interaction (Schmidt, 1994). Ceci implique alors que les travailleurs s'engagent dans une nouvelle tâche qui consiste à coordonner – ou articuler (Schmidt, 1994) – leurs actions (Hoc, 2001). Dans l'approche de la coopération humains-machines proposée par Hoc (2001), on retrouve l'idée d'articulation entre tâches et de gestion d'interférence, les effets de

l'action d'un agent – humain ou machine – ont une influence et sont reliés aux objectifs de l'autre. Ainsi, « *deux agents sont engagés dans une situation coopérative s'ils respectent au minimum deux conditions* » :

- Chacun d'eux travaille dans l'atteinte de leurs objectifs et peut interférer avec l'autre en termes d'objectifs poursuivis, de ressources, de procédures... ;
 - Chacun d'eux cherche à gérer les interférences pour faciliter les activités individuelles et/ou la tâche commune quand elle existe¹⁰. » (Hoc, 2001, p. 515, notre traduction).
- 13 Par ailleurs, « il n'y a pas coopération quand ces agents agissent ensemble, mais de manière totalement autonome (selon Clark (1996) sans buts visibles par tous ou sans coordination en temps réel » (Hoc 2001, p. 513, notre traduction)¹¹.
- 14 Sur la base de cette définition, une situation de travail réellement coopérative pour un couple travailleur-robot impliquerait une répartition et une gestion de tâches en interférence – potentiellement dynamique – entre robot et travailleur. L'humain et la machine sont ainsi considérés comme parties prenantes d'un système : ils sont engagés conjointement dans la réalisation d'une tâche dans un environnement donné (Folcher & Rabardel, 2004) et doivent pouvoir interagir et ajuster leur action de manière dynamique et de manière non déterministe. Par ailleurs, dans un système effectivement coopératif, la machine n'est pas une « prothèse » palliant les insuffisances des travailleurs, l'humain se contentant de fournir des données au système qui garde le contrôle (Rabardel, 1995), mais bien un « instrument » permettant de soutenir les travailleurs dans la résolution des problèmes qu'ils rencontrent, de produire ses propres décisions (Rabardel, 1995). Dans cette perspective, l'humain n'est pas vu comme disposant de limites et de déficiences que le système viserait à pallier, mais comme un expert compétent. Une machine coopérative pourrait alors s'appuyer sur ces compétences et devenir un instrument réel de l'activité des travailleurs (Rabardel, 1995), permettant d'étendre son pouvoir d'agir (Zouinar, 2018) et de lui offrir des possibilités de préservation de sa santé et de transformation de son activité.
- 15 Hoc (2001) et Folcher et Rabardel (2004) soulignent que l'approche « système » de la coopération humains-machines est un des leviers pour pouvoir agir sur la conception de technologies coopératives, car elle permet d'instruire la question du couplage entre humains et machines dans la réalisation de la tâche. Ceci implique néanmoins que la scénarisation de la répartition des tâches entre humains et machines s'appuie sur « un modèle écologique » de l'activité (p.ex. Amalberti, 2001, et supra). Ces auteurs soulignent néanmoins que les difficultés de conception des systèmes réellement coopératifs sont largement sous-estimées et que la promesse de coopération réelle plus que de subordination n'est pas toujours atteinte, du fait par exemple de la perte d'expertise des travailleurs ; d'une déférence des travailleurs vis-à-vis des propositions de la machine ; de la perte de contrôle du travailleur sur la situation ; et enfin de l'entrave dans les possibilités d'adaptation et de régulation des travailleurs (Amalberti, 2001 ; Hoc, 2001 ; Kiesler & Hinds, 2004 ; Rabardel, 1995 ; Woods, Tittel, Feil, & Roesler, 2009).
- 16 Aujourd'hui, il nous est annoncé que les évolutions des algorithmes d'Intelligence Artificielle permettraient de dépasser ces difficultés, mais nous pouvons faire l'hypothèse qu'elles restent d'actualité, en témoigne d'ailleurs les éléments « palliatifs » encore présents dans la définition des cobots, vue en fait comme des « prothèses » (cf. supra). La conduite de recherches-actions visant à agir sur ces processus de

conception reste donc un enjeu, quelles que soient les supposées avancées technologiques actuelles.

- 17 Dans le cas du projet ICARO, nous avons cherché à agir dans le projet en promouvant la conception d'une situation de travail réellement coopérative impliquant donc une répartition de tâches interdépendantes pour le travailleur et le cobot et inscrite dans une conduite de projet plus large telle que celle proposée par l'ergonomie de l'activité.

3. Contributions empiriques

- 18 L'articulation des modèles de démarches de conduite de projet en ergonomie de l'activité et des propositions du cadre des systèmes coopératifs nous a permis de construire un positionnement et de proposer une démarche d'action dans le projet de recherche industrielle ICARO, que nous décrivons dans cette section empirique.

3.1. Un positionnement « à la frontière » impliquant une double conduite de projet

Analyse stratégique et sociale et structuration de la situation-projet

- 19 La demande initiale soumise à l'équipe d'ergonomie était de porter « les aspects humains » en lien avec la conception du démonstrateur, en particulier les questions d'acceptabilités technique et sociale (voir Bobillier-Chaumon, 2013 pour une synthèse et une critique de ces notions). De façon « classique », cette demande a été travaillée – enjeux et acteurs stratégiques – pour construire un positionnement et des propositions en lien à la fois avec la conception du démonstrateur et la production de connaissances scientifiques¹² des laboratoires membres du consortium. Nous ne soulignerons ici quelques enjeux, qui se traduisent notamment comme des exigences de conception portées par les industriels « concepteurs-usagers » ou « concepteurs-chercheurs » :

- *Des enjeux de santé* : le démonstrateur doit équiper une situation de travail pour laquelle les opérateurs sont amenés à réaliser des tâches pénibles, répétitives ; ou une situation considérée comme « lourde » par les grilles de cotations internes des industriels ; ou encore pour laquelle des TMS ont d'ores et déjà été développés.
- *Des enjeux de performance industrielle* : le système envisagé ne devra pas générer de pertes de rentabilité, de problème de qualité ou de rebuts, il devra être « générique » – ou a minima de disposer de « briques » génériques – afin d'être déployable sur d'autres postes¹³. Il est destiné à des postes non automatisables totalement du fait du coût ou de l'impossibilité pour un système technique seul de faire face à la complexité et à la diversité de la tâche.
- *Des enjeux technologiques et de sécurité*. Le cobot doit être en capacité de reconnaître et d'anticiper les mouvements du/des travailleurs. Il doit pouvoir identifier, voir anticiper, à tout instant la position de l'humain et l'évolution de l'environnement, ses mouvements pour : (1) effectuer des mouvements sans danger pour lui, en replanifiant ses trajectoires de déplacement, par exemple pour qu'elles soient « non dangereuses » et « acceptables », et (2) lui proposer un « service » (par exemple : si un travailleur perce une coque d'avion, lui amener des rivets, suivre le travailleur s'il se déplace, lui tendre un outil ou un objet là où le travailleur place sa main).

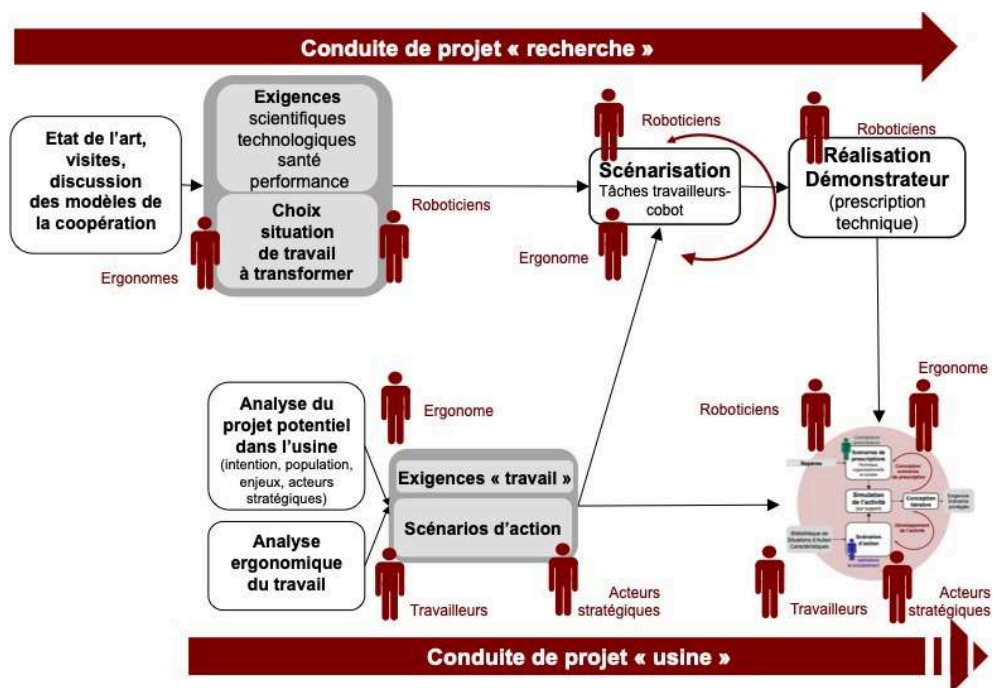
- 20 Compte tenu de ces premiers éléments, l'équipe d'ergonomie s'est positionnée à la frontière : (1) entre les concepteurs-chercheurs en charge de développer les

démonstrateurs (les laboratoires de recherche et les fournisseurs de solutions) – et aux « concepteurs-utilisateurs » de ces démonstrateurs – les services R&D en robotique des industriels et (2) entre le consortium de recherche et le « terrain », i.e. l'usine où se situe le poste de travail à équiper.

- 21 Ce positionnement se traduit ainsi par une double conduite de projet (Figure 1).

Figure 1 : Articulation des conduites de projet « recherche » et « usine » dans le cadre du projet ANR ICARO (adapté de Barcellini, van Belleghem, & Daniellou, 2013).

Figure 1: Articulation of the management of "research" and "factory" projects as part of the ANR ICARO project (adapted from Barcellini, van Belleghem, & Daniellou, 2013)



- 22 D'une part, nous avons mis en œuvre une action sur la structuration du projet de recherche appelé « conduite de projet recherche » sur la figure 1, qui peut être décrite en 4 grandes séquences.

1. Une phase de construction d'un référentiel commun et d'expression des enjeux industriels (performance, santé), technologiques et scientifiques. Cette phase a consisté notamment à mettre en discussion les notions de coopération et de collaboration et l'approche système coopératif (cf. supra), ainsi qu'à visiter des usines à équiper potentiellement de technologies cobotique. Cette première phase a permis d'aboutir à des critères de choix et à une décision « négociée » entre les membres du consortium du projet de recherche concernant une situation de travail potentiellement cobotisable.
2. Des séances de scénarisation de la répartition des tâches entre travailleurs et cobot, alimentée par l'analyse ergonomique du travail mené dans la « conduite de projet usine » (cf. 2.2), afin d'aboutir à un scénario de répartition des tâches co-construit par ergonomes et roboticiens et de définir la distribution de la tâche de conception parmi les partenaires du projet.
3. Une phase de réalisation à proprement parler du démonstrateur par les différents laboratoires et partenaires techniques. La première version du scénario de répartition des tâches concrétisée dans le démonstrateur, devenant un scénario de prescription technique au sens de Barcellini *et al.* (2013).

- 23 D'autre part, nous avons mis en œuvre une conduite de projet participative dans l'usine qui accueillait la situation de travail potentiellement cobotisable (« conduite de projet usine » sur la Figure 1. Ceci n'allait pas de soi, car le projet de recherche dans lequel nous étions impliqués étant un projet « amont » il n'y avait aucune garantie que le démonstrateur soit ensuite effectivement mis en œuvre dans l'usine. En s'appuyant sur les propositions de l'ergonomie de l'activité (Barcellini *et al.*, 2013 ; Daniellou, 1992), les ergonomes ont donc réalisé une analyse du projet – potentiel dans ce cas, car il était issu d'une demande des partenaires du projet en lien avec l'industriel concerné – et une analyse ergonomique du travail autour de la situation identifiée qui a permis d'alimenter le projet de recherche et la conception du démonstrateur à travers un diagnostic qui a nourri la scénarisation de la répartition des tâches « travailleur-cobot ».
- 24 Il était initialement prévu que le projet se poursuive de manière itérative jusqu'à la mise en œuvre de simulation de l'activité future s'appuyant sur le démonstrateur de cobot et impliquant les acteurs du projet (roboticiens et ergonomes) de recherche et de l'usine (travailleurs et autres acteurs stratégiques). Ceci aurait permis d'inscrire réellement ce travail en maîtrise d'usage en incluant les opérateurs aux plus proches de l'usage (p.ex. production et maintenance). Cependant la temporalité du projet et la maturité du démonstrateur n'ont pas permis de mettre en œuvre ce travail.

3.2. Production de connaissance sur la situation de travail « à cobotiser » : le cas du montage d'un joint RZEPPA

Choix de la situation de travail à cobotiser et méthodologies d'analyse de l'activité existante

- 25 Compte tenu des enjeux et des éléments théoriques relatifs aux situations réellement coopératives, la situation choisie concerne une tâche d'assemblage-montage d'un joint RZEPPA¹⁴ pour amortisseur dans le secteur automobile. Cette situation de travail a été choisie, car elle est porteuse des enjeux scientifiques, de santé et de performance industrielle essentielle au projet (cf. supra) :
- L'automatisation totale du poste est trop couteuse du fait notamment de la diversité des pièces à gérer et des opérations de contrôle qualité et un scénario « coopératif » de répartition des tâches est donc envisageable ;
 - La situation de travail est considérée comme une situation « moyennement pénible » selon les grilles de cotations de l'entreprise : plusieurs tonnes manipulées par jour, près de 20 000 sollicitations des membres supérieurs, poste cadencé avec un temps de cycle d'environ 30 sec/assemblage, travail posté en 3*8, dans un environnement de travail « bruyant » (proche de 80 dB(A) de dose journalière de bruit) et potentiellement dans une ambiance thermique chaude.
 - Le poste est un poste considéré comme « adapté » et permettrait de maintenir en emploi des travailleurs inaptes à d'autres postes (4/17 soit 24 % des travailleurs).
 - La population au travail y est « vieillissante » (âge moyen femmes (6) = 56 ans ; âge moyen hommes (11) = 48 ans), avec plus de 3 ans d'ancienneté au poste.
 - L'entreprise souhaite augmenter la cadence de production à deux ans de près de 30 %, avec une rentabilité du projet à 30 mois.

26 Quatre méthodes ont été mises en œuvre pour produire l'analyse ergonomique du travail (Grosse & Barcellini, 2012)¹⁵:

- Un recueil de données sociales et de santé ;
- Des entretiens exploratoires pour appréhender la situation de travail : soit 14 h 40 d'entretiens, auprès de 13 personnes de l'usine (4 opérateurs, leur manager de proximité et leur management intermédiaire, l'ancien ergonome de l'usine, le médecin du travail et l'ingénieur HSE, le responsable de production, le responsable relations sociales, et deux roboticiens de l'usine).
- Des observations du travail couplées à des entretiens semi-directifs pour comprendre l'activité de montage et identifier la diversité et la variabilité des situations auxquelles devaient faire face les travailleurs (22 h 30 d'observations de 14 monteurs de joints des équipes en 2x8 de jour). Les données observées ont été analysées pour construire des logigrammes de tâche permettant de décrire la diversité des situations rencontrées par les opérateurs (Figure 3). Des entretiens complémentaires ont été menés auprès de 4 opérateurs (2 h 20) pour identifier les stratégies (par exemple, contrôles visuels permettant de vérifier la qualité de la fusée) et les intentions des opérateurs difficilement observables.
- Une réunion de restitution des travaux auprès de 6 opérateurs.

Mise en évidence des stratégies mises en œuvre par les travailleurs face à la diversité des situations

27 La tâche d'assemblage-montage du joint RZEPPA implique l'approvisionnement du poste, l'assemblage de quatre pièces métalliques et le contrôle qualité du joint (Figure 2 et Tableau 1) : l'opérateur doit d'abord assembler deux pièces ensemble, la cage et la noix, pour pouvoir les placer dans la fusée et ensuite assembler les billes (en force) entre la fusée et l'ensemble cage/noix, et vérifier la conformité de la pièce (qualité de rotation du roulement à billes notamment). Il y a une dizaine de modèles de joints potentiels entraînant une diversité de situations de montage.

Figure 2 : Description d'un joint RZEPPA (source Lasnier *et al.*, 2012).
Figure 2: Description of a RZEPPA seal

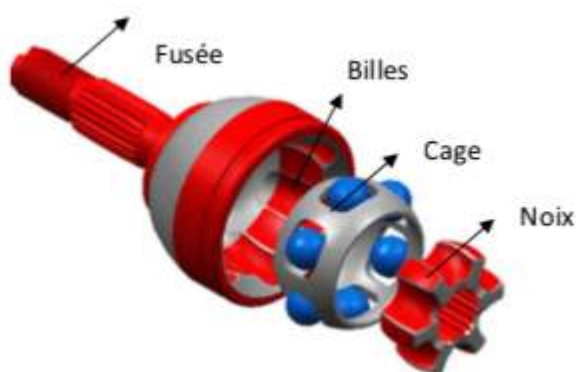


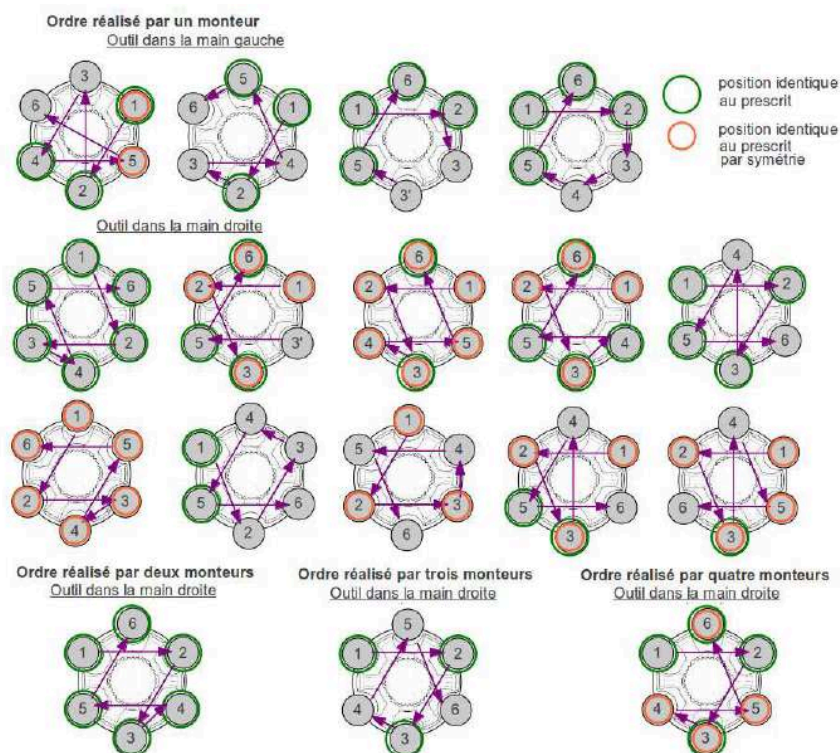
Tableau 1 : Tâche prescrite des opérateurs de montage du joint RZEPPA.
 Table 1: Operators' prescribed task of assembling RZEPPA seal

S'assurer de la présence de 6 billes minimum et d'au moins une cage et une noix dans le carton
Réapprovisionner des pièces (stocks des cages, noix et billes)
Prendre de la fusée et la retourner
Contrôler visuellement la qualité de la fusée (détection de traces)
Réaliser le montage de l'ensemble cage/noix
Introduire le sous-ensemble cage-noix-bille dans la fusée
Basculer le sous-ensemble cage-noix et insérer la première bille
Insérer en force la 2e bille à 120° par rapport à la 1 ^{re}
Mettre en place les 4 autres billes
Contrôler la rotation du joint sur 360° pour détection de points durs
Mettre le sous-ensemble cage/noix à l'horizontale et débrider le joint
Évacuer le joint sur la goulotte de sortie, bol orienté vers le bas
Remplir le contenant de pièces finies

- 28 L'analyse ergonomique du travail a permis de mettre en évidence l'écart notable de l'ensemble des actions mises en œuvre par les travailleurs par rapport à la tâche théorique (Figure 3 en annexe). On montre ainsi tout ce que les opérateurs font « en plus » de cette tâche prescrite pour monter des roulements à billes de qualité, en tenant les objectifs de performance et en tentant de préserver leur santé : la diversité des stratégies de montage possibles pour faire face à la variabilité des pièces et tenter de réduire autant que faire se peut les contraintes articulaires, les stratégies de détection des défauts et les contrôles qualité.
- 29 Nous illustrons ici ces apports à travers la description des tâches de contrôle qualité et de l'assemblage des billes, qui feront l'objet de la coopération travailleur-cobot.
- 30 *Concernant le contrôle qualité de la fusée*, les opérateurs réalisent différents contrôles visuels de manière distribuée dans le temps et dans l'espace :
- Le contrôle visuel externe de la fusée lorsqu'elle est encore sur son convoyeur. Les opérateurs vérifient pendant le montage d'un joint que les fusées suivantes présentes sur le convoyeur correspondent bien à celles attendues au niveau de la forme (présence d'un trou, dimension du filetage, présence du filetage...) ou qu'elles ne présentent pas de défauts d'usinage (p.ex. présence de traces de rouilles).
 - Le contrôle visuel interne de la fusée lors du montage de la cage et de la noix pour détecter des traces de défauts (p.ex. de brûlure) qui empêchent le fonctionnement du joint par la suite (environ 450 fusées par jour faisant souvent partie d'un lot de fusées défectueuses). Le contrôle visuel de la fusée est réalisé en général en même temps que l'assemblage de l'ensemble cage/noix. Or, selon la procédure prescrite, il doit se faire entre la prise de la fusée et sa mise en place dans la table. En cas de détection d'un défaut, la fusée est « débridée » et déposée sur la table accueillant les pièces défectueuses.
- 31 *Concernant l'assemblage des billes*, pour pouvoir insérer une bille, l'ensemble cage/noix doit être positionné selon un angle précis qui permet d'insérer les billes sans forcer. Cet angle est différent pour chacune des billes. L'insertion de la première bille est particulière par rapport aux autres. Deux stratégies sont mises en œuvre : la première bille est insérée après un premier basculement de l'ensemble cage/noix ou avant de finir le basculement de l'ensemble cage-noix dans la fusée. L'ensemble cage/noix est

ensuite remis à l'horizontale, tourné et levé en face de chacun des emplacements à l'aide d'un outil. Les billes sont positionnées de la main droite ou la main gauche et on observe 18 stratégies d'insertion des billes différentes (Figure 4). Entre chaque insertion, l'ensemble cage/noix doit être tourné avant de mettre les billes suivantes. Cette action nécessite de taper sur l'ensemble cage-noix après chaque insertion. La procédure recommande l'utilisation d'un outil pour cette action. Toutefois, les opérateurs utilisent pour appuyer sur l'ensemble cage/noix : l'outil dans 45 % des observations réalisées, les pouces ou la main dans 55 % des observations réalisées.

Figure 4 : Diversités des stratégies d'insertion des billes du joint RZEPPA.
Figure 4: Diversities in strategies for inserting RZEPPA seal balls



32 Lors de l'assemblage des billes, plusieurs situations peuvent se présenter :

- Les billes passent à travers les ouvertures de la cage et l'ensemble cage/noix tourne trop facilement dans la fusée malgré la présence des billes : la cage est défectueuse. Le joint doit alors être démonté en utilisant un outil *ad hoc* pour tourner l'ensemble cage/noix, accéder à chacune des billes insérées et les enlever une à une à l'aide d'un tournevis.
- Lors de l'assemblage, certaines billes ne s'insèrent pas dans l'emplacement, mais roulent sur la cage ou la fusée. L'opérateur est dans ce cas obligé de revenir en arrière pour insérer à nouveau cette bille.
- Une fois les six billes mises en place, si l'opérateur suspecte un point dur qui empêche l'ensemble cage/noix de tourner sans forcer dans la fusée, il peut réaliser une vérification en tournant l'ensemble cage/noix dans la fusée à l'aide d'un autre outil. Si le point dur est confirmé, l'opérateur démonte l'ensemble cage/noix en enlevant les billes une à une à l'aide d'un tournevis et de monte-billes pour accéder à tous les emplacements. Ces démontages représentent en moyenne là aussi près de 200 montages/jour des joints montés.

33 Ces analyses réalisées pour l'ensemble des sous-tâches constituant le montage du joint RZEPPA ont permis d'enrichir la représentation que les concepteurs avaient de la tâche

des travailleurs et les exigences de conception par des connaissances issues du travail. Ces exigences concernent :

- La configuration spatiale ou d'environnement du poste, les questions de santé ou de sécurité ou encore de maintien de la qualité et de la performance de production (Grosse & Barcellini, 2012). Par exemple, le système envisagé devra permettre aux opérateurs : de voir les fusées sur la zone de stockage intermédiaire pour réaliser les contrôles visuels externes ; de voir l'intérieur des fusées pour réaliser les contrôles visuels internes ; d'interrompre un montage si un défaut est détecté visuellement.
 - Ou le geste des opérateurs liés à la finesse de l'action et aux prises de décisions des opérateurs qui devront être soutenus par le cobot. Par exemple, le système devra permettre à l'opérateur : d'insérer les billes selon l'ordre déterminé par l'opérateur afin de préserver la diversité des gestes potentiels dont on sait qu'ils sont facteurs de santé ; de réaliser le démontage d'un joint à n'importe quelle étape du montage et enfin de permettre le passage en montage manuel le cas échéant.
- 34 Ces différentes possibilités d'actions de l'opérateur sont déterminantes pour la performance de production, seront clairement dépendantes des actions réalisées par le cobot et des possibilités laissées à l'opérateur de prendre des informations sur l'état de la fusée et de décider de son statut (défaut ou non). Dans ce sens, les analyses réalisées ont également permis de déterminer de premiers scénarios d'action que devrait soutenir le système travailleur-cobot et qui vont permettre de mettre à l'épreuve les scénarios de répartition des tâches proposés. Ces scénarios d'action portaient par exemple sur un montage dit « standard », un montage avec détection d'une fusée avec défaut en amont de l'assemblage quand le cobot présente la fusée à l'opérateur, ou une situation de démontage lors de l'assemblage des billes qui nécessitera une adaptation – replanification – des actions du cobot.
- 35 Ces éléments, une fois « réinjectés » dans le projet de conception du démonstrateur, ont permis de définir de manière itérative des scénarios de répartition des tâches « travailleurs-cobots », que nous décrivons dans la partie suivante.

3.2. Co-conception collaborative : processus de scénarisation - simulation

Premier scénario de prescription relatif à la répartition des tâches travailleur-robot

- 36 Sur la base des premières visites, du visionnage d'un film au poste de travail et de la compréhension de la tâche prescrite des opérateurs, un premier scénario de répartition des tâches travailleurs-robot « prescrit » est envisagé par les concepteurs (chercheurs et industriels) (Tableau 2). On y voit que ce sont les tâches de premier contrôle qualité et la tâche d'assemblage des billes qui seraient l'objet principal de la coopération travailleur-cobot : les tâches de contrôle qualité et d'assemblage des billes réalisées par l'opérateur y seraient dépendantes de la présentation de la fusée et de l'ensemble cage/noix par le cobot.

Tableau 2 : Scénario prescrit de répartition des tâches travailleur-cobot « prescrit » (adapté de Lasnier *et al.*, 2012). Les cases grisées correspondent à des tâches omises dans ce premier scénario. Elles ont été rajoutées par souci de clarté.

Table 2: Prescribed scenario for division of worker-cobot tasks (adapted from Lasnier *et al.*, 2012). Greyed out boxes relate to tasks omitted from this initial scenario. They were added for reasons of clarity.

Tâches du robot	Tâche de l'humain	Tâche en coopération
	S'assurer de la présence de 6 billes minimum et d'au moins une cage et une noix dans le carton	
	Réapprovisionner des pièces (stocks des cages, noix et billes)	
Prendre la fusée et la retourner		
	Contrôler visuellement la qualité de la fusée (détection de traces)	
	Prendre la cage et la noix	
	Réaliser le montage de l'ensemble cage/noix	
	Introduire le sous-ensemble cage-noix-bille dans la fusée	
		Mettre en place les 2 premières billes et enfoncer l'ensemble
		Mettre en place les 4 autres billes (rotation cage par le robot et insertion des billes par l'humain)
	Contrôler la rotation du joint sur 360° pour détection de points durs	
Mettre le sous-ensemble cage/noix à l'horizontale et débrider le joint		

- 37 Ce scénario a été « mis à l'épreuve » durant deux réunions de scénarisation et/ou simulation.

Définition d'un scénario acceptable de répartition des tâches travailleur-cobot : vers l'expansion des tâches du système travailleur-cobot

- 38 La première séance a un double objectif : affiner la répartition des tâches travailleurs-cobot, sur la base d'un premier scénario proposé par les roboticiens (Tableau 2), et répartir les tâches de conception du démonstrateur entre les partenaires du projet. Les partenaires du projet ont été invités à répartir les tâches entre le travailleur et le cobot pour permettre un montage standard d'une fusée RZEPPA selon le logigramme produit à la suite de l'analyse ergonomique du travail (Figure 3 en annexe). Pour ce faire, chacune des tâches du logigramme imprimée et collée sur du carton plume a été mise à disposition des partenaires. Les partenaires avaient de plus à disposition une autre feuille vierge sur laquelle ils devaient positionner les tâches en les répartissant selon deux colonnes : une colonne pour les tâches qui seront réalisées par le robot et une colonne pour les tâches qui seront réalisées par le travailleur dans la future situation de travail (Figure 3). L'ergonome a pour rôle de conduire la séance, de donner à voir l'activité de travail actuelle et de souligner l'impact potentiel des différents choix d'ordonnements sur l'activité « probable future » en fonction des repères de conception liés au travail. Cela a ainsi permis de construire plusieurs scénarios, dont un a été considéré comme acceptable par l'ensemble des partenaires. Un premier apport

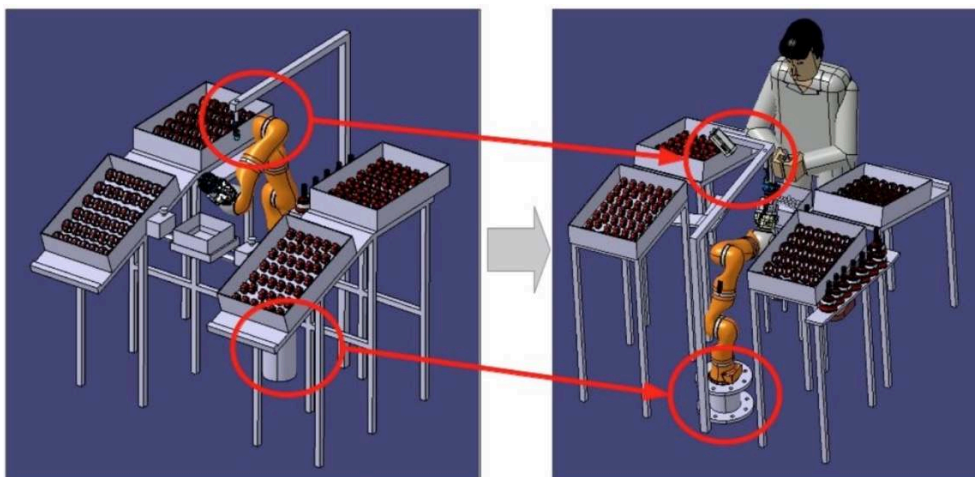
de cette séance est l'expansion des tâches du système travailleurs-cobot par rapport au scénario prescrit. Chacune des grandes étapes du montage du joint (les sous-tâches prescrites) est raffinée. Un deuxième apport réside dans la caractérisation des tâches de sécurité et de détection qui doivent être prises en charge par le cobot et qui détermine les possibilités d'action des travailleurs. Enfin, cette répartition a soutenu le processus de coordination entre les membres du projet puisque chacune des sous-tâches a été attribuée.

Vers l'inscription du démonstrateur dans l'espace

- 39 La seconde séance a eu pour but principal de raffiner le scénario acceptable de répartition des tâches en le confrontant à un scénario d'implantation du cobot sur le poste de travail et notamment à une réflexion sur son impact en termes d'engagement du corps.
- 40 Afin de soutenir cette séance, une représentation 2D à l'échelle 1 du poste de travail (plan sur papier) et une construction 3D ont été proposées (Figure 5). Cette représentation a été utilisée pour positionner le robot dans l'espace de travail simulé. Ensuite, deux partenaires volontaires ont pris la place d'un travailleur (partenaire-opérateur) et du cobot (partenaire-cobot). Ils devaient dérouler le scénario précédemment construit (Figure 5). Le partenaire-cobot ne devait se servir que d'un seul bras, pour simuler le fonctionnement du futur bras cobotisé. Il devait manipuler la fusée pour aider le partenaire-travailleur à réaliser le montage selon le scénario standard (Figure 5).
- 41 Cette simulation a tout d'abord mis en évidence dans un premier temps la non-faisabilité d'une partie de la répartition des tâches envisagée (Figure 5), en particulier des sous-tâches critiques d'insertion des billes qui sont toutes insérées en coopération par le travailleur et le cobot et non plus seulement les quatre dernières) et des sous-tâches de mise de sécurité (p.ex. une action d'acquiescement est ajoutée après le positionnement de l'ensemble cage noix et avant l'insertion des billes la prise en main). Ensuite, elle a permis de proposer des premières modifications en lien avec l'engagement du corps (hauteur, prise d'information visuelle...) sur le poste en lien avec la hauteur et la position à laquelle la fusée était présentée au partenaire-opérateur : la potence positionnée plus bas pour être à une hauteur et le placement du robot sur un socle réglable en hauteur pour permettre d'adapter la hauteur de la potence et du cobot au travailleur.

Figure 5 : Scénario d'implantation au poste de montage RZEPPA, avant (à gauche) et après simulation (à droite).

Figure 5: RZEPPA mounting work station implementation scenario, before (on the left) and after (on the right) simulation

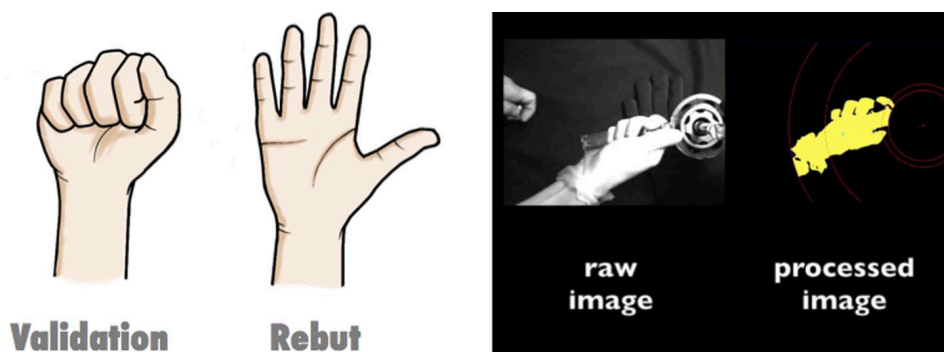


3.3. Choix d'interaction humains-machines et latitudes laissées au travailleur par les concepteurs pour l'usage

- 42 À la suite de ces premières séances de scénarisation-simulation, les partenaires du projet ont débuté les développements technologiques nécessaires. C'est à ce stade que les choix d'interaction du travailleur vers le robot et du robot vers le travailleur ont été examinés par les roboticiens. Le robot a ainsi été doté d'un certain nombre de capteurs et de systèmes de reconnaissance vidéo. Un outil mécanique spécifique a été développé pour mimer les capacités de préhension de la main humaine par le robot.
- 43 Certaines des informations recueillies par les capteurs avaient pour but d'être traitées par le logiciel de supervision du cobot afin de garantir la sécurité des travailleurs en évitant les collisions entre travailleurs et cobots. Du point de vue des interactions, il a été choisi que le travailleur interagisse avec le robot via des gestes codifiés, reconnus par un système « du commerce » (poings serrés pour la validation d'un joint assemblé de manière satisfaisante et paume ouverte pour un rebut (Figure 6).

Figure 6 : Choix d'interaction travailleur-cobot : à gauche mouvement codifié de communication du travailleur vers le cobot, à droite extrait des images de la main du travailleur captées par le robot et traitées par le logiciel de supervision du cobot.

Figure 6: Choice of worker-cobot interaction: on the left, coded movement of worker communication to the cobot. On the right, extract of images of the worker's hand captured by the robot and processed using the cobot's supervision software



- 44 Par ailleurs, le cobot a été doté d'un système dit de « détection d'intention », en fait une image des mouvements de la main du travailleur via des images vidéo pour détecter l'insertion des billes¹⁶, images qui doivent ensuite être traitées en temps réel pour permettre au logiciel de supervision du cobot d'adapter si besoin sa trajectoire de manière dynamique¹⁷.
- 45 Ces choix, les questions technologiques et les limites du point de vue de l'action conjointe entre travailleur et cobot (p.ex. gamme de mouvements de communication travailleur-robot restreinte, limite de la détection d'intention via l'unique mouvement de la main...) permettent de mesurer les verrous technologiques à lever pour permettre une coopération adaptative et dynamique entre un travailleur et un cobot : pour le robot reconnaître et ajuster « rapidement » sa trajectoire et son action ne va pas de soi et nécessite un certain nombre de traitements d'informations multiples et de développements mécaniques (p.ex. outil de préhension), algorithmiques et logiciels.

4. Discussion et perspectives

- 46 Cette expérience de participation au développement d'un démonstrateur de cobot, recontextualisé dans le programme plus général de « l'industrie du futur », appelle deux niveaux de discussion. Le premier porte sur le modèle de la coopération qui a finalement pu être incorporé dans le démonstrateur et une analyse critique de la référence à la coopération ou à la collaboration dans un système « travailleur-robot ». Le second porte sur les apports du positionnement de chercheurs en ergonomie dans un projet de recherche et de développement de « technologies du futur », mais également les limites liées à l'impossibilité d'embrasser la diversité des questions collectives, organisationnelles et politiques en lien avec ce positionnement. Sur la base de cette discussion, nous ouvrons sur des perspectives de recherches actuelles visant à dépasser ces limites.

4.1. Quelle conception de la coopération réifiée dans le système travailleur-cobot ?

- 47 La robotique collaborative porte en elle une promesse de dépassement d'une vision figée de la répartition des tâches entre travailleur et cobot (Moulières-Seban, 2017), telle qu'elle est portée par exemple par l'approche « *Men are better at... Human are better at...* » (Dekker & Woods, 2002) ou encore l'approche par les niveaux d'automatisation (Endsley & Kaber, 1999). Ceci renvoie à la vision de la coopération réifiée dans et soutenue par le système technique. Nous avons vu que l'inscription d'un modèle fort de la coopération dans la technologie ne va pas de soi, compte tenu des exigences technologiques et algorithmiques que cela impose. Le retour sur les éléments théoriques présentés plus haut concernant les modèles de la coopération humains-machines nous permet de mieux comprendre in fine le modèle de la coopération « réifié » dans le système travailleur-cobots.
- 48 L'élément crucial de la coopération est la capacité du système à gérer l'interdépendance des tâches entre travailleur et robot collaboratif. Bien que le projet de recherche n'ait pas abouti à l'industrialisation du démonstrateur, il a permis des avancées techniques concernant la replanification dynamique de la trajectoire du cobot durant l'action. Or, ceci nous apparaît comme un déterminant technique essentiel à une potentielle coopération, autrement dit de l'ajustement des tâches du travailleur et du cobot. Il s'agit d'une condition nécessaire à l'ajustement du cobot à « l'intention » telle qu'il la « reconnaît » du travailleur. Ceci pourrait s'apparenter à une forme de régulation opérée par le cobot sur la base de la reconnaissance d'actions du travailleur. Ceci permettrait alors au système travailleur-cobot de « s'ajuster » à la situation, contrairement aux systèmes robotiques pré-programmés, disposant de trajectoires pré-planifiées, non adaptatives et donc subordonnant l'action du travailleur. Ainsi, on se rapprocherait d'une situation coopérative humain-humain dans laquelle la coordination des actions n'est jamais totalement pré-spécifiée, mais est co-construite par les partenaires sur la base d'ajustements réciproques. Dans les situations de coopération entre humains, ces ajustements sont soutenus par la construction d'une conscience de la situation c'est-à-dire une représentation de l'état actuel de la situation dans laquelle les participants sont engagés (connaissance de faits relatifs à l'état de la situation, aux contributions des partenaires engagés dans la tâche...) (Schmidt, 2002). La construction de cette conscience de la situation est elle-même soutenue par des pratiques à travers lesquelles des participants coopérants sont en capacité : de « capter » ce que font leurs collègues et de réguler leur activité en conséquence (Schmidt, 2002) ; et de donner à voir des éléments de sa propre activité qui peuvent être pertinents pour les autres (Salembier & Zouinar, 2004 ; Schmidt, 2002). La construction d'une conscience commune s'appuie sur les compétences des partenaires du travail collectif à reconnaître, à interpréter, et à comprendre et à donner à voir leurs conduites réciproques (Salembier & Zouinar, 2004). Dans le cas du cobot, cette « compétence » s'appuie sur la captation d'informations (position dans l'espace de l'humain, reconnaissance de la position de sa main et de l'état d'insertion de la bille), auxquelles s'ajoutent des actions directes des travailleurs visant la coordination comme les gestes codifiés de communication, et peut-être à terme le développement d'autres gestes permettant d'aider le cobot à interpréter la situation. Par contre, dans l'état de développement du démonstrateur, rien ne semble avoir été implémenté de manière

explicite pour que le cobot « pousse » des informations aux travailleurs – tels des objets intermédiaires traduisant ses intentions – lui permettant de capter « le but », « l'intention » portée par le cobot et d'assurer la coordination des tâches. Pour aller plus loin, si ces éléments permettent de soutenir la coordination nécessaire à la coopération, il apparaît que le cobot ne semble pas permettre la résolution conjointe de problèmes (par exemple une assistance à la détection de défaut) qui reste à la main du travailleur. Le système travailleur-cobot ainsi conçu porte donc en lui les potentialités d'une réelle coordination entre travailleur et cobot, mais non encore de coopération au sens fort.

4.2. Une conduite de projet structurant le projet et la prise en compte du travail, mais...

- 49 Un premier niveau de discussion concernant la double conduite de projet adoptée porte sur le positionnement des chercheurs en ergonomie dans le projet de recherche. Notons, tout d'abord, que la segmentation heuristique pour l'ergonome entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre n'est pas totalement opérante dans les projets de recherche : la maîtrise d'ouvrage est en fait distribuée entre le financeur porteur de la volonté politique (l'Agence Nationale pour la Recherche) et les entreprises utilisatrices finales des technologies qui portent le projet ; et des maîtrises d'œuvre (les fournisseurs de technologies et les laboratoires robotiques). Quant à l'équipe de recherche en ergonomie, si la demande la positionnait comme une maîtrise d'œuvre « aspects humains », la démarche mise en œuvre l'a de fait positionné dans une posture proche de celle de maîtrise d'usage proposée par Folcher (2015), à la frontière entre de « concepteurs-chercheurs » et des « concepteurs-utilisateurs ». Cependant, là aussi, la proposition de Folcher (2015) de nommer les parties-prenantes comme concepteurs pour et dans l'usage n'est pas totalement opérante : car s'il est vrai que les « concepteurs-utilisateurs » (roboticiens des entreprises partenaires) se rapprochent plus de l'usage et du travail, que les « chercheurs-concepteurs » (roboticiens des laboratoires de recherche), ils n'en demeurent pas moins les porteurs d'une rationalité majoritairement technique. Du fait de la temporalité du projet, de son caractère éphémère lié aux modes de financement de la recherche (dans ce cas sur 36 mois), les potentiels concepteurs dans l'usage les plus proches du travail futur (p.ex. opérateurs de production ou de maintenance, management intermédiaire et supérieur de l'usine) n'ont pas participé aux projets au-delà de l'analyse ergonomique du travail. Ceci aurait permis d'inscrire réellement ce travail en maîtrise d'usage en incluant les opérateurs aux plus proches de l'usage (p.ex. production et maintenance).
- 50 Un second niveau de discussion porte sur les possibilités de dépassement des écueils « classiques » de la conduite de projet (prégnance des logiques techniques ou économiques, déficit de management de projets et d'organisation des négociations nécessaires à l'avancée du projet, déficit de prise en compte du travail) dans le cadre de cette expérience. Il convient ici de distinguer la contribution au projet de recherche et celle liée à un éventuel projet d'implantation du démonstrateur dans une situation de travail (le projet « usine »). La présence des ergonomes dans le projet de recherche a permis de structurer les phases amont du projet, notamment le choix du cas et la conception des premiers scénarios de répartition des tâches. Elle a également permis de « donner à voir » le travail dans la conception de ces premiers scénarios. Les ergonomes ont créé des espaces de collaboratifs entre les chercheurs (réunions de

choix de la situation de travail, groupes de travail sur la scénarisation) ce qui a nourri la conception d'une première version de solution technologique – le démonstrateur. Ceci peut sans doute être vu comme une condition nécessaire à la conception de situation de travail future équipée d'une technologie qui permettrait d'agir « en santé » et « en performance », mais elle n'est en aucun cas suffisante.

- 51 Comme nous l'avons dit, à l'issue du projet de recherche, les limitations techniques du démonstrateur (p.ex. vitesse d'exécution du cobot) ne permettaient pas de « l'industrialiser », néanmoins les concepteurs ont adressé une question « essentielle » aux ergonomes : ce démonstrateur permettrait-il de prévenir les TMS sur ce poste ?¹⁸ Au stade où en était le projet, il était en fait impossible de répondre à cette question. Le démonstrateur a été conçu pour réduire certaines sollicitations articulaires lors de l'assemblage des joints, cependant les modèles d'étiologie des TMS soulignent bien que la réduction des contraintes biomécaniques n'est qu'une condition nécessaire à la prévention des TMS, et non suffisante. Autrement dit, la technologie ne porte pas à elle seule une potentialité de prévention ; les dimensions psychosociales, les possibilités pour les opérateurs de disposer des marges de manœuvre individuelles et collectives, l'usage que l'organisation fera de la technologie, ou encore les modalités de conduite du changement sont des éléments tout aussi nécessaires que la « qualité » de conception de la technologie pour préserver la santé au travail. Or, ici ni le développement (de nouveaux gestes professionnels, de nouvelles compétences, d'autonomie) ni les dimensions collectives et organisationnelles du travail futur n'ont pu être pleinement abordés. Il n'a pas été possible de mener à terme la conduite de projet « usine » et d'instruire avec les acteurs de l'usine les conséquences individuelles (p.ex. latitudes réelles laissées aux opérateurs), collectives (p.ex. possibilités de régulation) et organisationnelles (p.ex. possibilité de maintenance de premier niveau par les travailleurs, transformation des tâches des opérateurs) d'une implantation potentielle du cobot et de faire évoluer conjointement le cobot (ajout de fonctions non anticipées) et le travail futur.
- 52 Ceci souligne le fait que les technologies « du futur » ne peuvent être pensées comme des ressources pour le travail sans une réelle réflexion sur la conduite des transformations du travail, au-delà de l'assistance au développement technologique. Cette question est essentielle à la fois pour concevoir des organisations et des situations de travail incluant ces technologies et pour permettre aux travailleurs de réaliser un travail de qualité, soutenant la construction de la santé, de la performance et des compétences. Autrement dit, la finalité de ces modes de conduite du changement est de soutenir le développement d'un usage, non seulement individuel, mais également – et surtout – socio-organisationnel des technologies. Ceci est une condition nécessaire pour soutenir la conception de situations de travail équipées de technologies du futur qui soutiennent réellement l'activité des opérateurs.

4.3. Une nécessité de mieux comprendre et agir dans les conduites du changement technico-organisationnel dans le cadre de la transition vers l'industrie du futur

- 53 Sur la base des enseignements du projet relaté dans cet article, nous avons construit deux projets de recherche-action porteurs de perspectives complémentaires à l'assistance à la conception de technologies. Le premier, le projet ANR HECTOR

(« L'Humain Engagé par la Cobotisation dans les Transformations du Travail et des Organisations dans les usines du futur ») (2018-2021) vise notamment à comprendre et à agir sur les processus décisionnels et de conduite du changement mis en œuvre par des dirigeants de PME en transition technologique et organisationnelle – les PME étant une des cibles du programme « Industrie du Futur ». Contrairement au projet précédent, ce projet est né à l'initiative conjointe de laboratoires de recherche en sciences du travail – l'équipe d'ergonomie du CRTD du CNAM et des sociologues et anthropologues du Centre d'Études des Techniques, des Connaissances et des Pratiques (CETCOPRA) de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne – et en sciences pour l'ingénieur – en génie industriel (Laboratoire Conception Fabrication Commande) et robotique (Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes) de l'ENSAM. Le positionnement de ce projet se situe à un niveau plus « macro » sociétal et au niveau des cadres dirigeants. Il s'agit ici de comprendre comment des décisions de transformations des PME s'inscrivent dans l'histoire de l'entreprise, notamment en termes d'évolution de l'appareil de production (Lafeuillade *et al.*, 2018), et d'analyser la conduite de ces transformations. Penser le passé et le présent constitue un prérequis pour pouvoir penser le travail du futur. Par ailleurs, l'activité des dirigeants de PME est au cœur de ce processus, car ce sont eux les garants des décisions et des modes de conduite du changement qui permettront *in fine* de garantir un travail en santé et en performance. D'autant plus dans un contexte politique où ces dirigeants sont enjoins à s'équiper de technologies « du futur » sans qu'un réel soutien méthodologique leur permette d'évaluer la pertinence et les conséquences de ce choix pour leur entreprise. Dans le même sens, le projet « Design social pour la transformation numérique » (2019-2020), financé par le Fonds Social Européen réunissant la FGMM-CFDT et l'UIMM, accompagnés par le cabinet Syndex et le Centre de Recherche sur le Travail et le Développement du Cnam, vise à anticiper et accompagner le travail du futur par le développement d'une démarche de concertation sociale paritaire et innovante. Ces projets ne sont que deux exemples des travaux actuels menés par plusieurs collègues ergonomes dans le contexte « Industrie du Futur » (Coutarel, Caroly, Aublet-Cuvelier, & Barcellini, 2019 ; ce numéro spécial).

54 L'ensemble de ces travaux nous semble essentiel pour permettre à l'ergonomie de porter une vision éthique et politique de ce que pourrait être un « travail du futur » et de contribuer à la façonner : un travail soutenable tout au long d'une vie professionnelle, un travail incorporant une vision constructive de la santé, un travail s'appuyant sur des organisations « capacitanes » et effectivement collaboratives, et *in fine* créant les conditions d'un travail performant et en santé (Caroly, 2010 ; Falzon, 2013 ; Volkoff & Gaudart, 2015). Il s'agit ainsi de contribuer :

- D'une part, à penser des organisations du travail renforçant l'autonomie et le pouvoir d'agir des travailleurs (Arnoud, 2013 ; Carta, 2018 ; Petit & Dugué, 2013), en s'inspirant par exemple des travaux de recherche portant sur les organisations « ouvertes » – telles que les communautés de conception de logiciels libres (Barcellini, 2015) ou les Fab Labs (Caroly, Barcellini, Mardon, & Martinaud, 2018 ; Lallement, 2015), ou d'autres transitions sociétales en cours comme la transition agro-écologique (Chizallet, Barcellini, & Prost, 2019) ;
- D'autre part à penser des méthodologies de conduite des transformations du travail réellement innovantes et collaboratives, comme le proposent l'ergonomie de l'activité et l'ergonomie constructive (Falzon, 2013) ou les approches de conception participative (Beck, 2002).

BIBLIOGRAPHIE

- Amalbert, R. (2001). *La conduite des systèmes à risques*. PUF : France.
- Andriessen, J., Baker, M., & Suthers, D. (2003). *Arguing to Learn: Confronting cognitions in computer supported argumentation*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Arnoud, J. (2013). *Conception organisationnelle : pour des interventions capacitantes*. Thèse de doctorat en ergonomie, CNAM, février.
- Baker, M. (2004). *Recherche sur l'élaboration de connaissances dans le dialogue*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Nancy 2.
- Baker, M.J (2015). Collaboration in collaborative Learning. Special issue of *the Journal Interaction Studies: Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems* on "Coordination, Collaboration and Cooperation: Interdisciplinary Perspectives", 451-473.
- Barcellini, F. (2015). *Développer des Interventions Capacitantes en Conduite du Changement : comprendre le travail collectif de conception, agir sur la conception collective du travail*. Habilitation à Diriger des Recherches en ergonomie, Université de Bordeaux.
- Barcellini, F. (2019). Industrie du futur : quelle place pour le travail et ses transformations. In E. Bourdu, M. Lallement, P. Veltz, & Th. Weil (Eds.), *Le Travail en mouvement*, Colloque de Cerisy, Presses des Mines, avril.
- Barcellini, F., Grosse, C., & Karsenty, L. (2013). Quelle démarche pour favoriser la construction de relations de confiance dans un projet de conception ? In L. Karsenty (Ed.), *La confiance au travail*. (pp. 187-207). Toulouse : Octares.
- Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie Constructive* (pp. 191-206). Paris, France : PUF.
- Barthe, B., & Quéinnec, Y. (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'année psychologique*, 99, 663-686.
- Beck, E.E (2002). P for Political: Participation is not enough. *Scandinavian Journal of Information System*, 14(1), 77-92.
- Béguin, P. (2003). Design as a mutual learning process between user and designers. *Interacting with Computer*, 15(5), 709-730.
- Bidet-Mayer, T. (2016). *L'industrie du futur : une compétition mondiale*. Paris : Presses des Mines.
- Bobillier-Chaumon, M.E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies : Questions et perspectives pour la psychologie du travail*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Lyon 2.
- Brangier, E., & Robert, J.M (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. *Le Travail Humain*, 77(1), 1-20.
- Caroly, S. (2010). *L'activité collective et la réélaboration des règles : des enjeux pour la santé au travail*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bordeaux, 3 mars 2010.
- Caroly, S., Barcellini, F., Mardon, C., & Martinaud, M.L. (2018). Characterisation of fab labs activities: issues for ergonomics? *Communication orale à l'IEA 2018*.

- Carta, G. (2018). *Concevoir l'intervention pour l'autopoïèse organisationnelle : l'apprentissage comme condition*. Thèse de doctorat en ergonomie, CNAM, Mai.
- Chizallet, M., Barcellini, F., & Prost, L. (2019). Comprendre l'activité de conception d'agriculteurs en transition agroécologique : vers un modèle trilogique de la conception. *Psychologie française*, 64(2), 119-139.
- Clark, H. H. (1996). *Using Language*. Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Couillaud, S. (2018). *Développement du pouvoir d'agir des acteurs en co-innovation par les usages : l'exemple d'accompagnement du projet d'habitat évolutif pour seniors*. Thèse de doctorat, Université Paris 8, 1^{er} juin 2018.
- Coutarel, F., Caroly, S., Aublet-Cuvelier A., & Barcellini, F. (2019). *Positionnements d'ergonomes face à l'« usine du futur »*. Symposium du congrès de la SELF 2019, Tours, septembre 2019.
- Daniellou, F. (1988). Ergonomie et démarche de conception dans les industries de process continus, quelques étapes clefs. *Le Travail Humain*, 51(2), 184-194.
- Daniellou, F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*. Université Victor Segalen Bordeaux 2.
- Dekker, S. W., & Woods, D. D. (2002). MABA-MABA or abracadabra? Progress on human-automation co-ordination. *Cognition Technology and Work*, 4(4), 240-244.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1995). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reiman (Eds), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. (pp. 189-211). Oxford : Elsevier.
- Du Roy, O., Hunault, J.-C., & Tubiana, J. (1985). *Réussir l'investissement productif*. Paris : Éditions d'Organisation
- Endsley, M. R., & Kaber, D. (1999). Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. *Ergonomics*, 42(3), 462-492.
- Falzon, P. (Ed.). (2013). *Ergonomie Constructive*. Paris, France : PUF.
- Folcher, V. (2015). Conception pour et dans l'usage : la maîtrise d'usage en conduite de projet. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, 16(1), 39-60.
- Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. In P. Falzon (Ed.) *Ergonomie* (pp. 251-268). Paris, France : PUF.
- Grosse, C., & Barcellini, F. (2012). *Livrables du projet ANR ICARO*. Rapport de recherche, CNAM.
- Hoc, J.M. (2001). Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations. *Int. J. Human-Computer Studies*, 54, 509-540. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2000.0454>
- Kiesler, S., & Hinds, P. (2004). Introduction to the special issue on human- robot interaction. *Human-Computer Interaction*, 19(1), 1-8
- Kleinpeter, E. (2015). Le Cobot, la coopération entre l'utilisateur et la machine. *Multitudes*, 2015/1(58), 70-75.
- Lafeuillade, A.C., Barcellini, F., & Buchmann, W. (2018). Le travail au Cœur de l'Industrie du Futur, l'introduction de la robotique collaborative dans les PME's. *53^e Congrès de la SELF*. Bordeaux
- Lafeuillade, A.C., Barcellini, F., Buchmann, W., & Benckekroun, T.H. (à paraître). Intégrer de la robotique collaborative dans les situations de travail : les intentions des dirigeants de PME face

- au réel. In M.E Bobillier-Chaumon (Ed.) *Les transformations digitales à l'épreuve de l'activité et des salariés : Comprendre et accompagner les mutations technologiques*. ISTE
- Lallement, M. (2015). *L'âge du faire*. Paris, France : Seuil.
- Lapeyrière, S. (1987). Les aventures de Substance et Cohérence au pays des projets. *Le Travail Humain*, 50(2), 125-132.
- Laplace, J. & Régnaud, D. (1986). Démarche participative et investissement technique. *Cahier Technique*, 52. Paris : U.I.M.M
- Leplat, J. (2002). De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. *Pistes*, 4(2).
- Le Bail, C. (2018). *La dimension idéologique en conception collaborative : anticiper un système sociotechnique citoyen innovant pour une gestion durable et partagée des ressources*. Thèse de doctorat en psychologie ergonomique, Telecom Paristech, 6 juin 2018.
- Maline, J. (1994). *Simuler le travail*. Lyon : Éditions de l'ANACT.
- Maire, F., & Brument, J.-M. (1987). *Conditions de travail et conduite de projet dans les industries de processus*. Montrouge : Éditions de l'A.N.A.C.T.
- Martin, C. (2004). *Maitrise d'ouvrage, maitrise d'œuvre : Construire un vrai dialogue. La contribution de l'ergonome à la conduite de projet architecturale*. Toulouse, France : Octarès.
- Moulières-Seban, T. (2017). *Conception de systèmes cobotiques industriels : approche cognitive : application à la production pyrotechnique au sein d'Ariane Group*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, 30 novembre 2017.
- Muller Mirza, N., & Perret-Clermont, A-N. (2009). *Argumentation and Education*. Dordrecht : Springer Verlag.
- Nelson, J. (2011). *Contribution à l'analyse prospective des usages dans les projets d'innovation*. Thèse de doctorat, ENSAM.
- Peshkin, M., & Colgate, J. E. (1999). « Cobots ». *Industrial Robot*, 26(5), 335-341.
- Petit, J. (2005). *Organiser la continuité du service : intervention sur l'organisation d'une mutuelle de santé*. Thèse de doctorat en ergonomie, Université de Bordeaux 2, 7 décembre 2005.
- Petit, J., & Dugué, B. (2013). Structurer l'organisation pour développer le pouvoir d'agir : le rôle possible de l'intervention en ergonomie. *Activités*, 10(2), 210-228, <https://journals.openedition.org/activites/816>
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Salembier, P., & Zouinar, M. (2004). Intelligibilité mutuelle et contexte partagé : inspirations conceptuelles et réduction technologiques. *Activités*, 1(2), 64-85. <https://doi.org/10.4000/activites.1243>
- Saraceno, M. (à paraître). L'homme « au cœur ». Du robot au cobot, le mythe du « bon » automate dans la médiatisation de « l'industrie du futur » (1978-2018). *Communications*.
- Schmidt, K. (1994). Cooperative Work and its Articulation: Requirements for Computer Support. *Le Travail Humain*, 57(4), 345-366.
- Schmidt, K. (2002). The problem with 'awareness': introductory remarks on 'awareness in CSCW'. *Journal of Computer Supported Cooperative Work*, 11(3-4), 285-298.

Vallery, G., Le Port, M.-C., & Zouinar, M. (2010). *Ergonomie, conception de produits et services médiatisés*. Paris, France : PUF, collection Le Travail Humain.

Volkoff, S., & Gaudart, C. (2015). *Working conditions and “sustainability” : Converting Knowledge into Action*. Rapport de recherche, 92, 43 p. Noisy-le-Grand : Centre d'études de l'emploi

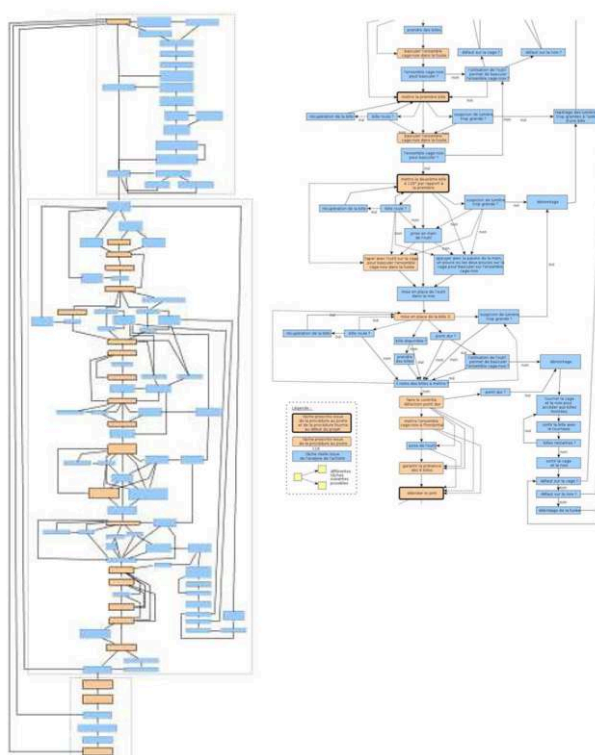
Woods, D. D., Tittel, J., Feil, M., & Roesler, A. (2009). Envisioning Human- Robot Coordination in Future Operations. In *SMCC-HRI, 2009*

Zouinar, M. (2018). Automatisation, Intelligence Artificielle et Robotique : quelles ruptures et quelles continuités pour l'activité humaine ? Communication à la journée Activités « IA, Robotique, automatisation : quelles évolutions pour l'activité humaine », CNAM, 18 mai. Consulté le 12 janvier 2018 <https://journals.openedition.org/activites/3204>

ANNEXES

Figure 3 : Logigramme décrivant la tâche théorique (en orange) et les actions supplémentaires réalisées par les opérateurs (gauche de la figure). Zoom sur la tâche d'assemblage des billes (à droite).

Figure 3: Logigram describing the theoretical task (in orange) and the additional actions performed by the operators (left of figure). Zoom on the Ball mounting task zoom (on the right)



NOTES

1. <http://www.industrie-dufutur.org/> ; <https://www.la-fabrique.fr/fr/> ; <https://factorylab.fr/>
2. L'Agence Nationale de la Recherche a pour mission la mise en œuvre du financement de la recherche en France, sous forme d'appels à projets compétitifs (source anr.fr et wikipédia).

3. Produit ou installation démontrant la robustesse d'une idée en simulant toutes les contraintes susceptibles d'en venir à bout. Stade intermédiaire entre le prototype et la présérie (source wiktionary).
 4. Agence Nationale pour la Recherche - ICARO « Robotique Collaborative et Industrie » (ANR-10-CORD-0025), programme : Contenus et Interactions (CONTINT 2010)
 5. Traduction de C. Moricot in Barcellini *et al.*, 2017.
 6. Contrairement aux robots présents jusqu'alors sur les lignes de production qui devaient donc être séparés physiquement des opérateurs de production, par des grilles par exemple, pour des questions de sécurité
 7. Cette définition très large englobe un certain nombre de systèmes (co-manipulateur, téléopération, exomanipulation...).
 8. Co-présence ou colocalisation qualifient une situation de travail dans laquelle des travailleurs – et dans notre cas des machines - partagent un même espace de travail et n'ont pas les mêmes buts ni de manière immédiate ni à moyen terme.
 9. « People engage in cooperative work when they are mutually dependent in their work and therefore are required to cooperate in order to get the work done. »
 10. « Two agents are in a cooperative situation if they meet two minimal conditions. (1) Each one strives towards goals and can interfere with the other on goals, resources, procedures, etc. (2) Each one tries to manage the interference to facilitate the individual activities and/or the common task when it exists »
 11. « There is cooperation when at least some agents performed more than their private activities, that is cooperative activities (...). There is no cooperation when the agents act together but with perfectly autonomous actions [in the sense of Clark (1996) without public goals and without coordination in real time] from their point of view. »
 12. L'objectif de recherche des chercheurs en ergonomie dans ce projet était de travailler la question de la construction de relations de confiance humains-technologies en lien avec la structuration du projet (Barcellini, Grosse, & Karsenty, 2013).
 13. Cette exigence pose question au regard de l'aspect situé de la coopération.
 14. https://fr.wikipedia.org/wiki/Joint_Rzeppa
 15. Les analyses du travail et les modélisations ont été réalisées par C. Grosse.
 16. Il s'agit d'un élément essentiel puisque le cobot doit décider de faire tourner la cage pour que le travailleur puisse insérer la bille suivante.
 17. Notons que pour permettre un traitement de l'image satisfaisant – notamment en termes de contraste – la main du travailleur devait être recouverte d'un gant blanc. Ce choix technique acceptable dans le cadre du projet de recherche ne se révélerait sans doute pas faisable dans le cas d'un projet d'industrialisation.
 18. Cette question illustre bien la vision de la technologie comme un remède, dans ce cas un remède aux TMS.
-

RÉSUMÉS

Cet article relate une expérience de participation de chercheuses en ergonomie à un projet de recherche de développement d'un démonstrateur de robotique collaborative. Cette contribution empirique est mise en perspective avec des éléments théoriques portant sur les modèles de la

coopération dans un système travailleur-robot et la conduite de projet de conception en ergonomie de l'activité. Sur cette base, nous discutons : (1) du modèle de la coopération effectivement réifiée dans le démonstrateur, qui en l'état des développements technologiques incorpore plus un modèle de coordination et non de coopération, en ce sens qu'il ne permet pas de gérer de manière dynamique l'interdépendance entre les tâches du travailleur et du robot ; (2) des apports et limites de la double conduite de projet mise en place (au sein du consortium de recherche et d'une usine). Nous soulignons que la présence de chercheurs en ergonomie de l'activité au sein du projet de recherche s'est révélée être une condition nécessaire à la conception d'une technologie potentiellement « préservante » pour la santé et la performance, mais elle n'a en aucun cas été suffisante, car elle n'a pas permis de construire le futur usage socio-organisationnel de la technologie. Ceci appelle des perspectives de recherche permettant de poursuivre ces travaux en s'intéressant de plus près aux processus décisionnels relatifs aux transitions vers une « Industrie du futur » et à leurs accompagnements, dans des perspectives politiques et historico-culturelles.

This article presents a case study on the participation of activity-centered ergonomics researchers in a collaborative robot development research project. This empirical contribution is grounded in and framed by theoretical aspects relating to models of cooperation in a worker-robot system and to activity-centered ergonomics proposals relating to design project management. We therefore discuss: (1) the model of cooperation which is actually reified in the technology. Given the current potentialities of the technology, this model deals more with coordination than with cooperation, as it does not support dynamic management of the interdependence between worker-robot tasks; (2) the contributions and limits of the dual project management approach set up in the research consortium and in a factory. We stress that participation of ergonomists proved to be a necessary condition for designing a technology that potentially “preserves” health and performance; however, this participation was in no way sufficient as it did not support the future socio-organisational use of the technology. We conclude by highlighting ongoing research issues that focus on the aforementioned point by investigating decision-making processes relating to transitions towards a “Factory of the future” and to their supports, from political and historical-cultural perspectives.

INDEX

Mots-clés : ergonomie, industrie du futur, robotique collaborative, travail, conduite du changement

Keywords : ergonomics, factory of the future, collaborative robotics, work, change management

AUTEUR

FLORE BARCELLINI

Centre de Recherche sur le Travail et le Développement, Le CNAM, 41 rue Gay Lussac 75005 Paris, France

flore.barcellini@lecnam.net

Planifier les affectations spatio-temporelles d'autrui : l'articulation d'enjeux économiques et sociaux par des ordonnanceurs

Scheduling the spatial and temporal assignments of others: the articulation of economic and social issues by schedulers

Laëtitia Flamard, Adélaïde Nascimento, Pierre Falzon et Ghislaine Tirilly

NOTE DE L'ÉDITEUR

Article soumis le 26 avril 2019, accepté le 2 février 2020

1. Introduction

- ¹ L'ordonnancement est classiquement défini comme l'affectation temporelle de ressources à des tâches pour atteindre des objectifs, en tenant compte de contraintes (Baker, 1974 ; Cegarra, 2004 ; Esquirol et Lopez, 1999). Il est présent dans de nombreux secteurs, notamment dans les industries (Guérin, 2012), à l'hôpital (Bard, & Purnomo, 2005 ; Drake 2014), dans les transports (Gacias, Cegarra, & Lopez, 2012 ; van Wezel, & Jorna, 2009), et à l'université (Guérin, 2012). L'ordonnancement du personnel intéresse plus particulièrement les entreprises dans lesquelles la charge de travail varie au cours d'une journée (Ernst, Jiang, Krishnamoorthy, & Sier, 2004) ou dont l'amplitude horaire est supérieure à huit heures par jour pendant plus de cinq jours par semaine ce qui nécessite donc de prévoir des roulements entre plusieurs équipes de travail (Laporte, 1999 ; Lezaun, Pérez, & Sainz de la Maza, 2010).
- ² Afin de s'adapter à des contextes concurrentiels et à une présence de plus en plus importante des clients, un ensemble de pratiques de flexibilisation a été développé

dans les entreprises pour faire face aux préoccupations liées aux effectifs, aux qualifications, à la mobilité et au temps de travail (Dietrich, & Pigeyre, 2016 ; El Akremi, Igalens, & Vicens, 2004). Les ordonnanceurs ont en charge d'opérationnaliser ces décisions stratégiques afin de favoriser la flexibilité du personnel et faire le lien avec les niveaux opérationnels de la production (Higgins, 1996 ; Hoc, Mebarki, & Cegarra, 2004 ; MacCarthy, Wilson, & Crawford, 2001). Pour les entreprises, l'ordonnancement doit permettre d'accroître l'employabilité des opérateurs tout en garantissant la réalisation de la production (Alfares, 2004 ; Meisels, & Kaplansky, 2004). Ainsi, la manière dont est considéré l'ordonnancement du personnel découle souvent de la vision mécaniste et financière des ressources humaines encore largement présente dans les entreprises. Cela se retrouve également dans de nombreuses études faites sur l'ordonnancement qui portent un objectif opérationnel d'une part, de réduction des coûts du personnel ; et d'autre part, de réactivité face à des situations inopinées et ainsi minimiser le nombre de postes non couverts (*uncovered shifts*) qui peuvent conduire à des situations de sous-effectifs (Alfares, 2004 ; Ernst *et al.*, 2004 ; Meisels, & Kaplansky, 2004 ; van den Bergh, Beliën, De Bruecker, Demeulemeester, & De Boeck, 2013).

- 3 Cependant, d'autres travaux soulignent qu'une telle vision de la flexibilité et de la gestion des ressources humaines peut engendrer des écueils, car la flexibilité n'est pas une fin en soi, et doit être considérée au regard des conséquences économiques et sociales qui peuvent être engendrées (Beaujolin-Bellet, 2004 ; El Akremi *et al.*, 2004 ; Everaere, 2012). Ces stratégies de flexibilité ont des conséquences sur les opérateurs dans le sens où elles peuvent remettre en cause les compétences, le sens du travail et de manière générale la santé au travail. Lorsque les effets ne sont pas anticipés, les opérateurs doivent faire face à une intensification du travail : les rythmes de travail augmentent, les tâches se multiplient, le travail est densifié (Askénazy, & Caroli, 2003). Lorsque ces situations sont trop coûteuses, la santé des opérateurs peut se dégrader, et ils peuvent être amenés à mettre en place des stratégies de retrait ; phénomène que l'on retrouve sous-estimé, souvent masqué par les taux génériques d'absentéisme.
- 4 Bien que ces enjeux soient déjà soulevés dans la littérature, leur articulation avec les enjeux économiques de l'ordonnancement du personnel n'est pas discutée. En ergonomie, la flexibilisation de ressources a souvent été étudiée sous le prisme de la prévention d'atteintes à la santé, notamment concernant la rotation de postes en cas de réduction de contraintes pouvant conduire à des TMS (Vézina, 2003). À notre connaissance, peu des travaux en sciences du management considèrent conjointement les stratégies de flexibilisation et les enjeux de l'ordonnancement du personnel (Ingels, & Maenhout, 2017). De plus, ceux-ci ne s'intéressent pas à l'articulation possible entre d'une part, les objectifs économiques liés aux modes de flexibilité du personnel ; et d'autre part, les enjeux sociaux sous-jacents à l'ordonnancement.
- 5 La recherche a été réalisée dans une grande entreprise ferroviaire et concerne l'activité des ordonnanceurs qui réalisent les plannings de travail des agents commerciaux en boutique.
- 6 Compte tenu des transformations vécues par le secteur ferroviaire français ces dernières années sur les plans économique, commercial, et social, l'ordonnancement du personnel est au centre des enjeux de rentabilité des effectifs et de leurs usages « au plus juste » (Beaujolin, 1999), mais également au plus équitable.
- 7 Partant de l'idée qu'en concevant les plannings de travail, les ordonnanceurs contribuent à définir une partie des conditions de travail d'autres professionnels

(Bourmaud, 2006 ; Lapègue, 2014), nous nous sommes intéressés à l'activité d'ordonnancement du personnel dans ce qu'elle demande aux opérateurs un travail d'articulation entre les dimensions économiques et sociales de l'affectation de postes. Les études qui se sont intéressées à l'ordonnancement en ergonomie l'abordent le plus souvent sous l'angle de l'analyse de l'activité en termes de gestion de contraintes (Cegarra, 2004 ; Guérin, 2012).

- 8 Avant de présenter le terrain de recherche et le contexte de la demande, la section suivante présente un apport théorique concernant l'activité d'ordonnancement et son importance pour la construction de conditions de travail acceptées et acceptables.

2. L'activité d'ordonnancement : Planifier les affectations spatio-temporelles des autres

2.1. La gestion de contraintes structurante pour l'activité d'ordonnancement

- 9 Pour Mérin (1998) ainsi que Forrierre, Pelayo, Six et Anceaux (2013), l'ordonnancement correspond à une phase de planification à court terme, qui se différencie de la planification à long terme, car elle est au plus près de la réalité de la production. Dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la psychologie, des recherches ont permis de mettre en évidence le caractère central de la gestion de contraintes dans l'activité d'ordonnancement (Esquirol, & Lopez, 1999 ; Guérin, 2012 ; McKay, & Wiers, 2001). Les contraintes sont formulées en lien avec les multiples informations que les ordonnanceurs ont à prendre en compte (Guérin, 2012 ; Sanderson, 1989). Des études ont porté sur la manière dont ces contraintes sont prises en compte par les ordonnanceurs afin de comprendre les effets sur les ordonnancements. Plusieurs taxonomies de contraintes ont ainsi été établies dans les travaux sur la conception et la résolution de problèmes, sans pour autant qu'une catégorisation commune n'ait été établie. En particulier, nous retiendrons deux classifications afin de rendre compte de la manière dont les enjeux sociaux sont articulés aux objectifs économiques : la nature et l'origine des contraintes :
- La **nature** de la contrainte permet de rendre compte de la dimension de la production à laquelle la contrainte se rapporte (Crawford, & Wiers, 2001 ; McKay, Safayeni, & Buzacott, 1988).
 - L'**origine** de la contrainte rend compte de la manière dont la contrainte est introduite (Cegarra, 2004 ; Chevalier, & Cegarra, 2008 ; Guérin, 2012 ; Mérin, 2000). Trois valeurs communes peuvent être tirées d'études menées dans des secteurs différents à savoir les contraintes qui découlent de décisions prises en amont par d'autres, celles relevant des objectifs que se fixent eux-mêmes les ordonnanceurs, et les contraintes aléatoires liées à l'instabilité des environnements de production.
- 10 Compte tenu des préoccupations de plus en plus importantes des entreprises pour l'amélioration des conditions de travail des opérateurs, les enjeux sociaux sous-jacents à l'affectation des opérateurs sont davantage discutés. En effet, en concevant les plannings de travail, les ordonnanceurs contribuent à définir une partie des conditions de travail d'autres professionnels (Bourmaud, 2006 ; Lapègue, 2014).

- 11 Sur le plan individuel, les contraintes prises en compte par les ordonnanceurs portent sur la disponibilité, le type de contrat de travail et les compétences et les préférences des destinataires des plannings (Alfares, 2004 ; van den Bergh *et al.*, 2013). D'autres recherches mettent en évidence que la conception des plannings de travail peut être orientée par la prise en compte de l'état de santé des opérateurs qui ne se résume pas toujours à l'existence de restrictions médicales (Asensio-Cuesta, Diego-Mas, Canós-Darós, & Andrés-Romano, 2012 ; Reboul, Delgoulet, Sutter, Gaudart, 2017). En plus de ces éléments liés aux caractéristiques des opérateurs, de nombreuses études soulignent la nécessité de prendre en compte les préférences exprimées par les opérateurs. Celles-ci sont variées et peuvent concerner les tâches privilégiées, les horaires de travail et les jours de repos souhaités par les opérateurs (Bard, & Purnomo, 2005 ; Kohl, & Karish, 2004 ; Meisels, & Kaplansky, 2004).
- 12 Les ordonnancements peuvent également porter des enjeux relatifs à l'organisation du travail collectif. Bien que les plannings puissent être conçus pour chaque opérateur, celui-ci est rarement amené à travailler seul. Des contraintes relatives à l'entente entre les opérateurs, la complémentarité de leurs compétences sont également prises en compte par les ordonnanceurs. Par l'élaboration des différents plannings, ces derniers constituent donc des équipes de travail dont les compositions varient en fonction des choix des ordonnanceurs.
- 13 En cela, l'activité d'ordonnement soulève des enjeux sociaux importants : ceux relatifs au développement des compétences, aux questions de santé et à l'articulation des vies professionnelle et personnelle.

2.2. Une gestion de contraintes basée sur un travail d'articulation

- 14 Compte tenu de la complexité des situations d'ordonnement, cette fonction est souvent confiée dans les entreprises à plusieurs ordonnanceurs en fonction de l'horizon temporel et du service dont ils sont en charge (Guérin, 2012 ; De Snoo, & van Wezel, 2014). Les résultats de l'ordonnement ne dépendent donc pas uniquement de l'activité individuelle des ordonnanceurs. L'ordonnement demande alors une coordination et une coopération entre les différents acteurs qui participent à sa co-construction afin d'assurer la cohérence et la poursuite de la conception (Erschler, & Thuriot, 1992 ; Hoc *et al.*, 2004 ; Ourari, 2011).
- 15 Dans les situations d'ordonnement, les mécanismes de coordination sont souvent prescrits. Ceux-ci reposent le plus souvent sur une vision stable des interdépendances qui existent entre les différents niveaux d'ordonnement, ce qui tend à nier les possibilités d'action de chaque niveau d'ordonnement ainsi que les exigences temporelles liées aux phases de réordonnement (De Snoo, & van Wezel, 2014 ; Kouider, Ourari, Bouzouia, & Mihoubi, 2012). Comme le soulignent Valax et Cellier (1992) puis Wiers (1996), une décision jugée satisfaisante à un moment donné peut s'avérer inacceptable sur le long terme.
- 16 D'autres travaux qui s'intéressent à l'activité des ordonnanceurs humains soulignent l'importance des mécanismes de coopération afin d'actualiser en continu leur représentation de la situation en fonction de l'évolution du contexte de production (Bourmaud, 2006 ; De Snoo & van Wezel, 2014 ; van den Bergh *et al.*, 2013). Les ordonnanceurs montrent également une volonté de négocier lorsque des buts conflictuels apparaissent (Bourmaud, 2006 ; Guérin, 2012 ; Ourari, 2011). Les travaux sur

l'ordonnancement pointent également l'importance d'impliquer les destinataires de cette activité. Dans le champ de l'ordonnancement du personnel, ces destinataires sont les professionnels dont les plannings sont conçus. Ainsi, les négociations peuvent être entreprises avec les autres niveaux de décision du processus, les clients par rapport aux exigences techniques et temporelles qui doivent être respectées, ou encore avec les exécutants des plans de production (Guérin, 2012 ; Higgins, 1996 ; van den Bergh et al, 2013). En négociant, les ordonnanceurs entreprennent une démarche « gagnant-gagnant » qui vise à trouver des solutions acceptables pour l'ensemble des parties (Bourmaud, 2006 ; De Snoo, & van Wezel, 2014).

- 17 Ainsi décrits, ces mécanismes de coordination et de coopération renvoient à la notion du « travail d'articulation » au sens de Strauss, Fagerhaugh, Suczek et Wiener (1992), c'est-à-dire un « travail supplémentaire nécessaire pour que les efforts de l'équipe soient finalement plus que l'assemblage chaotique de fragments épars de travail » (p. 191). Les coordinations prescrites décrites renvoient à un travail d'articulation structurante qui correspond à une succession d'évènements qui permet d'organiser le travail en amont. Les coopérations, notamment avec les destinataires des plannings, s'apparentent davantage au travail d'articulation opérationnelle décrite par ces auteurs (*ibid.*). Celui-ci vise à faire face à la variabilité des situations et à gérer les aléas. Pour autant, les études en ordonnancement ne tiennent pas compte de la manière dont les ordonnanceurs réalisent également un travail d'articulation entre les différentes dimensions de la production.

2.3. Une gestion de contraintes sous-tendue par la mise en œuvre de stratégies d'anticipation

- 18 Compte tenu de la diversité et du nombre de contraintes qu'ils ont à gérer, les ordonnanceurs se positionnent comme des « concentrateurs d'informations » (Jackson, Wilson, & MacCarthy, 2004). De plus, les objectifs proviennent d'une multitude d'acteurs ou de services de l'entreprise, ce qui nécessite de gérer une multitude de points de vue quant aux moyens à mettre en œuvre ou aux solutions auxquelles aboutir (MacCarthy *et al.*, 2001 ; Six, & Fourrot, 2000). La multiplicité des acteurs impliqués dans l'ordonnancement ainsi que les objectifs de production complexes peuvent conduire dans certains cas à l'expression de contraintes contradictoires (Alfares, 2004 ; Cegarra, 2008 ; Forrierre, Anceaux, Cegarra, & Six, 2011).
- 19 Dans de tels environnements, il existe une forte exigence d'anticipation « qui permet de guider les choix actuels en tenant compte des évènements futurs possibles » (Forrierre et al, 2013 p. 60), afin d'éviter la survenue de conflits de buts. De nombreux travaux en psychologie ergonomique pointent ainsi l'importance de ces stratégies d'anticipation et des démarches proactives mises en œuvre par tous les planificateurs afin de guider leurs actions (Forrierre *et al.*, 2013 ; Hoc, 1987 ; Van Daele, & Carpinelli, 2001). Celles-ci leur permettent de réactualiser la représentation qu'ils ont des problèmes d'ordonnancement et ainsi de prédire des perturbations qui pourraient survenir. Au travers de ces stratégies, l'objectif des ordonnanceurs est d'intégrer au plus tôt des marges de manœuvre supplémentaires ainsi qu'à revoir leurs prévisions pour effectuer des « ré-ordonnements » (Cegarra, 2004 ; Forrierre *et al.*, 2011 ; Guérin, 2012) afin de limiter les conséquences sur la performance du système de production (Vieira, Herrmann, & Lin, 2003). Ces réordonnements constituent « le cœur de la pratique

des ordonnanceurs » (Cegarra, 2004, p. 12), ce qui témoigne de l'importance du travail d'articulation opérationnelle. Ils sont souvent réalisés dans des délais temporels très courts qui conduisent à des décisions prises « dans l'urgence » (Bourmaud, 2006 ; Forrierre *et al.*, 2013 ; Vieira *et al.*, 2003).

- 20 Des stratégies de moindre compromission ont également été mises en évidence (Stefik, 1981 ; cité par Guérin, 2012). Il s'agit de reporter des décisions, car les informations nécessaires ne sont pas toujours disponibles immédiatement. Ce report permet de ne pas se compromettre trop rapidement dans des solutions qui risqueraient d'obliger à modifier complètement les plannings déjà conçus.

2.4. L'ordonnancement : un frein possible à la santé des salariés et des ordonnanceurs ?

- 21 Malgré la mise en œuvre de ces stratégies, individuelles et collectives, toutes les perturbations ne peuvent pas être anticipées et des conflits de buts peuvent apparaître (Cegarra, 2004 ; Van den Bergh *et al.*, 2013). Les ordonnanceurs se retrouvent alors dans l'obligation de ne pas satisfaire l'un des objectifs. À la suite des travaux de Woods (2006) puis de Nascimento et Falzon (2009), nous qualifierons ce type de gestion de conflits de buts de « décisions de sacrifice », c'est-à-dire des décisions pour lesquelles un des objectifs, économique ou social, de l'ordonnancement n'a pas été satisfait. Bien que les enjeux sociaux soient de plus en plus mis en évidence dans la littérature, les études empiriques sur l'ordonnancement du personnel montrent que ceux-ci ne sont pas considérés comme les plus importants par les entreprises. En ordonnancement du personnel, lorsque des décisions de sacrifice doivent être prises, les compromis sont réalisés le plus souvent en faveur des préoccupations liées aux coûts et à la continuité du service proposé aux clients (White, Nano, Nguyen-Ngoc, & White, 2006).
- 22 Ces stratégies de flexibilité mises en œuvre au travers de l'ordonnancement ont donc des conséquences sur les opérateurs dans le sens où ils peuvent remettre en cause les compétences, le sens du travail et de manière générale la santé au travail (Laporte, 1999 ; Lezaun, Pérez, & Sainz de la Maza, 2007, 2010 ; Reboul *et al.*, 2017). Les organisations flexibles ne permettent pas toujours d'améliorer la performance, très souvent, car elles présentent également des risques pour la santé des travailleurs. Dans le secteur des services, la gestion de l'absentéisme pose également la question des conséquences pour les usagers, les patients ou les clients. Par exemple, dans le secteur du soin, le manque de personnel soulève la question de la qualité des soins et de la gestion des patients (Brami, Damart, & Kletz, 2013 ; Devigne, Habib, Krohmer, & Brami, 2014).
- 23 Ces régulations engendrent également un coût supplémentaire pour les ordonnanceurs qui ne disposent pas toujours des marges de manœuvre nécessaires pour réordonnancer. Dans des organisations souvent organisées en juste-à-temps, les possibilités de remplacement des opérateurs absents peuvent être faibles, voire inexistantes, ce qui peut conduire à des situations de sous-effectifs. Certaines recherches mettent en évidence que les ordonnanceurs ont recours à d'autres formes de flexibilité pour limiter les conséquences négatives pour les professionnels en poste (Burke, De Causmaecker, Vanden Berghe, & Van Landeghem, 2004 ; Drake, 2014 ; Guéry, Mercier, Mottay, & Schmidt, 2004).

3. Contexte de la demande et terrain de recherche

3.1. La modernisation du système ferroviaire dans un contexte économique et social difficile

- 24 Depuis le 1er juillet 2015, le secteur ferroviaire français est pris en charge par le Groupe Public Ferroviaire (GPF) créé à la suite de la loi sur la modernisation du service public ferroviaire votée le 4 août 2014. Le GPF découle d'une réunification entre la Société Nationale des Chemins de Fer (SNCF) et Réseau Ferrés de France (RFF) dont la séparation avait été décidée en 1997 suite à la directive européenne instaurant une séparation stricte entre le gestionnaire d'infrastructure et l'exploitant. Face aux constats de dysfonctionnements dans la gestion des infrastructures et des travaux qui ont notamment mené à une dette de 40 milliards d'euros, l'État français a souhaité moderniser le secteur ferroviaire et réaffirmer son rôle de stratège dans le système ferroviaire mondial (ARAFER, 2016). Le groupe affiche que son objectif est « *d'améliorer la qualité du service public, de garantir un haut niveau de sécurité ferroviaire et de consolider les équilibres financiers du système* ».
- 25 Les réformes conduisant au Groupe SNCF ne sont pas sans conséquence sur les conditions de travail et sur les suppressions de postes : entre 2015 et 2020, ce sont 11 000 à 13 000 postes qui pourraient être supprimés. Le Groupe a tenté de repenser le modèle social de l'entreprise, notamment en associant les organisations syndicales dans les négociations sur le référentiel de travail des agents contractuels dans le nouveau GPF. Cependant, les négociations n'ont pas été estimées suffisantes par les syndicats, ce qui a conduit à d'importantes grèves tout au long de la mise en place de la réforme, avec des répercussions encore d'actualité. En juin 2016, une grève a été conduite, durant laquelle les syndicats revendiquaient une harmonisation de la future convention collective ferroviaire par rapport aux conditions que possèdent actuellement les salariés du groupe, en vue de l'ouverture à la concurrence (Le Monde, 17 mai 2016). Cette grève a engendré un coût de plus de 250 millions d'euros pour le groupe et a touché tous les métiers, jusqu'à 80 % des effectifs (*Challenges*, décembre 2016).
- 26 Ce contexte économique et social encore prégnant à la SNCF à la période de notre recherche impacte directement le processus d'ordonnancement du personnel, comme nous le verrons par la suite dans la présentation du terrain de recherche et de ses enjeux liés aux dimensions économiques et sociales.

3.2. Une unité vente soumise à une double forme de concurrence

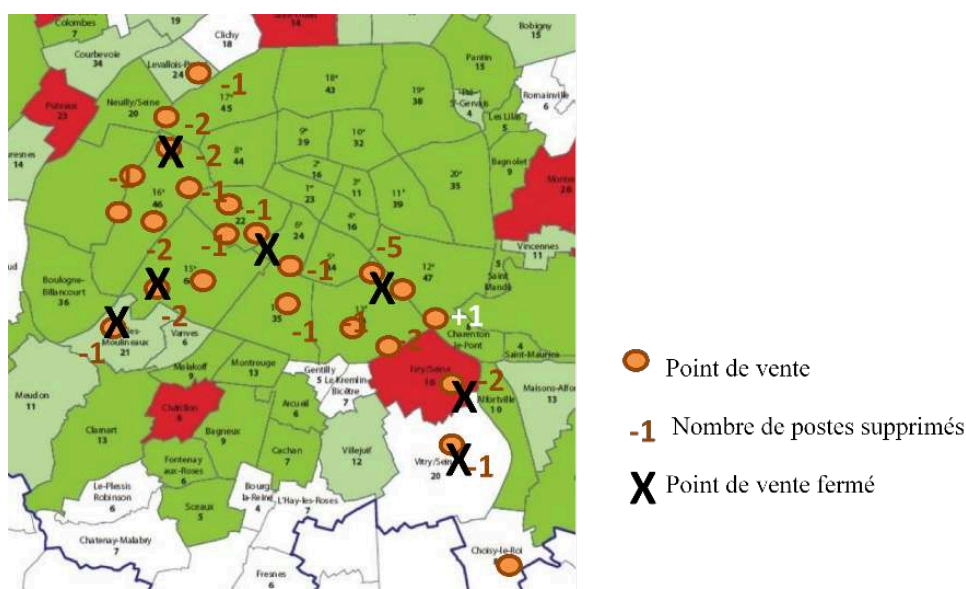
3.2.1. La flexibilisation de ressources et l'optimisation des effectifs

- 27 Cette recherche s'appuie sur une intervention réalisée dans une unité Vente du Groupe Public Ferroviaire français qui s'est déroulée entre mai 2015 et juin 2016. À cette période, cette unité Vente a en charge le développement du chiffre d'affaires et de la qualité de service de l'espace de vente en gare, ainsi que dans 14 points de vente extérieurs, répartis sur 5 secteurs, situés à Paris ou dans la proche banlieue. Il s'agit d'une activité commerciale et saisonnière, le flux client attendu étant plus important à l'approche des vacances scolaires, ainsi qu'aux mois de juillet et septembre. De même,

l'activité commerciale varie en fonction du jour de la semaine, l'affluence des clients étant plus importante les lundis, vendredis et samedis.

- 28 L'unité est également soumise à une double forme de concurrence, à la fois externe vis-à-vis de l'ouverture du transport de voyageurs à la concurrence à partir de 2019, mais aussi interne du fait des pratiques de digitalisation mises en place par l'entreprise pour répondre aux nouveaux besoins des clients. Pour y faire face, les stratégies nationales en termes de stratégies commerciales et de gestion des ressources humaines sont déclinées dans l'unité sous la forme d'une feuille de route transmise chaque année au chef d'unité. Elles traduisent la volonté de la direction d'optimiser les ressources pour s'adapter à l'évolution de la demande. Quatre évolutions majeures peuvent être relevées dans ce sens : une suppression de postes et d'emplois, une modification de l'organisation des boutiques, une polyvalence des agents commerciaux et une demande de flexibilité, en termes horaire et géographique, qui se traduit par la mise en place d'agents dits mobiles.
- 29 La volonté de réduire l'offre physique de vente au profit de l'offre digitale se concrétise par des demandes de suppressions de postes chaque année et de fermetures définitives de certains points de vente, qui conduit à la mise en place d'une organisation en flux tendus. Depuis 2011, soixante-quatre postes ont été supprimés dont huit postes de management, et neuf points de vente ont été fermés. La figure 1 présente l'évolution de l'offre physique de vente au sein de cette unité depuis 2011. Sur certains points de vente, l'application des politiques commerciales a d'abord engendré des suppressions de postes avant que les boutiques soient fermées définitivement. D'autres points de vente ont directement été fermés. Seuls deux points de vente sur les dix-sept existants au début de la recherche n'ont pas été concernés par les réductions de postes.

Figure 1 : Évolution de l'offre physique de vente au sein de cette unité Vente depuis 2011.
 Figure 1: Evolution of the physical sales offer within this Sales unit since 2011



- 30 En vue d'optimiser l'organisation des ressources disponibles et de s'adapter aux baisses d'effectifs, les organisations sont modifiées. De plus en plus de boutiques abandonnent l'alternance des quarts de travail matinée/soirée pour passer à horaires de journée (9 h-17 h).

- 31 En ce qui concerne le métier d'agent commercial, celui-ci a évolué en y associant de nouvelles missions d'accueil et de conseil afin de les rendre plus polyvalents.
- 32 En parallèle, l'unité, en déclinant les directives du groupe, a mis en place plusieurs stratégies afin de rendre flexibles les ressources humaines. Les agents mobiles, contrairement aux agents fixes, ont l'obligation de travailler sur plusieurs points de vente ou à différents horaires de travail. De plus, la manière d'organiser les agents commerciaux mobiles a été repensée afin de rendre plus flexible l'organisation. Auparavant, chaque secteur avait à sa disposition un ensemble d'agents mobiles qui ne pouvait être affecté que sur un nombre restreint de points de vente. Désormais, ces équipes mobiles ont été mutualisées afin d'étendre le périmètre géographique sur lequel elles peuvent être affectées. Lors des périodes d'affluence, l'unité peut également avoir recours à des embauches d'agents temporaires, dits saisonniers.

3.2.2. Les postes non tenus : Enjeux et contours de la demande

- 33 La demande a été exprimée par l'entreprise en termes de réduction des *postes non tenus*. Un poste est considéré comme non tenu lorsqu'il n'a pas pu faire l'objet d'un remplacement du fait d'absences (prévues ou non) d'un ou plusieurs agents commerciaux, et ce malgré les régulations mises en œuvre par les ordonnanceurs.
- 34 Au sein de cette unité, les postes non tenus constituent un des indicateurs de suivi, au même titre que le chiffre d'affaires, le panier moyen des clients ou leur niveau de satisfaction. Ces postes non tenus sont une préoccupation majeure, notamment pour les organisations syndicales qui dénoncent une dégradation des conditions de travail, car ils engendrent des situations de sous-effectifs. Pour la direction, il rend compte des résultats de l'activité d'ordonnancement. Dans un contexte de réductions des coûts et de flexibilité, l'entreprise cherche à réduire les activités les moins rentables. Ces unités, lorsqu'elles sont considérées comme non performantes, deviennent ainsi une variable d'ajustement.
- 35 L'absentéisme des agents commerciaux constitue une donnée qui favorise la compréhension de la question sous-tendue par la demande, à savoir celle de la persistance des postes non tenus dans les boutiques de vente en gare. En outre, l'absentéisme est considéré, du point de vue du chef d'unité, comme une des causes principales de postes non tenus. En parallèle des évolutions décrites précédemment, l'absentéisme pour maladie a augmenté depuis 2010, passant de 12.34 journées par agent en 2009 à 17.97 jours à la fin de l'année 2014, soit une augmentation de 45 %. Le tableau 1 présente l'évolution du nombre de jours d'absence par agent au sein de l'unité depuis 2010.

Tableau 1 : Évolution du nombre de jours d'absence par agent au sein de l'unité depuis 2010.
 Table 1: Evolution of the number of days of absence per employee in the unit since 2010

Année	2010	2011	2012	2013	2014
Nombre de jours d'absence par agent	12.34	15.86	14.01	17.90	17.97

- 36 Ces évolutions sont une préoccupation forte pour les organisations syndicales de la région qui les perçoivent comme une dégradation des conditions de travail des agents

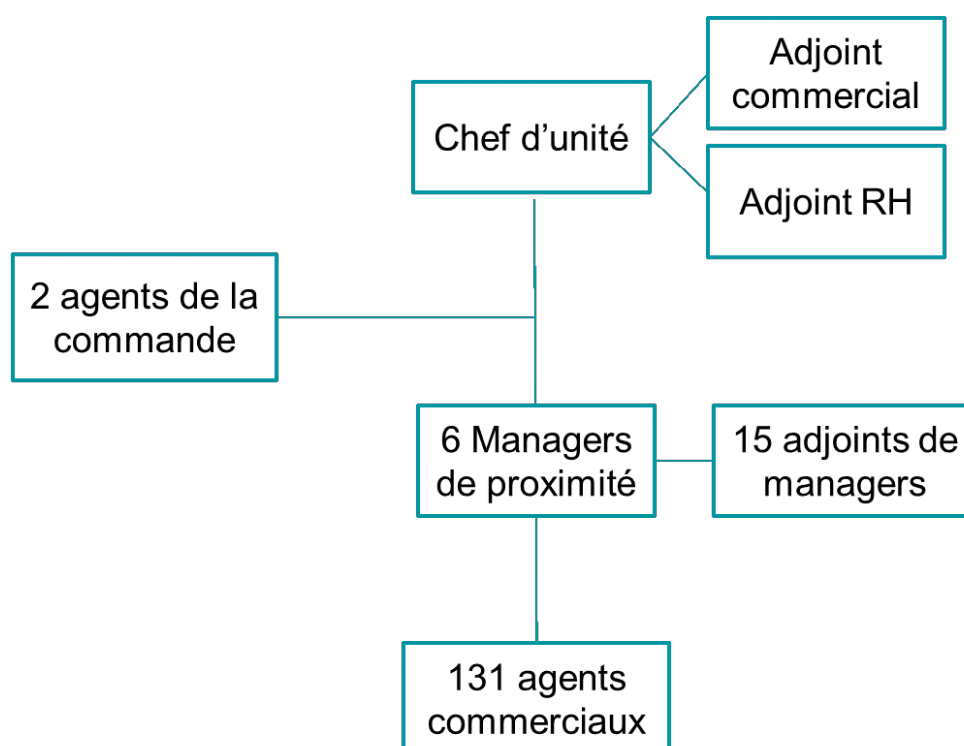
commerciaux et une menace pour leur emploi. Dans ce cadre, cinq droits d'alerte ont été déposés entre 2011 et 2015 pour cette unité en soulevant l'émergence des risques psychosociaux. Un mouvement social local a également été engagé depuis octobre 2012, prévoyant des préavis de grève tous les vendredis. En 2014, grâce à la mise en place d'un dialogue social soutenu avec la direction de l'établissement, ce mouvement avait cessé durant six mois. Depuis septembre 2014, un nouveau préavis a été déposé par les syndicats sur le motif de mauvaises conditions de travail et d'un manque d'effectifs, prévoyant des grèves tous les vendredis et samedis.

- 37 Cette demande a été reformulée et élargie pour mettre en place une démarche de compréhension et d'action qui soit centrée sur le travail de l'ensemble des acteurs impliqués dans l'activité d'ordonnancement.

3.2.3. Population étudiée

- 38 Cette unité est dirigée par un chef d'unité, d'une adjointe commerciale et d'une adjointe ressources humaines. Ils travaillent en collaboration avec les six managers de proximité qui assurent le premier niveau d'encadrement opérationnel des 138 agents commerciaux de l'unité. En parallèle, l'ordonnancement est réalisé par deux agents de la commande du personnel. Ceux-ci organisent de manière opérationnelle la production en fonction des postes prévus par l'unité. Cette organisation hiérarchique de l'unité est présentée dans la Figure 2 ci-dessous.

Figure 2 : Organisation hiérarchique de l'unité Vente.
Figure 2: Hierarchical organisation of the Sales unit



- 39 Au début de ce travail de recherche, la fonction d'ordonnancement nous a été décrite par les managers supérieurs comme regroupant les deux agents de la commande du

personnel, les agents P (43 ans, 6 mois d'ancienneté) et I (51 ans, 10 ans d'ancienneté). Nous les considérerons comme les *ordonnanceurs du niveau tactique*.

- 40 Une première phase exploratoire nous a conduits à envisager que les agents de la commande n'étaient pas les seuls opérateurs impliqués dans le processus d'ordonnancement. En effet, l'ordonnancement étant compris dans un sens collectif est distribué, nous avons considéré les managers supérieurs (chef d'unité, responsables commerciaux et RH) comme les *ordonnanceurs du niveau stratégique* qui sont chargés d'affecter les agents dits fixes (c'est-à-dire qu'ils ne travaillent que sur un seul point de vente) sur les postes ; et les managers de proximité comme les *ordonnanceurs du niveau opérationnel* qui assurent la mise en œuvre des plannings le jour de la production du service.
- 41 Dans cet article, nous nous centrerons sur les ***ordonnanceurs du niveau tactique***. En effet, étant chargés de réduire le nombre de postes non pourvus en modifiant les plans de production et qui ont une position centrale dans le processus.
- 42 Dans le référentiel de l'entreprise, leur métier est décrit selon quatre missions qui rendent compte d'un travail d'exécution : la programmation des journées de service (affectation des agents commerciaux sur les quarts de travail), la gestion des absences, l'accord et le suivi des congés, le suivi des compteurs d'absences et de congés. La réalisation de ces tâches est sous-tendue par une vision d'un environnement de production dans lequel de nombreuses informations sont disponibles et stables à l'exception des absences. Selon les managers de l'unité, ces tâches sont réalisées dans les deux mois qui précèdent l'exécution des plans de production, les tâches étant réparties de manière séquentielle entre ces deux ordonnanceurs :
- L'agent P est chargé d'accorder les congés des agents fixes et d'affecter les périodes de repos aux agents mobiles, puis de réaliser le suivi de l'utilisation réelle des agents commerciaux ;
 - L'agent I est chargé d'affecter les agents mobiles et saisonniers sur les quarts de travail et de gérer les absences.
- 43 Pour autant, les évolutions qui caractérisent le contexte de l'unité (évolution de l'offre physique de vente, mouvements sociaux, absentéisme) sont des informations qui ont des conséquences sur l'activité des ordonnanceurs de manière plus ou moins fréquente. L'individualisation des organisations et leur modification chaque année modifient les besoins et les ressources à partir desquelles l'ordonnancement est élaboré. Les absences et les mouvements sociaux sont des perturbations qui modifient la disponibilité des agents commerciaux, ce qui peut conduire les ordonnanceurs du niveau tactique à réordonnancer.

4. Méthodes

- 44 Les méthodes mises en œuvre s'inscrivent dans l'ergonomie de l'activité francophone (Daniellou, & Rabardel, 2005) et consistent dans l'analyse de l'activité d'ordonnanceurs. Comme le soulignent Crawford, MacCarthy, Wilson, et Vernon (1999), l'utilisation d'une seule méthode peut être insuffisante pour analyser finement l'activité des ordonnanceurs. Ces auteurs proposent de coupler de méthodes de verbalisation à des entretiens et des observations de l'activité de travail. Nous nous inscrivons dans cette approche de combinaisons de méthodes pour rendre compte de la nature collective et distribuée de l'ordonnancement. Celles-ci s'appuient sur i) des données de l'entreprise ;

ii) des données verbales, obtenues individuellement ou collectivement, au travers d'entretiens semi-dirigés, en dehors de leurs situations de travail ; iii) des données verbales et des actions issues de l'observation de l'activité de travail.

4.1. Méthodes de recueil

- 45 **Différentes données de l'unité** ont été recueillies, en particulier celles relatives aux postes non tenus et à l'absentéisme entre mars 2014 et octobre 2015. Ces données ont été mises en discussion avec les managers supérieurs de l'unité (chef d'unité, responsables commerciales et RH). L'objectif est de comprendre les modalités de suivi et d'évaluation chiffrées relatives aux activités d'ordonnancement, sous le prisme de l'entreprise.
- 46 Concernant l'absentéisme, une extraction des arrêts maladie déclarés par les agents commerciaux a été réalisée sur période sous forme de tableau. Celui-ci présente les agents concernés, la date et la durée de l'arrêt et le type d'absence pour maladie (maladie, congés pour enfant malade...).
- 47 Les données du tableau des postes non tenus sont obtenues à partir d'une extraction du logiciel d'élaboration des plannings des agents commerciaux, suite à la saisie des données par les ordonnanceurs (cf. Tableau 2). Dans ce tableau, chacun des postes non tenus est caractérisé par six variables : la date, la localisation en fonction de la zone et du point de vente concernés, la catégorie du poste non tenu (code), le nombre de postes non tenus recensés, l'origine attribuée par l'unité aux postes non tenus (appelées « justifications »), et les incidences en termes d'horaires sur la boutique. Le tableau 2 ci-dessous présente un extrait du tableau de suivi des postes non tenus, tel qu'il est rempli par les ordonnanceurs.

Tableau 2 : Extrait du tableau des postes non tenus de l'unité pour les 1 et 2 janvier 2014.

Table 2 : Extract from the unit's table of unstaffed positions for January 1st and 2nd, 2014

Date	Zone	Point de vente	Code	Nombre	Justifications	Incidences
01-janv	Gare	B17	FI	2	FI	Sans incidence
01-janv	Gare	B17	NT	1	MALADIE	Sans incidence
02-janv	Gare	B17	FI	3	FI	Sans incidence
02-janv	Gare	B17	NT	1	GREVE	Sans incidence
02-janv	Ouest	B8	FI	3	FI	Fermeture totale
02-janv	Ouest	B5	NT	1	ACCORD CONGES	Sans incidence
02-janv	Ouest	B7	FI	3	FI	Fermeture totale

Légende :

FI : Postes Flgés : poste sur lequel la direction prévoit de ne pas affecter d'agent commercial par avance compte tenu de l'effectif disponible

NT : Postes Non Tenus

- 48 Par la suite, une **analyse de l'activité des deux ordonnanceurs du niveau tactique** a été réalisée. Celle-ci tient compte de leurs interactions avec les autres acteurs de l'ordonnancement et les agents commerciaux
- 49 Une première campagne de huit heures d'observations ouvertes a été menée entre juillet et septembre 2015 auprès des deux ordonnanceurs du niveau tactique afin de comprendre leur rôle et leur positionnement par rapport aux autres niveaux d'acteurs qui participent à l'ordonnancement. Ces observations ont également permis de construire une grille d'observations systématiques, pour laquelle nous nous sommes

également inspirés du cadre proposé par MacCarthy, Wilson, et Crawford (2001). Ils mettent en évidence que le processus d'ordonnancement est influencé par l'environnement dans lequel celui-ci se déroule, les caractéristiques des ordonnanceurs, ce qu'ils mettent en œuvre pour gérer cet environnement, ainsi que l'approche selon laquelle l'ordonnancement est prescrit.

- 50 Vingt heures d'observations systématiques ont été réalisées. Celles-ci ont permis de couvrir une grande partie de la variabilité du processus d'ordonnancement et de prendre en compte dans les analyses les contraintes temporelles. La technique des protocoles verbaux (Hoc, & Leplat, 1983) a été utilisée. Elle consiste à demander aux ordonnanceurs de décrire à voix haute l'activité qu'ils réalisent. Lorsque les actions n'étaient pas explicitées, le chercheur pouvait demander à l'ordonnanceur de les préciser. Pour assurer l'anonymat, des pseudonymes sont utilisés dans la suite de cet article. Le relevé des observations a été réalisé à partir d'une grille d'observations qui comporte six classes d'observables : les caractéristiques de la contrainte gérée, le délai dont disposent les ordonnanceurs pour la gérer, le temps dédié à sa gestion, la manière dont la contrainte est gérée, les conséquences (par rapport à la contrainte introduite, au planning, aux points de vente).

4.2. Méthode d'analyse

4.2.1. Analyse des postes non tenus

- 51 Une analyse des postes non tenus recensés pendant un an, entre avril 2014 et mars 2015, a été réalisée afin d'en comprendre les motifs, les conséquences et ainsi caractériser la situation au sein de l'unité étudiée.
- 52 D'abord, une étape de tri a été réalisée : la demande fait référence aux catégories « postes non tenus » ainsi que les postes « non tenus pour grève », les deux impactant l'ordonnancement des quarts de travail. Nous nous sommes centrés sur ces deux types de postes non tenus, laissant de côté les « postes figés » relatifs à des journées de travaux prévisibles qui ont entraîné la fermeture de boutiques. Au total, 1957 postes non tenus et non tenus pour grève ont été recensés, ce qui représente 7.9 % des quarts de postes programmés, c'est-à-dire des postes prévus annuellement par la direction.
- 53 Chacun des postes non tenus a ensuite été caractérisé en fonction de trois critères ayant fait l'objet d'une discussion avec les managers supérieurs afin d'aboutir à une catégorisation univoque : le point de vente considéré, les motifs du poste non tenu et ses conséquences.
- 54 Le **point de vente** correspond aux 17 boutiques qui appartiennent au périmètre de l'unité Vente (B1, B2, B3... B17).
- 55 Les **motifs** ont été distingués en fonction de deux sous-critères (cf. Tableau 3). D'une part, l'origine du poste non tenu a été caractérisée selon *le type d'acteur à l'origine du poste non tenu* (direction, ordonnanceurs, agents, extérieurs à l'unité). Nous pouvons noter que par rapport à cette catégorisation, l'absentéisme des agents commerciaux représente 3 des 5 motifs des postes non tenus liés aux agents commerciaux. Pour les postes non tenus dont le motif était lié à une absence maladie, des croisements ont été réalisés avec le suivi de l'absentéisme réalisé par l'unité. Pour autant, l'absentéisme n'est pas la seule origine des postes non tenus et tous les postes non tenus ne sont pas liés aux agents commerciaux.

- 56 D'autre part, le *caractère anticipable ou non* du poste non tenu a été défini. Celui-ci permet de rendre compte du délai dont disposent les ordonnanceurs du niveau tactique pour gérer une nouvelle contrainte. A été considéré comme anticipable tout évènement ou toute contrainte qui survient plus de 3 jours avant la mise en œuvre des plannings. Selon les managers supérieurs, tous ces évènements anticipables doivent pouvoir être gérés par les ordonnanceurs du niveau tactique sans engendrer de postes non tenus. Pour autant, ce critère ne tient pas compte des ressources dont disposent les ordonnanceurs pour gérer l'évènement au moment où il survient.
- 57 Le tableau 3 présente l'ensemble des motifs des postes non tenus considérés par les managers supérieurs et classés en fonction de leur origine et de leur caractère anticipable.

Tableau 3 : Motifs retenus par l'unité, classés en fonction des critères retenus pour l'analyse.
 Table 3: Reasons retained by the unit, arranged according to the criteria selected for the analysis

Motif	Description du motif	Origine par rapport à l'unité	Caractère anticipable
Temps partiel	Le temps non travaillé par l'agent n'est pas couvert par un second agent	Direction	Oui
Mi-temps thérapeutique	Le temps non travaillé par l'agent n'est pas couvert par un second agent		
Accord congés	Un agent en congés n'a pas pu être remplacé	Ordonnanceurs	
Congés supplémentaire	Un agent en congés n'a pas pu être remplacé		
Journée équipe	Un agent parti en journée collective avec son manager n'a pas pu être remplacé		
Formation	Un agent parti en formation n'a pas été remplacé		
Organisation grève	Aucun agent n'est affecté sur le poste suite à l'organisation mise en place par les ordonnanceurs pour anticiper les journées de grève	Agent commercial	
Activité syndicale	Un agent en journée de délégation n'est pas remplacé		
Maladie	Un agent étant malade depuis plus de 3 jours n'est pas remplacé		
Enfant malade	Un agent s'occupant de son enfant malade n'est pas remplacé	Agent commercial	
Malade inopiné	Un agent étant malade depuis moins de 3 jours n'est pas remplacé		
Agent absent sans justificatif	L'agent commercial affecté n'est pas venu travaillé et n'a pas fourni de justificatif		
Erreur de planning par l'agent commercial	L'agent ne vient pas travailler car il s'est trompé de planning/ n'a pas vu les modifications sur son planning	Extérieur	
Travaux inopinés	Aucun agent n'est affecté sur le poste du fait de travaux inopinés qui ont lieu dans le point de vente		
Erreur d'ordonnement	Aucun agent n'est affecté sur le poste du fait d'une erreur d'un des ordonnanceurs	Ordonnanceurs	
Problème de logiciel	Aucun agent n'est affecté sur le poste du fait d'un problème du logiciel d'ordonnement		

- 58 Enfin, les **conséquences** des postes non tenus ont été discutées en fonction de deux critères : l'impact des postes non tenus sur les horaires des boutiques, et les effets en termes d'effectif sur le point de vente afin de connaître le nombre d'agents restants à travailler lorsqu'un ou des postes non tenus sont engendrés. Pour cela, une mise en parallèle a été faite entre le tableau des postes non tenus et les plannings réels de chacune des boutiques pour les journées de travail concernées.

4.2.2. Analyse de l'activité des ordonnanceurs

- 59 Le traitement des données d'observation a été réalisé à partir des notes prises sur la grille de recueil. Il a conduit à l'identification de « problème d'ordonnement » qui survient lorsque l'intégration d'une nouvelle contrainte conduit à faire évoluer l'ordonnement existant, soit en ajoutant une nouvelle affectation

(ordonnancement), ou en modifiant l'une des affectations déjà décidées (réordonnancement).

- 60 Les problèmes d'ordonnancement ont été retranscrits dans un tableau Excel pour être analysés. Au total, 150 problèmes d'ordonnancement ont été analysés, 99 gérés par l'agent I et 51 par l'agent P.
- 61 Pour chacun d'eux, les contraintes introduites ont été caractérisées selon deux critères (et six sous-critères) inspirés de ceux proposés par Crawford et Wiers (2001) et Chevalier et Cegarra (2008) :
- La **nature** de la contrainte, c'est-à-dire la dimension de la production à laquelle elle se rapporte (économique, commerciale, sociale, réglementaire) ;
 - L'**origine**, à savoir son mode d'introduction dans le processus :
 - des contraintes prescrites qui découlent des décisions prises en amont par les managers supérieurs ou la direction ;
 - des contraintes introduites par les ordonnanceurs eux-mêmes en fonction des objectifs qu'ils se fixent ;
 - des contraintes aléatoires relatives aux demandes supplémentaires formulées par les agents commerciaux et les événements imprévus qui surviennent.
 - La **manière dont les contraintes ont été gérées** a été analysée en fonction de deux sous-critères :
 - le réseau de contraintes mobilisé pour résoudre le problème, c'est-à-dire les informations et les contraintes sur lesquelles ordonnanceurs s'appuient pour prendre leurs décisions ;
 - la dimension collective de la prise de décision.
 - Les **résultats** obtenus en fonction de si la contrainte a été satisfaite ou non et les conséquences sur les effectifs dans les boutiques et sur leurs horaires.
- 62 La diversité des contraintes auxquelles font face les ordonnanceurs et leurs caractéristiques ont déjà été présentées (Flamard, Nascimento, Falzon, & Tirilly, 2016). Au quotidien, les ordonnanceurs du niveau tactique ont à gérer un nombre important de contraintes de nature sociale. Parmi les 150 problèmes d'ordonnancement analysés, deux tiers d'entre eux sont engendrés par l'introduction d'une contrainte de nature sociale. Les ordonnanceurs du niveau tactique cherchent à articuler cette dimension sociale aux enjeux de production (liés aux dimensions économique et commerciale).
- 63 Cet article s'attache à présenter les stratégies mises en œuvre par les ordonnanceurs pour articuler ces différentes dimensions et à les mettre en discussion au regard de l'analyse de l'indicateur des postes non tenus.

5. Résultats

5.1. Des postes non tenus à l'activité d'ordonnancement

- 64 La planification des affectations spatio-temporelles que nous étudions au travers de l'activité d'ordonnancement, soulève à la fois des enjeux économiques liés à l'organisation de la production et sociaux, relatifs à la gestion des ressources humaines. Les ordonnanceurs du niveau tactique réalisent un travail d'articulation entre ces différentes dimensions. Deux résultats saillants ressortent des analyses de leur activité. D'abord, ce travail d'articulation est permanent et est réalisé tout au long de la conception des plannings de travail. Le second est que l'articulation construite par les

ordonnanceurs est dynamique. Nous présentons ici les différentes stratégies mises en œuvre par les ordonnanceurs du niveau tactique pour articuler les enjeux économiques et sociaux en fonction de l'avancée de la conception des plannings. Pour chacune d'elles, nous mettrons en évidence le type de contraintes géré en fonction de leur nature et de leur origine, le réseau de contraintes mobilisées c'est-à-dire les décisions déjà prises ou les connaissances sur lesquelles les ordonnanceurs s'appuient pour prendre leurs décisions et le résultat de la gestion de contraintes.

5.1.1. La relation donnant-donnant : co-construire des conditions de travail acceptées

- 65 Lorsque les ordonnanceurs du niveau tactique **commencent à prendre en charge la conception des plannings** de travail, ils ont pour objectif d'affecter les agents commerciaux sur les postes en tenant compte des contraintes économiques et commerciales définies par les responsables de l'unité ainsi que les obligations légales de l'unité envers les agents telles que le nombre de repos et de congés obligatoires ou les durées de repos quotidien et hebdomadaire. Celles-ci constituent des contraintes prescrites et portent un caractère obligatoire, car elles ont été décidées en amont par la direction.
- 66 En parallèle, les ordonnanceurs du niveau tactique considèrent de nombreuses contraintes sociales liées aux caractéristiques et spécificités des agents commerciaux qu'ils gèrent. Ils construisent les plannings de travail en fonction des *compétences et de l'expérience* des agents commerciaux. Bien que ces derniers soient considérés comme polyvalents par la direction, les ordonnanceurs tiennent compte de leurs expériences et de leur ancienneté lors de la conception des plannings. Par exemple, lors des week-ends, ils cherchent à créer des équipes de travail mixte, c'est-à-dire avec des agents commerciaux titulaires dans la boutique et d'autres qui peuvent travailler sur plusieurs d'entre elles.
- 67 Pour faire leurs choix, les ordonnanceurs du niveau tactique prennent également compte de nombreuses contraintes personnelles liées aux *préférences*, horaires et de localisation, des agents commerciaux. L'exemple suivant rend compte de la prise en compte de la préférence horaire d'un agent commercial pour l'affecter sur un poste vacant :
- « Ah lui [Agent Bi] est disponible. Parfait (...) Ah ben non si je le mets de matinée, c'est sûr, il ne viendra pas. Lui il ne faut pas le faire commencer avant 13 heures sinon c'est trop tôt » (Agent P).
- 68 En complément, les ordonnanceurs du niveau tactique font le choix de satisfaire des contraintes liées à des demandes de changement de planning formulées par les agents commerciaux (contraintes aléatoires). Même s'ils n'en ont pas l'obligation, ils ont cherché à les satisfaire systématiquement. Cependant, la gestion de ce type de contraintes peut conduire à des situations de conflits entre les objectifs opérationnels de la production et les enjeux sociaux. Les ordonnanceurs du niveau tactique doivent alors réaliser un arbitrage préventif. Dans l'exemple suivant, l'agent P préfère satisfaire une demande de congés et remettre en cause une contrainte de nature opérationnelle qui était déjà satisfaite :
- « Myriam me demande de la mettre de journée ce jour-là, car elle a un rendez-vous médical. Or là elle est sur un poste de soirée. On n'a jamais eu de soucis donc je vais essayer de lui accorder, mais je vais l'appeler pour lui rappeler que c'est une

exception (...) Donc là j'enlève Myriam de son poste. Je trouverai bien quelqu'un pour la remplacer comme il me reste du temps. » (Agent P)

- 69 Dans cet exemple, l'ordonnanceur répond favorablement à la demande de l'agent, car il juge que le temps dont il dispose est suffisant pour le remplacer. À l'inverse des critères de préférence que nous avons décrits précédemment, ces choix sont explicités par les ordonnanceurs du niveau tactique auprès des agents commerciaux. Ces arbitrages découlent le plus souvent d'une négociation entre les ordonnanceurs du niveau tactique et les opérateurs afin que les deux parties puissent tirer avantage de la décision prise. Pour autant, les ordonnanceurs du niveau tactique ne satisfont pas toutes les contraintes humaines qui sont formulées. Ils réalisent également des arbitrages préventifs en faveur de contraintes de nature opérationnelle.

« En théorie, je peux lui accorder ses deux week-ends. Pour l'instant j'ai du mou, mais bon on ne sait jamais, si ça se complique je pourrai en avoir besoin. Je vais mettre sa demande de côté et on va voir comment ça évolue. » (Agent P)

- 70 L'articulation de ce type de contraintes sociales aux objectifs de production permet aux ordonnanceurs du niveau tactique de construire une relation donnant/donnant avec les agents commerciaux. Celle-ci permet d'une part de réduire l'incertitude relative à la disponibilité des agents commerciaux. En effet, dans ce contexte social sensible, si les agents commerciaux sont satisfaits de leur affectation, il y aura moins de risques qu'ils soient absents le jour de leur service. D'autre part, les ordonnanceurs du niveau tactique favorisent une articulation entre les vies personnelle et professionnelle des agents commerciaux, qui deviennent des parties prenantes pour la conception de leurs propres conditions de travail, ce qui peut être source de satisfaction et de motivation.

5.1.2. L'activité de diagnostic-pronostic : préserver des conditions de travail acceptées et acceptables

- 71 Avec l'avancée de la conception des plans de production, les ordonnanceurs du niveau tactique réalisent également une activité de diagnostic-pronostic, c'est-à-dire qu'ils prévoient la survenue de changements dans les données ou les informations qu'ils possèdent. Elle se traduit par la formulation de nouvelles contraintes directement par ces ordonnanceurs. Leurs prévisions tiennent ainsi compte des spécificités et des préférences des agents commerciaux ainsi que des implications de leurs décisions sur la santé de ces derniers. Dans l'exemple suivant, l'agent I, après avoir réordonné l'un des plannings de travail de l'agent Hugo, élargit son champ de vérification et estime que l'une des décisions n'est pas stable :

« Là en envoyant son planning à un agent, je me suis aperçu que cette opératrice, elle était de matinée et je sais qu'elle n'aime pas trop. Et les lundis, elle se met souvent en délégation [journee d'affectation possible pour les délégués syndicaux]. Pour éviter d'être embêté lundi, je vais en profiter pour mettre un autre agent, car je peux encore en bouger. » (Agent I)

- 72 L'introduction de ces nouvelles contraintes conduit les ordonnanceurs du niveau tactique à modifier partiellement les plannings, c'est-à-dire qu'ils changent les lieux ou les horaires de travail de certains agents commerciaux afin de rendre un agent commercial disponible pour être affecté sur un poste non tenu. Ils répètent cette opération pour essayer de recouvrir l'ensemble des postes à tenir. Ils nomment ce mécanisme « *les chaises musicales* ». Dans l'exemple suivant, l'ordonnanceur se crée des possibilités d'action en échangeant les affectations de plusieurs agents :

« Là c'est bon tous les postes sont tenus. Je pourrai m'arrêter là. Mais j'affine. L'affectation de l'agent 4 ne me plaît pas. Je sens qu'il ne va pas venir. Et si je le fais en prévision parce que c'est un vendredi (...) déjà je vais donner à l'agent 4 ce poste-là. Et faut que je trouve quelqu'un qui aille sur la boutique B7 à sa place. Donc là je regarde le 13 si quelqu'un déjà n'a pas d'utilisation. Alors j'ai trouvé une personne qui est affectée sur la boutique B17. Donc je lui enlève, je lui donne le poste sur la boutique B7. Et je donne à l'agent 5 qui était affecté sur le poste de la boutique B1, celui de la boutique B17, il n'y a pas de soucis. » (Agent I)

- 73 Au travers de leur activité de diagnostic-pronostic, les ordonnanceurs du niveau tactique visent à éviter la survenue de postes non tenus qui correspondent à la fois à une baisse de la production et à une dégradation de leurs conditions de travail puisque les postes non tenus correspondent à des situations de sous-effectifs. Celle-ci peut également être collective : les ordonnanceurs du niveau tactique se coordonnent pour ne pas réduire les possibilités d'action dont disposera l'agent I lorsqu'il reprendra la conception du planning après l'agent P.

5.1.3. La gestion des perturbations en temps réel : maintenir au mieux des conditions de travail acceptables

- 74 **Dans les jours qui précèdent la mise en œuvre des plans de production**, des contraintes aléatoires surviennent et sont gérées par les ordonnanceurs du niveau tactique. Ces contraintes sont quasiment toutes liées à la dimension sociale de l'affectation des postes. Elles résultent par exemple des absences pour maladie d'un agent commercial ou de la mise en grève de certains d'entre eux.

« L'agent 6 vient de m'appeler. Il est malade il ne vient ni aujourd'hui ni demain. On ne va plus avoir personne de valide. » (Agent I)

- 75 Malgré le travail d'articulation réalisé par les ordonnanceurs du niveau tactique entre les enjeux économiques et sociaux tout au long de la conception des plannings, ils ne peuvent pas toujours éviter la survenue de postes non tenus. Ils tentent alors de réduire leurs effets négatifs *en réalisant des décisions de sacrifice*, individuelles ou collectives, entre plusieurs postes qui auraient dû être ouverts aux clients.

« Il y a un poste non tenu à 7 heures lundi. L'agent Jérôme [agent mobile] fait un 8 h donc je vais demander au manager de proximité si elle veut qu'on change pour qu'on soit sûr d'assurer l'ouverture de la boutique en gare. » (Agent I)

- 76 Ces décisions visent non seulement à limiter les conséquences négatives liées à la perte de production pour l'unité, mais aussi vis-à-vis des agents commerciaux dont la charge de travail peut augmenter et qui peuvent être confrontés à l'insatisfaction des clients liée aux modifications d'horaires. Dans ces situations, la dimension collective de l'ordonnancement est une ressource essentielle. Les ordonnanceurs du niveau tactique négocient avec les agents commerciaux et les managers pour maintenir leurs possibilités d'action. L'exemple ci-dessous rend compte d'une régulation co-conçue entre l'agent I et un adjoint au manager de proximité afin de gérer une absence potentielle et de maintenir la production lors d'une journée de mouvement social.

« Ce que j'ai proposé à cet adjoint c'est de mettre l'agent 1 sur la boutique B13 en plus. Au cas où l'agent 2 ne viendrait pas. Et l'agent 3 je la prévois en plus sur la boutique B15. » (Agent I)

- 77 Cependant, dans certaines situations, les ordonnanceurs du niveau tactique peuvent ne pas disposer des marges de manœuvre suffisantes pour réaliser ce type de décision.

L'exemple suivant rend compte de cette activité empêchée lorsqu'une absence pour maladie survient le jour même de la réalisation des plans de production.

« Frédérique vient de m'appeler pour me dire qu'il était malade. Donc aujourd'hui il était sur la boutique B1, je ne peux rien faire pour eux. Je vais prévenir les autres agents. » (Agent I)

- 78 Les postes non tenus correspondent pour les agents commerciaux à des situations de sous-effectifs. Si elles sont répétées, des risques à la fois pour la santé des agents commerciaux peuvent être engendrés en lien avec une dégradation de leurs conditions de travail et de la relation de service aux usagers.

5.2. Les limites de l'analyse centrée sur l'indicateur de postes non tenus pour comprendre l'activité d'ordonnancement

5.2.1. Des usages de l'indicateur qui invisibilisent le travail des ordonnanceurs

- 79 L'évaluation de la qualité des affectations spatio-temporelles des agents commerciaux se fait par les dirigeants au travers de l'indicateur des postes non tenus, considéré comme un indicateur de suivi. Ils surveillent sur l'année l'évolution du nombre de postes non tenus et leur localisation afin de quantifier leurs conséquences sur le chiffre d'affaires de l'unité. Au travers de cet indicateur, les dirigeants tiennent compte du résultat obtenu (le nombre de postes non tenus) plutôt que du processus d'ordonnancement. En effet, leur objectif est de réduire les impacts économiques et commerciaux des postes non tenus. Pour les limiter, ils ont identifié des points de vente dits « stratégiques » sur lesquels ils souhaitent avoir le moins de postes non tenus possible. Cette priorisation repose sur l'identification des « potentiels » de chacune des boutiques par rapport aux contraintes économiques et marchandes auxquelles est soumise l'unité.

« Clairement dans des points de vente stratégique pour nous, enfin moi je pense par exemple à la boutique 5, on va plutôt mettre certains profils de vendeurs. Des gens qui... le rythme est assez soutenu donc plutôt des bons prescripteurs et qui peuvent engranger un rythme soutenu. Enfin je sais que les ordonnanceurs du niveau tactique font attention à ça. Mais ça ce n'est écrit nulle part à vrai dire » (Responsable commerciale).

- 80 D'une part, l'analyse du travail des ordonnanceurs du niveau tactique met en évidence un travail d'articulation entre les dimensions économiques et sociales de l'affectation des postes. Les stratégies mises en œuvre par les ordonnanceurs du niveau tactique reposent sur les connaissances qu'ils ont des agents dont ils conçoivent les plannings, du processus et de ses zones de fragilité. Celles-ci sont d'autant plus importantes que l'ordonnanceur est expérimenté. Compte tenu de la différence d'expérience entre les ordonnanceurs du niveau tactique, de nombreuses interactions ont ainsi été relevées entre eux durant lesquelles l'agent I explicitait ce type de connaissances à son jeune collègue.
- 81 D'autre part, les dirigeants imposent aux ordonnanceurs du niveau tactique de prendre en compte les priorisations des points de vente en fonction des contraintes marchandes, ce qui s'apparente à des contraintes prescrites obligatoires, qui peuvent entrer en contradiction avec les régulations construites par les ordonnanceurs du niveau tactique.

« Dès qu'on s'aperçoit qu'il y a deux non tenus là, c'est un arbitrage. Mais c'est un arbitrage qui est toujours le même j'ai envie de dire. S'il y a un arbitrage entre la boutique 13 et la boutique 5, c'est sûr que je vais couvrir la boutique 5, car j'ai plus de clients et donc un meilleur chiffre d'affaires. Si j'ai un non tenu entre les boutiques 16 et 5, là on est plus embêté (rires). Et on va essayer de trouver une solution pour les deux. » (Chef d'unité)

- 82 Pour montrer auprès des dirigeants l'importance des régulations mises en œuvre par les ordonnanceurs du niveau tactique, le nombre de postes non tenus pour maladie a été comparé avec celui des absences maladies déclarées sur la même période (cf. tableau 4).

Tableau 4 : Gestion des absences maladies au sein de l'unité entre janvier et avril 2015.
Table 4: Management of unit absenteeism due to illness between January and April 2015

	Janvier	Février	Mars	Avril
Postes non tenus total pour le mois	147	139	118	138
Postes non tenus ayant pour origine une absence pour maladie	69	70	60	73
Part des postes non tenus dus à une absence pour maladie (=postes non tenus pour maladie/ postes non tenus total)	46,94%	50,36%	50,85%	52,90%
Nombre d'arrêts maladie déclarés par les agents commerciaux	59	50	46	49
Nombre de journées d'arrêts (= nombre d'arrêts * durée des arrêts)	289	294	255	339
Part des absences pour maladie qui n'ont pas fait l'objet d'un remplacement (=postes non tenus pour maladie / nb journées d'arrêts)	23,88%	23,81%	23,53%	21,53%

- 83 Pour la période de janvier à avril 2015, bien qu'environ la moitié des postes non tenus ait pour origine la maladie d'un agent commercial, seulement ¼ des absences déclarées n'ont pas pu être remplacées par les ordonnanceurs du niveau tactique (entre 21.53 % et 23.88 %). Les postes non tenus qui sont tout de même engendrés traduisent la non-possibilité pour les ordonnanceurs de gérer une ou plusieurs contraintes aléatoires.

5.2.2. Des usages de l'indicateur qui nient les enjeux sociaux des affectations spatio-temporelles des agents commerciaux

- 84 Les usages qui sont faits de l'indicateur des postes non tenus par les dirigeants de l'unité reposent également sur une vision de l'humain comme un centre de coût. Selon les dirigeants de l'unité, les effectifs doivent permettre de couvrir de manière mathématique l'ensemble des postes de vente. Les affectations spatio-temporelles des agents commerciaux sont un levier pour les rentabiliser et développer le chiffre d'affaires. Selon eux, les récentes embauches faites par le chef d'unité pour atteindre cet effectif théorique auraient dû permettre d'éviter les postes non tenus.

« Un des premiers sujets sur lesquels on a travaillé, ce sont les effectifs, car on avait un manque assez flagrant d'agents [...] Et donc assez naïvement je pensais qu'en couvrant tous mes postes j'allais résoudre 99 % de mes non tenus (rires) et la réalité m'est assez vite revenue c'est-à-dire que malgré cela je me retrouve toujours avec mes non tenus. » (Chef d'unité)

- 85 Pour les dirigeants, bien que les agents commerciaux représentent un levier pour accroître le chiffre d'affaires, ils sont également considérés comme à l'origine des pertes de chiffres d'affaires liés aux postes non tenus. En effet, les dirigeants relient les postes qui ne sont pas tenus de manière causale à l'absentéisme des agents commerciaux. Selon eux, c'est en raison de ces absences que les calculs théoriques deviennent erronés et que des postes non tenus surviennent ainsi que la non-atteinte du chiffre d'affaires prévu.

« Alors il y a des postes non tenus qui s'expliquent quand même. Sur la boutique 13, on a un agent qui a plusieurs responsabilités d'ordre syndical. Et donc son poste c'est clair... elle a travaillé deux jours cette année pour l'instant. Donc son poste est toujours à couvrir. Et à un moment on y arrive plus. » (Chef d'unité)

- 86 De la même manière, la satisfaction des contraintes de nature sociale par les ordonnanceurs du niveau tactique est considérée comme superflue et pouvant engendrer une perte de temps.

« Alors à tort ou à raison, mais aujourd'hui je pense qu'on est aussi trop dans l'empathie c'est-à-dire qu'on va bouger 6 agents pour gérer un poste non tenu [...] Normalement on ne devrait pas. Nous on se dit, si je le mets là, "oh non il ne travaille pas avec un tel", donc je vais le bouger, mais je vais devoir bouger aussi lui (...) Si tout le monde allait partout, ce serait plus simple. Alors il y a ceux qui vont que sur tel point tel point et après il y a ceux qui ne travaillent pas avec un tel... Donc le truc c'est que ça devient aussi un métier trop... normalement ça devrait être de la technique alors que là c'est du subjectif. » (Chef d'unité)

« On fait beaucoup dans la dentelle en fait ici. Les ordonnanceurs du niveau tactique effectivement elle connaît bien les agents et leurs emplois du temps personnel. Donc du coup c'est "celui-là je vais l'appeler je suis sûr qu'il viendra". C'est sûr. Donc eux ils ont cette logique-là. Et nous on a plutôt une logique "on a des gros points de vente à préserver et ce sont ceux-là qu'on veut absolument ouvrir" » (Responsable commerciale)

- 87 Cette vision des ressources humaines conduit à négliger les effets à court et moyen termes sur la santé. Lors des entretiens menés avec les dirigeants, aucun n'a évoqué les conséquences sur les agents commerciaux qui sont confrontés à des situations de sous effectifs lorsqu'un poste n'est pas tenu.
- 88 Pourtant, compte tenu de la diversité des boutiques et des clients, tous les postes non tenus ne sont pas équivalents. Les effets des postes non tenus sur les agents varient en fonction du nombre d'agents restants et des conséquences horaires des postes non tenus. Bien que ces dernières soient intégrées dans l'indicateur, elles ne sont pas mises en lien avec l'activité des agents commerciaux. Par exemple, lorsqu'un point de vente est obligé d'ouvrir plus tard que l'horaire prévu, des clients peuvent faire le choix d'attendre l'ouverture et de manifester leur mécontentement auprès des agents commerciaux. C'est alors à ces derniers de gérer ces situations parfois conflictuelles.
- 89 En remettant en lien les postes non tenus recensés et les caractéristiques des boutiques, différentes situations auxquelles les agents commerciaux restants en poste sont confrontés, ont été mises en évidence. Lorsqu'un poste non tenu survient sur une boutique où trois agents devaient travailler, ceci implique que les agents devront travailler à deux sur la journée, avec une période où ils seront seuls pendant la pause déjeuner de leur collègue. En revanche, si le poste non tenu survient sur une boutique où les agents restant à travailler sont encore 3 ou 4 permet d'éviter les situations où les agents travaillent seuls. Alors que nous avons montré que ces régulations entre boutiques sont prises en compte par les ordonnanceurs du niveau tactique, sous la forme de « décisions de sacrifice », celles-ci sont invisibilisées par l'usage qui est fait de l'indicateur par les dirigeants de l'unité.
- 90 La récurrence des postes non tenus et donc des situations de sous-effectifs auxquelles font face les agents commerciaux peuvent, lorsqu'elles sont récurrentes, entraîner des risques pour leur santé. D'ailleurs, l'analyse de l'absentéisme pour maladie a également permis de souligner un changement des caractéristiques des arrêts déclarés. Les arrêts sont de plus en plus de courte durée, certains agents commerciaux s'arrêtent de plus en

plus pour un ou deux jours, mais de manière répétée. Cette évolution a des effets importants pour les ordonnanceurs qui compte tenu du caractère inopiné des absences ne disposent que de très peu de marges de manœuvre pour les gérer.

5.2.3. Une analyse de l'indicateur qui traduit le manque de travail d'articulation entre les différents niveaux de l'organisation

- 91 Bien que majoritaires, les absences des agents commerciaux ne sont donc pas les seuls motifs des postes non tenus. L'analyse des motifs des postes non tenus recensés dans l'indicateur a montré que d'autres acteurs de l'unité peuvent être impliqués dans la survenue des postes non tenus. En plus des agents commerciaux, direction, ordonnanceurs, et des personnes externes à l'unité sont impliqués dans la survenue des postes non tenus. Ainsi répartis, 40 % des postes non tenus entre avril 2014 et mars 2015 ont été engendrés par d'autres acteurs que les agents commerciaux. Les choix stratégiques faits par les dirigeants ont aussi un effet sur ceux-ci. Parmi ceux-ci, plus de 80 % portent un caractère anticipable, c'est-à-dire que celui-ci survient avant la mise en œuvre des plannings, ce qui pose la question de la manière dont les choix stratégiques, sous-jacents à cette vision financière des ressources humaines, contribuent également à la construction des postes non tenus.
- 92 La plus grande part des postes non tenus anticipables, et dont l'origine est attribuée à un autre acteur que les agents commerciaux, provient des choix faits par l'organisation pour pallier aux préavis de grève récurrents. En effet, afin d'éviter des conséquences négatives sur le chiffre d'affaires et la satisfaction clients, la direction a fait le choix de mettre en place une organisation différente les vendredis et samedis visant à garantir la continuité de service sur les points de vente considérés comme « stratégiques ». Pour cela, les agents commerciaux sont affectés sur les points de vente stratégiques sur une plage horaire unique (au lieu d'une organisation classique matin/soir). Ce choix revient à créer volontairement des situations de sureffectif. En contrepartie, la direction prend le risque d'aboutir à des situations de sous-effectifs sur les autres points de vente.
- « Ce sont des critères commerciaux où l'on vise à privilégier le potentiel commercial ou le potentiel économique. Ce qui nous importe c'est que nos plus gros points de vente continuent de tourner. » (Chef d'unité)
- 93 Cette pratique tend à renforcer les points de vente jugés comme stratégiques, tandis qu'elle fragilise les autres du point de vue de l'ordonnancement. L'analyse conjointe des postes non tenus pour grève et des plannings réels montre en effet que, sur les journées de grève, ce sont toujours les mêmes boutiques qui sont en sous-effectifs ou qui subissent une réduction d'horaires.
- 94 Plus globalement, les stratégies de réduction des postes qui sont définies annuellement contribuent à diminuer les possibilités pour les ordonnanceurs du niveau tactique de réordonnancer. En effet, en diminuant régulièrement le nombre d'agents commerciaux à travailler simultanément sur un même point de vente, ceux-ci atteignent une taille critique de 2 ou 3 agents. Dès qu'une absence ne peut pas être remplacée par les ordonnanceurs du niveau tactique, alors la boutique doit nécessairement fermer, pour toute ou partie de la journée.
- 95 Pour autant, la direction n'a pas conscience de leurs impacts sur les possibilités d'action des ordonnanceurs du niveau tactique.
- « Sur les couvertures de postes, remarque non, parce que ça, ça a un effet sur les ouvertures de boutiques, mais ça n'a pas d'effet sur les couvertures » (Chef d'unité)

- 96 Cette vision partielle et lacunaire du processus d'ordonnancement et du rôle de chacun conduit à une faible reconnaissance de la dimension collective, ce qui se traduit par un faible nombre d'échanges entre eux ou à un manque d'efficacité, pointé par les ordonnanceurs.

« Nous on nous donne les informations au dernier moment. Ils choisissent et ensuite on le met en place » (Agent I).

- 97 Les ordonnanceurs du niveau tactique ont également souligné une non-prise en compte des remontées qu'ils font aux ordonnanceurs du niveau stratégique en vue d'améliorer l'ordonnancement. Pour l'agent P, ces remontées d'informations constitueraient pourtant des alertes sur l'amélioration ou la dégradation des résultats de l'ordonnancement.

« Dans mon rôle de supervision, je participe au suivi des postes non tenus. Il y a eu une période où voilà, j'ai dit que les grèves devenaient plus importantes. Pour qu'ils puissent être vigilants pour les prochaines semaines » (Agent P).

6. Discussion-Conclusion

- 98 L'analyse de l'activité des ordonnanceurs a permis de mettre en évidence la variabilité des contraintes et des événements qui peuvent survenir au cours des journées de travail à différents moments du mois, et d'étayer ainsi les connaissances existantes sur le contenu du travail d'ordonnancement dans un contexte dynamique et incertain. Nos résultats confirment que les ordonnanceurs, ont à gérer une multitude de contraintes qui correspondent aux besoins de l'unité, des agents commerciaux et de ceux des ordonnanceurs (Cegarra, 2004 ; Forrière *et al.*, 2011 ; Guérin, 2012). Leur nombre et leur variabilité rendent les situations d'ordonnancement particulièrement complexes à gérer (Alfares, 2004 ; Schaerf, & Meisels, 1999).

- 99 Bien que ces enjeux soient déjà soulevés dans la littérature, leur articulation n'était pas discutée à notre connaissance. Celle-ci se traduit par des ajustements permanents et dynamiques. Pour cela, les ordonnanceurs du niveau tactique mettent en œuvre différentes stratégies, ce qui les conduit à modifier de nombreuses fois les plannings de travail, confirmant l'importance des réordonnements dans le travail des ordonnanceurs (Cegarra, 2004 ; Forrière *et al.*, 2011 ; Guérin, 2012). Ces résultats corroborent le rôle essentiel du facteur humain dans les activités d'ordonnancement, en permettant de faire face à l'incertitude et la complexité des situations d'ordonnancement (Cegarra, 2004 ; Guérin, 2012 ; Sanderson, 1989). En effet, les connaissances que possèdent les ordonnanceurs, que Hoc, Mebarki, et Cegarra (2004) qualifient de « non informatisables », sont essentielles pour assurer la continuité de la production. De nombreux auteurs ont également souligné l'importance des négociations menées par les ordonnanceurs avec les « destinataires » des plannings, ici les agents commerciaux (Guérin, 2012 ; Higgins, 1999). Dans le champ de l'ordonnancement du personnel, Van den Bergh, Beliën, De Bruecker, Demeulemeester, et De Boeck (2013) insistent sur les négociations avec les opérateurs sont essentielles, car elles permettent d'améliorer la satisfaction par rapport à leurs conditions de travail. Nos résultats soulignent ainsi le caractère essentiel de ce que Strauss, Fagerhaugh, Suczek et Wiener (1992) nomment « le travail d'articulation opérationnelle » fait pendant l'activité. En situation, les ordonnanceurs cherchent à articuler à la fois les différentes dimensions de la production et la diversité des logiques

d'ordonnement. Cependant, comme le pointaient déjà ces auteurs (*Ibid*), ces réglementations restent le plus souvent invisibles pour l'organisation. En revanche, le « travail d'articulation structurante » (Strauss *et al.*, 1992) reste peu développé.

- 100 Au-delà d'une description fine du travail d'articulation, l'objet de cet article est également d'apporter un éclairage nouveau à la question de l'absentéisme. Pour les entreprises, l'absentéisme constitue une baisse de la performance compte tenu des coûts de gestion qu'il entraîne ainsi que la baisse de production qu'il engendre (Brami, Damart, & Kletz, 2013). De nombreux auteurs présentent l'absentéisme comme une stratégie de préservation que les travailleurs adoptent lorsqu'ils n'ont pas ou plus la possibilité de se préserver dans leur travail (Ose, 2004). L'absentéisme étant multifactoriel, il n'existe pas de cause unique. Parmi les facteurs d'absentéisme, les conditions organisationnelles du travail sont prépondérantes pour comprendre l'ampleur que peut avoir l'absentéisme (Inan, 2013 ; Rousseau, Arezki, Bérard, Douillet, Gagné, & Lemette, 2004 ; Valeyre, 2006). Des exigences physiques et psychologiques, l'accroissement de la charge de travail, la variation des rythmes de travail sont des facteurs qui peuvent conduire à des absences (Bouville, 2010). Les résultats de la conception des ordonnancements, en ce sens qu'ils déterminent une partie des conditions de travail des agents commerciaux, peuvent représenter un de ces facteurs, car ils peuvent conduire à des horaires et des lieux de travail différents, des situations de sous-effectifs, et des changements fréquents de plannings.
- 101 Dans notre recherche, bien que l'absentéisme soit un point d'attention du chef d'unité du fait des coûts qu'il engendre, les différentes formes de flexibilité du personnel (embauches, mise en place d'équipe de remplacement, agents supplémentaires le week-end) ne permettent pas aux ordonnanceurs de gérer l'ensemble des absences et ainsi d'éviter des postes non tenus. De la même façon, Rocha, Daniellou et Nascimento (2012) mettent en évidence que dans une usine de boissons, l'absentéisme important conduit l'entreprise à mettre en défaut le système de rotations qui avait été mis en place pour prévenir la survenue des troubles musculo-squelettiques. Ce sont alors les opérateurs eux-mêmes qui s'auto-organisent pour préserver leur santé. Au sein de l'unité Vente, ce sont les ordonnanceurs du niveau tactique qui, en fin de conception des plannings, réalisent des arbitrages et des décisions de sacrifice pour limiter la dégradation des conditions de travail des agents commerciaux.
- 102 En ce sens, le travail d'articulation entre les dimensions économiques et sociales, et les stratégies sous-jacentes que nous avons décrites, mis en œuvre par les ordonnanceurs constitue un levier pour la gestion de l'absentéisme. Ils ne font pas seulement réagir aux absences inopinées des agents commerciaux. Le travail d'articulation qu'ils réalisent permet, comme nous l'avons montré, de concevoir des conditions de travail acceptables pour les agents commerciaux, grâce à la prise en compte de leurs spécificités et en les rendant acteurs de la conception. Ces résultats confirment ceux de Reboul, Delgoulet, Sutter, et Gaudart (2017) qui décrivent le travail des ordonnanceurs d'une compagnie aérienne comme une contribution à une activité de prévention primaire des troubles de santé. Comme dans cette recherche (*Ibid*), les choix faits par les ordonnanceurs du niveau tactique à un moment *t* sont majeurs pour développer la performance à plus long terme, à la fois sur le plan économique et social. La compréhension fine de ce travail d'articulation, sous-jacent à l'activité d'ordonnement, permet de passer d'une vision figée et à court terme, à une approche dynamique et à plus long terme de la gestion des ressources humaines.

- 103 Enfin, nos résultats permettent de soulever la question de la pertinence de l'indicateur des postes non tenus pour évaluer les ordonnancements. Cet indicateur qui a un poids pour l'unité, car il permet de justifier les résultats obtenus renvoie à une vision de l'ordonnement en tant que résultat obtenu à court terme. Selon nos apports, celui-ci s'avère insuffisant pour évaluer la conception des ordonnancements. Il masque les multiples articulations entre les dimensions économiques et sociales ainsi que les compétences et les connaissances des ordonnanceurs du niveau tactique qui les construisent. Ces résultats confirment les travaux qui soulignent le plus souvent un décalage entre l'activité réelle et ses conditions de réalisation d'une part ; et ce qui est mesuré au travers des indicateurs, d'autre part (Falzon, Diccio, Mollo, & Nascimento 2014 ; Fournier, Ghram, Benchekroun, & Six, 2011 ; Hubault, & Bourgeois, 2004 ; Pueyo, & Zara-Meylan, 2012).
- 104 Ces résultats offrent des perspectives de transformation à deux niveaux. D'une part, une réflexion doit être menée sur les moyens qui sont alloués aux ordonnanceurs. Parmi ces moyens, la proximité entre les agents commerciaux et les ordonnanceurs est essentielle. Bien qu'il existe un contexte favorisant le management à distance (Dujarier, 2015), les ordonnanceurs du niveau tactique ont construit au fil de l'expérience une proximité avec les agents commerciaux qui leur permet de négocier avec eux et d'éviter ainsi la survenue de postes non tenus.
- 105 D'autre part, la connaissance fine du travail d'articulation réalisé par les ordonnanceurs est un levier pour faire évoluer les pratiques des managers de l'unité quant à la gestion des ressources humaines. À partir d'une connaissance partagée du processus de gestion de la production et de la discussion des différentes logiques sous-jacentes, les acteurs de l'unité seraient mieux à même d'ajuster leurs pratiques organisationnelles pour réduire les dysfonctionnements dus à des postes non pourvus en personnel. Nos résultats confirment le travail de Samia Ourari (2011) en systèmes industriels qui soulignent l'importance des mécanismes de coordination et de coopération et l'intégration des représentations des différentes logiques dans la conception d'ordonnements robustes. Nous rejoignons également les résultats d'autres travaux menés en ergonomie sur les activités de conception (Darses, 2009 ; Darses, & Falzon, 1996) qui soulignent l'importance des mécanismes de coopération pour construire des références communes, mais aussi ceux nécessaires à la coordination des actions de chacun, surtout dans les contextes de conception distribuée (Béguin, 1994), tels que celui dont il est question dans cette recherche.
- 106 Enfin, ces connaissances sont également un levier pour penser les coopérations homme-machine dans un contexte d'ordonnement (Gacias, Cegarra, & Lopez, 2012 ; Guérin, 2012). En effet, de plus en plus, les entreprises cherchent à remplacer les ordonnanceurs humains par des algorithmes. Pour autant, nous avons montré l'importance du maillon humain. Il nous semble que l'intérêt est ici d'aider à la conception d'outils permettant de soutenir l'activité des ordonnanceurs humains.

BIBLIOGRAPHIE

- Alfares, H. (2004). Survey, Categorization, and Comparison of Recent Tour Scheduling Literature. *Annals of Operations Research*, 127, 145-175.
- Arafer (2016). *L'Arafer publie son 1^{er} rapport annuel sur le transport par autocar et les gares routières*. <http://www.arafer.fr/communiqués/larafer-publie-son-1er-rapport-annuel-sur-le-transport-par-autocar-et-les-gares-routieres/>
- Asensio-Cuesta, S., Diego-Mas, J. A., Canós-Darós, L., & Andrés-Romano, C. (2012). A genetic algorithm for the design of job rotation schedules considering ergonomic and competence criteria. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 60(9), 1161-1174.
- Askénazy, P., & Caroli, E. (2003). Pratiques « innovantes », accidents du travail et charge mentale : résultats de l'enquête française « Conditions de travail 1998 ». *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 5(1). DOI : <https://doi.org/10.4000/pistes.3349>.
- Baker, K. R. (1974). *Introduction to sequencing and scheduling*. Hoboken : John Wiley & Sons.
- Bard, J.F., & Purnomo, H.W. (2005). Preference scheduling for nurses using column generation. *European Journal of Operational Research*, 164, 510-534.
- Beaujolin, R. (1999). *Les vertiges de l'emploi*. Paris : Éditions Grasset.
- Beaujolin-Bellet, R. (2004). *Flexibilités et performances : Stratégies d'entreprises, régulations, transformations du travail*. Paris : La Découverte.
- Béguin, P. (1994). *Travailler avec la CAO en ingénierie industrielle : de l'individuel au collectif dans les activités avec instruments*. Thèse de doctorat en Ergonomie, CNAM, Paris.
- Bourmaud, G. (2006). *Les systèmes d'instruments : Méthodes d'analyse et perspectives de conception*. Thèse en Psychologie ergonomique, Université Paris 8.
- Bouville, G. (2010). Les effets de la lean production sur la santé au travail et l'absentéisme : les résultats d'une étude de cas rétrospective dans une entreprise de maintenance ferroviaire. *Actes du colloque Organisation, gestion productive et santé au travail*. Rouen, décembre.
- Brami, L., Damart, S., & Kletz, F. (2013). Santé au travail et travail en santé. La performance des établissements de santé face à l'absentéisme et au bien-être des personnels soignants. *Management Avenir*, 3, 168-189.
- Burke, E.K., De Causmaecker, P., Vanden Berghe, G., & Van Landeghem, H. (2004). The state of the art of nurse rostering. *Journal of Scheduling*, 7, 441-499.
- Cegarra, J. (2004). *La gestion de la complexité dans la planification : le cas de l'ordonnancement*. Thèse de doctorat en Psychologie ergonomique, Université Paris 8.
- Challenges.fr (2016). *SNCF : Nouvelle coupe des effectifs en 2016*. https://www.challenges.fr/entreprise/sncf-nouvelle-coupe-des-effectifs-en-2016_443391
- Chevalier, A., & Cegarra, J. (2008). Une approche psychologique de la notion de contrainte en résolution de problèmes. *Le Travail Humain*, 71(2), 173-198.
- Crawford, S., MacCarthy, B.L., Wilson, J.R., & Vernon, C. (1999). Investigating the work of industrial schedulers through field study. *Cognition, Technology & Work*, 1(2), 63-77.
- Crawford, S., & Wiers (2001). From anecdotes to theory: A review of existing knowledge on human factors of planning and scheduling. In B.L. MacCarthy & J.R. Wilson (Eds.), *Human*

performance in planning and scheduling: fieldwork studies, methodologies and research issues (pp. 15-43). London : Taylor & Francis.

Daniellou, F., & Rabardel, P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics: some traditions and communities. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(5), 353-357.

Darses, F. (2009). Résolution collective des problèmes de conception. *Le Travail Humain*, 72(1), 43-59.

Darses, F., & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. De Terssac & E. Friedberg (Eds.), *Coopération et conception* (pp. 123-135). Toulouse : Octarès.

De Snoo, C., & van Wezel, W. (2014). Coordination and task interdependence during schedule adaptation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 24(2), 139-151.

Devigne, M., Habib, J., Krohmer, C., & Brami, L. (2014). Reconnaître les régulations autonomes pour organiser le travail : l'exemple de la gestion de l'absentéisme en EHPAD. *Journal de gestion et d'économie médicales*, 32(1), 63-80.

Dietrich A., & Pigeyre, F. (2016). Management des compétences au travail : des relations contrariées. In S. Fernagu-Oudet & C. Batal (Eds.), *(R) évolution du management des ressources humaines : des compétences aux capacités* (pp. 111-121). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.

Drake, R. G. (2014). The nurse rostering problem: from operational research to organizational reality? *Journal of advanced nursing*, 70(4), 800-810.

Dujarier, M.A. (2015). *Le Management désincarné. Enquête sur les nouveaux cadres du travail*. Paris : La Découverte.

El Akremi, A., Igalens, J., & Vicens, C. (2004). Flexibilité organisationnelle : complexité et profusion conceptuelles. In R. Beaujolin-Bellet (Ed.), *Flexibilités et performances : Stratégies d'entreprises, régulations, transformations du travail* (pp. 21-50). Paris : La Découverte.

Ernst, A.T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., & Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European Journal of Operational Research*, 153, 3-27.

Erschler, J., & Thuriot, C. (1992). Approche par contraintes pour l'aide aux décisions d'ordonnancement. In G. de Terssac & P. Dubois (Eds.), *Les nouvelles rationalisations de la production* (pp. 249-266). Toulouse : Cepaduès éditions.

Esquirol, P., & Lopez, P. (1999). *L'ordonnancement*. Paris : Economica.

Everaere, C. (2012). Flexibilité appliquée aux ressources humaines. Compatibilités et contradictions. *Revue française de gestion*, 221, 13-32.

Falzon, P., Diccicchio, A., Mollo, V., & Nascimento, A. (2014). Qualité réglée, qualité gérée. In D. Lhuillier (Ed.), *Qualité du travail, qualité au travail* (pp. 27-40). Toulouse : Octarès.

Flamard, L., Nascimento, A., Falzon, P., & Tirilly, G. (2016). Les dimensions économiques et sociales de l'affectation de postes : la gestion de contraintes pour un ordonnancement de qualité. *Actes du 51^e Congrès de la SELF*, Marseille, France.

Forrierre, J., Anceaux, F., Cegarra, J., & Six, F. (2011). L'activité des conducteurs de travaux sur les chantiers de construction : ordonnancement et supervision d'une situation dynamique. *Le Travail Humain*, 74, 283-308.

Forrierre, J., Pelayo, S., Six, F., & Anceaux, F. (2013). Questionnements méthodologiques et théoriques liés à la comparaison des activités individuelles et coopératives de binômes d'acteurs

de différents secteurs d'activité. *Actes du Congrès Épique : Activités humaines, technologies et bien-être*, Bruxelles, 10-12 juillet.

Fournier, C., Ghram, R., Benchekroun, T.-H., & Six, F. (2011). Tension entre indicateurs de production et indicateurs de sécurité : Le cas de la certification d'une entreprise tunisienne. *Activités*, 8(1), 44-61. DOI : <https://doi.org/10.4000/activites.2457>.

Gacias, B., Cegarra, J., & Lopez, P. (2012). Scheduler-oriented algorithms to improve human-machine cooperation in transportation scheduling support systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2(4), 801-813.

Guérin, C. (2012). *Gestion de contraintes et expertise dans les stratégies d'ordonnancement*. Thèse de doctorat en Psychologie ergonomique, CNRS Nantes.

Guéry, L., Mercier, E., Mottay, D., & Schmidt, G., 2004. Flexibilité et performances dans les centres d'appels : le cas de France-Télécom. In R. Beaujolin-Bellet (Ed.), *Flexibilité et performances : stratégies d'entreprises, régulations, transformations du travail* (pp. 115-135). Paris : Éditions la Découverte.

Higgins A (1996). *Optimisation of Train Schedules to Minimise Transit Time and Maximise Reliability*. Thèse de doctorat, Queensland University of Technology.

Higgins, P. G. (1999). *Job shop scheduling: Hybrid intelligent human-computer paradigm*. Thèse de doctorat en philosophie. University of Melbourne.

Hoc, J.M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

Hoc, J.M., Mebarki, N., & Cegarra, J. (2004). L'assistance à l'opérateur humain pour l'ordonnancement dans les ateliers manufacturiers. *Le Travail Humain*, 67(2), 181-208.

Hoc, J.M., & Leplat, J. (1983). Evaluation of different modalities of verbalization in a sorting task. *International Journal of Man-Machine Studies*, 18, 283-306.

Hubault, F., & Bourgeois, F. (2004). Disputes sur l'ergonomie de la tâche et de l'activité, ou la finalité de l'ergonomie en question. *Activités*, 1(1). DOI : <https://doi.org/10.4000/activites.1149>.

Inan, C. (2013). Les absences au travail des salariés pour raisons de santé : un rôle important des conditions de travail. *Dares analyses*, 9, 1-10.

Ingels, J., & Maenhout, B. (2017). The impact of overtime as a time-based proactive scheduling and reactive allocation strategy on the robustness of a personnel shift roster. *Journal of Scheduling*, 1-23.

Jackson, S., Wilson, J.R., & MacCarthy, B.L. (2004). A New Model of Scheduling in Manufacturing: Tasks, Roles, and Monitoring. *Human Factors*, 46(3), 533-550.

Kohl, N., & Karisch, S. E. (2004). Airline crew rostering: Problem types, modeling, and optimization. *Annals of Operations Research*, 127(1), 223-257.

Kouider, A., Ourari, S., Bouzouia, B., & Mihoubi, M. (2012). Approche multi-agents pour l'ordonnancement dynamique d'atelier de production. *Proceedings of 9th International Conference on Modeling, Optimization & SIMulation*, Bordeaux, 6-8 Juin.

Lapègue, T. (2014). *Planification de personnel avec affectation de tâches fixées : méthodes et application dans un contexte médical*. Thèse de doctorat en recherche opérationnelle, École Nationale Supérieure des mines de Nantes.

Laporte, G. (1999). The art and science of designing rotating schedules. *Journal of Operational Research Society*, 50, 1011-1017.

- Lemonde.fr (2016). *SNCF : les raisons de la grève, l'état du trafic*. http://www.lemonde.fr/societe/article/2016/05/17/a-la-sncf-des-appels-a-la-greve-desordonnes_4920728_3224.html
- Lezaun, M., Pérez, G., & Sainz de la Maza, E. (2007). Rostering in a rail passenger carrier. *Journal of Scheduling*, 10, 245-254.
- Lezaun, M., Pérez, G., & Sainz de la Maza, E. (2010). Staff rostering for the station personnel of the railway company. *Journal of the Operational Research Society*, 61, 1104-1111.
- MacCarthy, B.L., Wislon, J.R., & Crawford, S. (2001). Human performance in industrial scheduling: A framework for understanding. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 11(4), 299-320.
- McKay, K. N., Safayeni, F. R., & Buzacott, J. A. (1988). Job-shop scheduling theory: What is relevant? *Interfaces*, 18(4), 84-90.
- McKay, K.N., & Wiers V.C.S. (2001). Decision support for production scheduling tasks in shops with much uncertainty and little autonomous flexibility. In B.L. MacCarthy & J.R Wilson (Eds.), *Human performance in planning and scheduling: fieldwork studies, methodologies and research issues*. (pp. 165-177). London : Taylor and Francis.
- Meisels, A., & Kaplansky, E. (2004). Iterative restart technique for solving timetabling problems. *European Journal of Operational Research*, 153, 41-50.
- Mérin, S. (2000). Les aspects collectifs de l'ordonnancement dans une industrie pharmaceutique : de l'organisation formelle à l'activité de travail. In B. Mélier & Y Quéinnec (Eds.), *Actes de la 35^e Congrès de la SELF « Communication et Travail »*, Toulouse, 22-24 septembre.
- Nascimento, A., & Falzon, P. (2009). Produire la santé, produire la sécurité. Récupérations et compromis dans le risque des manipulatrices en radiothérapie. *Activités*, 6(2).
- Ose, S. O. (2004). Working conditions, compensation and absenteeism. *Journal of Health Economics*, 24, 161-188. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2004.07.001>
- Ourari, S. (2011). *De l'ordonnancement déterministe à l'ordonnancement distribué sous incertitudes*. Thèse en automatique/robotique, Université Paul Sabatier-Toulouse III.
- Pueyo, V., & Zara-Meylan, V. (2012). Impacts d'outils de gestion sur la conduite de cultures en pépinière. *Activités*, 9(1), 1-20. DOI : <https://doi.org/10.4000/activites.120>.
- Rocha, R., Daniellou, F., & Nascimento, A. (2012). La rotation et les stratégies collectives de préservation de la santé développées par des opérateurs d'une usine de boissons. *Activités*, 9(2). DOI : <https://doi.org/10.4000/activites.304>.
- Reboul, L., Delgoulet, C., Sutter, S., & Gaudart, C. (2017). Ordonnancement et prévention primaire dans une compagnie de transport aérien : Articuler santé et compétences à court et long termes. *Actes du 52^e Congrès de la SELF : Présent et Futur de l'Ergonomie*, Toulouse, 20-22 septembre.
- Rousseau, T., Arezki, S., Bérard, D., Douillet, P., Gagné, B., & Lemettré, C. (2004). *L'absentéisme : Outils et méthodes pour agir*. Lyon : Éditions ANACT.
- Sanderson, P.M. (1989). The human planning and scheduling role in advanced manufacturing systems: An emerging human factor domain. *Human Factors*, 31(6), 635-666.
- Schaerf, A., & Meisels, A. (1999). Solving employee timetabling problems by generalized local search. *Proceedings of the Congress of the Italian Association for Artificial Intelligence*. pp. 380-389. Berlin : Springer.

- Six, F., & Fourot, C. (2000, septembre). Le conducteur de travaux entre prescription du client, prescription de l'entreprise et conception-réalisation du chantier. In B. Mélier & Y. Quéinnec (Eds.), *Actes de la 35^e congrès de la SELF « Communication et Travail »*. pp. 207-217. Toulouse, France.
- Stefik, M. (1981). Planning with constraints (MOLGEN: Part 1). *Artificial Intelligence*, 16, 111-140.
- Strauss, A., Fagerhaugh, S., Suczek, B., & Wiener, C. (1992). Le travail d'articulation. *La trame de la négociation. Sociologie qualitative et interactionnisme, Textes réunis et présentés par Isabelle Baszanger*. Paris : L'Harmattan, 191-244.
- Valax, M.F., & Cellier, J.M. (1992). Aides à l'organisation du travail dans les ateliers : problèmes du décalage entre prévision et réalisation. In G de Terssac & P. Dubois (Eds.), *Les nouvelles rationalisations de la production* (pp. 121-137). Toulouse : Cépaduès éditions.
- Valeyre, A. (2006). *Conditions de travail et santé au travail des salariés de l'Union Européenne : des situations contrastées selon les formes d'organisation*. Rapport du Centre d'Études et de l'Emploi, n° 73. <http://www.cee-recherche.fr>
- Van Daele, A., & Carpinelli, F. (2001). La planification dans la gestion des environnements dynamiques : quelques apports récents de la psychologie ergonomique. *Psychologie Française*, 4(2), 143-152.
- Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., & De Boeck, L. (2013). Personnel scheduling : A literature review. *European Journal of Operational Research*, 226, 367-385.
- van Wezel, W., & Jorna, R.J. (2009). Cognition, tasks, and planning: supporting the planning of shunting operations at Netherlands railways. *Cognition, Technology & Work*, 11, 165-176.
- Vézina, N. (2003). La rotation, est-ce une solution ? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 5(2). DOI : 10.4000/pistes.3310
- Vieira, G.E., Herrmann, J.W., & Lin, E. (2003). Rescheduling manufacturing systems: A framework of strategies, policies and methods. *Journal of scheduling*, 6, 39-62.
- White, C.A., Nano, E., Nguyen-Ngoc, D.H., & White, G.M. (2006). An evaluation of certain heuristic optimization algorithms in scheduling medical doctors and medical students. In E.K. Burke & H. Rudova (Eds.), *International Conference on the Practice and Theory of Automated* (pp. 105-115). Berlin : Springer.
- Wiers, V.C.S. (1996). A quantitative field study of the decision behaviour of four shop floor schedulers. *Production Planning & Control : The management of Operations*, 7(4), 383-392.
- Woods, D. D. (2006). Essential characteristics of resilience. In E. Hollnagel, D.D. Woods, & Leveson N. (Eds.), *Resilience engineering: Concepts and precepts* (pp. 21-33). Aldershot, UK: Ashgate.

RÉSUMÉS

La construction des plannings de travail, aussi appelée ordonnancement du personnel, soulève de multiples enjeux, tant économiques que commerciaux ou encore sociaux. Elle représente notamment un levier pour construire des conditions de travail satisfaisantes. Au lieu de s'intéresser aux impacts de l'absentéisme sur l'activité des agents présents au travail, comme fréquemment discuté dans la littérature ergonomique, le but de cet article est de présenter l'activité de conception de ces plannings de travail, c'est-à-dire celle d'ordonnanceurs d'une grande entreprise ferroviaire dans un contexte de flexibilité et de compétitivité accrues.

À partir de l'analyse de leur activité, nous montrons comment les ordonnanceurs développent un travail d'articulation à la fois entre les différents acteurs concernés par les plannings, mais

également entre les différentes dimensions de la production (économique, commerciale, sociale...) afin de construire des plannings acceptables et acceptés. Ce travail d'articulation constitue alors un levier pour la gestion de l'absentéisme et la prévention des troubles de santé chez ces opérateurs.

Conjointement ces régulations sont mises au regard avec l'indicateur de pilotage utilisé par l'organisation pour rendre compte de cette activité d'ordonnement. Le contraste des analyses d'activité avec celles issues des indicateurs de suivi mis en place au sein de l'unité montre que ces articulations sont souvent masquées, et peuvent se montrer en contradiction avec les décisions de la direction.

The construction of work schedules, also known as personnel scheduling, raises several economic, commercial and social issues. In particular, it represents a lever for building satisfactory working conditions. Instead of focusing on the impacts of absenteeism on the activity of agents present at work, as frequently discussed in the ergonomic literature, the purpose of this article is to present the activity of designing these work schedules, i.e. that of schedulers in a large railway company in a context of increased flexibility and competitiveness.

Based on the analysis of their activity, we show how schedulers develop a work of articulation both between the different actors concerned by the schedules, and between the different dimensions of production (economic, commercial, social, etc.) in order to build acceptable and accepted schedules. This articulation work thus constitutes a lever for managing absenteeism and for preventing health problems among the operators in question.

At the same time, these regulations are compared with the management indicator used by the organization to report on this scheduling activity. The contrast between the activity analyses and those resulting from the monitoring indicators set up within the unit shows that these links are often hidden and can be inconsistent with management decisions.

INDEX

Keywords : scheduling, economic and social dimensions, evaluation, human resource management, health

Mots-clés : ordonnancement, dimensions économiques et sociales, indicateur, gestion des ressources humaines, santé

AUTEURS

LAËTITIA FLAMARD

CNAM, 41 rue Gay Lussac, 75 005 Paris, laetitia.flamard@wanadoo.fr

ADÉLAÏDE NASCIMENTO

CNAM, 41 rue Gay Lussac, 75 005 Paris, adelaide.nascimento@lecnam.net

PIERRE FALZON

CNAM, 41 rue Gay Lussac, 75 005 Paris, pierre.falzon@lecnam.net

GHISLAINE TIRILLY

SNCF, 2 place aux Etoiles, 93 200 Saint-Denis, ghislaine.tirilly@sncf.fr

Apprendre dans des interactions avec de multiples participants : la formation pratique des éducatrices et éducateurs de l'enfance

Learning through complex participatory configurations: the vocational training of early childhood educators during internships

Marianne Zogmal

NOTE DE L'ÉDITEUR

Article soumis le 13 mai 2019, accepté le 16 décembre 2019

- 1 Les métiers de la prise en charge d'autrui, de l'éducation, des soins ou du travail social, impliquent d'interagir avec les bénéficiaires du travail. Ces interactions peuvent se dérouler à deux, lors d'un entretien ou par un accompagnement individualisé. Cependant, dans beaucoup de champs professionnels, le travail auprès des bénéficiaires de la prise en charge s'effectue dans un contexte interactionnel regroupant de multiples participants. Par ailleurs, les dispositifs de formation dans les métiers de la prise en charge d'autrui prévoient généralement des stages de formation pratiques dans la situation de travail. Dans les contextes de ces formations pratiques, les apprenants se trouvent alors dans des situations où la dimension collective est particulièrement prégnante.
- 2 Ceci concerne notamment les professionnelles de l'éducation de l'enfance¹. Pendant leur parcours de formation, les éducatrices de l'enfance formées en Suisse à un niveau d'études supérieures effectuent plusieurs stages de formation pratiques dans les structures d'accueil de la petite enfance. Elles découvrent un contexte collectif, regroupant de nombreux enfants et plusieurs professionnelles. La présence simultanée de multiples participants à une activité en cours constitue pour les éducatrices en

formation un défi et offre des opportunités d'apprentissage. La situation de stage nécessite de savoir varier les adressages, de tenir compte des conduites de plusieurs participants pour s'insérer dans le déroulement des interactions. Il s'agit d'effectuer un travail éducatif orienté vers les enfants, tout en s'engageant dans un processus formatif. Dans la réalisation des activités éducatives auprès des enfants, les interactions avec les enfants ne peuvent pas être suspendues longuement pour aborder une dimension formative. Dès lors, les aspects éducatifs et formatifs s'imbriquent et constituent « une activité institutionnelle hybride » (Markaki-Lothe & Filliettaz, 2017, p. 81).

- 3 La présence simultanée de nombreux participants, enfants et professionnelles, pose des problèmes pratiques aux étudiantes en formation. En évoquant à l'occasion d'une session de formation à l'école professionnelle la situation du stage abordée ci-après, l'étudiante en formation considère qu'il ne pas toujours simple de « trouver sa place », et que les membres de l'équipe éducative procèdent à de fréquentes interruptions du travail : « *ils sont beaucoup. en fait . cette équipe. dans l'intervention avec les autres . ils ne laissent pas forcément- . eh . les adultes continuer dans leur intervention.* » A l'occasion d'un entretien collectif avec d'autres étudiantes stagiaires, elle considère aussi qu'à certains moments, les interventions de sa référente professionnelle ou d'autres professionnelles de l'équipe peuvent perturber son action : « *ça m'a un peu . un peu dérangé . en fait . parce que j'avais envie de trouver moi* ». Ces remarques illustrent qu'en tant qu'apprenant, il n'est pas toujours aisé de s'insérer dans un contexte collectif, de participer à une activité, de maintenir sa participation, d'ajuster et de réorienter ses conduites dans des situations avec de multiples participants.
- 4 Dans des environnements interactionnels complexes regroupant de multiples participants, se former nécessite de pouvoir accéder et contribuer de manière pertinente et légitime au déroulement des interactions. Pour étudier ces situations, cet article est centré a) sur la problématique des interactions avec de multiples participants dans le champ de l'éducation de l'enfance et b) sur l'étude de l'activité des stagiaires. Il explore la manière dont les stagiaires peuvent trouver une place dans des interactions regroupant une diversité de personnes et comment elles apprennent à interagir dans un contexte professionnel complexe. Cet article s'inscrit dans une relation de complémentarité avec des recherches antérieures portant sur les situations de formation dans le contexte du travail, mais qui avaient davantage porté sur l'activité des tuteurs (Filliettaz *et al.* 2014).
- 5 Comment les interactions avec de multiples participants se déroulent-elles lors des activités éducatives menées auprès des enfants ? Comment les apprenants arrivent-ils à y participer et à s'ajuster à ce qui se passe ? Pour répondre à ces différents questionnements, cet article mobilise la notion de participation, qui s'inscrit au croisement de différentes traditions et perspectives théoriques. Les travaux portant sur la formation en situation de travail considèrent la participation des novices aux activités en cours comme un élément fondamental pour favoriser les apprentissages. Comment cette participation se déploie-t-elle dans les pratiques quotidiennes ? Le présent article vise à étudier comment une perspective interactionnelle peut contribuer à enrichir la compréhension de la notion de participation à travers une analyse fine des dynamiques interactionnelles. En considérant que « la compétence interactionnelle se manifeste dans les modes de participation à l'action en cours » (Mondada, 2006, p. 95), il s'agit d'éclairer les processus déployés pour y parvenir.

- 6 En premier, cet article aborde les travaux s'intéressant à la formation dans des situations de travail et qui étudie les processus d'apprentissage en tant que participation à des communautés de pratique (1). Pour suivre, il présente la notion de participation dans des contextes professionnels avec de multiples participants dans une perspective interactionnelle (2). Les orientations théoriques et méthodologiques d'une perspective interactionnelle permettent notamment de présenter certaines modalités de participation (2.2.) et la notion de configuration de participation (2.3). L'analyse détaillée des données empiriques cherche ensuite à montrer la dimension dynamique de ces modalités de participation et à faire ressortir le caractère complexe des situations de formation dans des contextes de travail qui s'inscrivent dans des environnements interactionnels impliquant de multiples participants (3). En reprenant l'analyse empirique sur un plan plus général, le regard analytique porte ensuite sur les phénomènes de fluctuations dans la participation de la stagiaire. Il s'agit d'étudier comment celle-ci maintient la progressivité de l'activité, tout en s'ajustant continuellement à ce qui se passe (4). Ces différents éléments sont finalement mis en perspective pour interroger les liens entre la notion de participation et les enjeux de la formation en situation de travail (5).

1. L'apprentissage comme participation à des communautés de pratique

- 7 Selon de nombreuses recherches menées à propos de l'apprentissage en situation de travail, la formation ne saurait se réduire à une activité de transmission de connaissances. Ainsi, « apprendre ne consiste pas à assimiler des informations et des raisonnements transmis par des acteurs expérimentés, mais revient à participer de manière adéquate aux activités propres à la situation, en exploitant les ressources disponibles dans l'environnement » (Filliettaz, de Saint-Georges, & Duc, 2008, p. 45). La notion de participation est centrale pour étudier comment les apprenants peuvent accomplir des activités de travail, s'ajuster et se coordonner avec les professionnelles présentes, s'inscrire dans un fonctionnement d'une organisation de travail. Les collectifs de travail forment des « communautés de pratique » qui tendent à partager un système d'attentes normatives et comportementales traduisant des normes, des croyances, des valeurs et des attitudes spécifiques (Lave & Wenger, 1991 ; Wenger, 1999). Participer aux activités d'une communauté de pratiques peut ainsi permettre de se confronter aux manières d'interagir, d'accomplir des actions conjointes et de tenir compte des attentes existantes. Les apprentissages « se rapportent nécessairement à des pratiques sociales identifiables et s'inscrivent par conséquent **au cœur des groupes** d'individus qui s'y trouvent engagés » (Filliettaz *et al.*, 2008, p. 53). Cependant, il ne suffit pas d'être simplement présent dans un contexte professionnel pour qu'un apprentissage se réalise :

« L'expression : "apprendre sur le tas" est de ce point de vue relativement trompeuse. On apprend certes sur le terrain, en se frottant aux situations, mais toute acquisition de routines performantes, reconnues comme telles par le milieu de travail, suppose des tâtonnements, des rectifications d'erreurs, un minimum de retour sur la manière de s'y prendre, des conseils donnés formellement ou informellement par quelqu'un qui maîtrise déjà les bonnes routines, etc. Bref, un apprentissage » (Zarifian, 2001, pp. 154-155).

- 8 Élaborer la définition d'une situation, attribuer une signification à ce qui se passe et déceler les attentes normatives d'un collectif de travail ne peut s'effectuer de façon solitaire par un apprenant isolé. Il s'agit ici de processus qui se déroulent dans les interactions, se co-construisent dans une interdépendance de tous les participants dans un contexte donné. Pour apprendre à participer à des situations de travail, « le rôle des autres est déterminant » (Mayen, 2002, p. 87). L'apport d'autrui introduit une médiation entre l'apprenant et le contexte professionnel qu'il découvre. Les interventions d'autrui sont parfois bienvenues pour les stagiaires, ou, à d'autres moments, dérangeantes. Dans tous les cas, elles constituent des « ruptures » dans l'activité de la personne en formation, entre ce qu'elle prévoit et ce qui se réalise effectivement (Pastré, Mayen, & Vergnaud, 2006). Les phénomènes de médiation par des praticiens expérimentés peuvent se dérouler dans des dispositifs de formation institués ou de façon plus informelle dans des collectifs de travail. Dans la réalité des stages professionnels, le tutorat n'est pas exercé uniquement par une personne désignée, revêtant un statut de tuteur, mais s'accomplit également de façon distribuée, par l'ensemble des acteurs présents. Ces phénomènes d'un tutorat distribué influencent sur les modalités de participation des étudiantes en formation.

2. Une perspective interactionnelle sur des contextes professionnels avec de multiples participants

- 9 Dans une perspective interactionnelle, la notion de participation renvoie aux modalités d'accès et de contributions des individus aux interactions dans lesquelles ils prennent part. Les interactions sont centrales dans les métiers de la prise en charge d'autrui, ainsi que dans les pratiques de formation professionnelle qui y préparent. Interagir contribue à s'ajuster mutuellement, à se coordonner, à réaliser des activités conjointes, mais également à faciliter la participation de chacun, à rendre visibles les éléments saillants d'un contexte donné.
- 10 Pour étudier ces phénomènes, la perspective interactionnelle adoptée s'appuie sur une description ethnographique des pratiques réelles ainsi que sur un recueil d'enregistrements audio-vidéo de situations de travail et de formation. Dans cet article, l'analyse des interactions vise à mieux comprendre les enjeux de travail et de formation et offre des moyens théoriques et méthodologiques pour étudier les processus en jeu. Pour documenter la dynamique de l'activité dans son déploiement séquentiel et les modalités de participation des différents interactants, les interactions sont étudiées comme des activités situées, accomplies de façon collective et au moyen de multiples ressources sémiotiques (Filliettaz, 2014 ; Filliettaz *et al.*, 2008). L'analyse des conduites interactionnelles, dans l'ordre où elles se présentent, permet de caractériser les interactions dans leurs conditions d'accomplissement temporellement ordonnées, et dans leur déroulement étape par étape. En ce qui concerne l'aspect collectif, il est inhérent à toute situation interactionnelle ce qui est notamment souligné par les tenants de l'analyse conversationnelle (Sacks, Schegloff, & Jefferson, 1974). Cependant, dans une large mesure, leurs analyses portent « sur une interaction [talk-in-interaction] homogène et focalisée » (Grosjean & Traverso, 1998, p. 52). Les situations avec de multiples participants complexifient le déroulement interactionnel et son analyse. En se centrant sur ces contextes complexes, il semble essentiel de tenir compte

des éléments liés à la définition de la situation et aux phénomènes d'adressage, de focalisation et de figuration.

2.1. Les modalités de participation dans des situations d'interaction avec de multiples participants

a) La définition de la situation

- 11 Participer à une interaction, à une activité collective, nécessite d'identifier ce qui se passe. Les travaux d'Erving Goffman portant sur le « cadrage de l'expérience » abordent comment les participants à une interaction s'organisent pour délimiter « une définition de situation » (Goffman, 1991, p. 19). Les définitions de la situation ne se font que rarement de façon explicite, mais se construisent dans le cours de l'interaction et se présentent donc « comme un produit de l'interaction » (Vion, 2000, p. 104). Les modalités de participation des interactants constituent des « définitions incarnées dans le formatage spécifique des actions des participants » (Mondada, 2017, p. 323). Les cadres de l'expérience revêtent un aspect de « vulnérabilité » (Goffman, 1991) lors de leur mobilisation dans les interactions situées. La pluralité des participants renforce l'aspect incertain et « vulnérable » des cadrages de l'expérience et la complexité des modalités pour définir ce qui est en train de se passer. Il est possible que plusieurs cadres émergent simultanément et leur pertinence varie selon le contexte. Les différents participants à une interaction comprennent parfois différemment les définitions d'une situation ou se méprennent sur ce qui se passe. Dans certaines situations, plusieurs cadres s'imbriquent ou se superposent et les différents participants à une interaction peuvent s'y inscrire de façon diverse. Ainsi, les cadres de l'expérience sont amenés à donner lieu à des négociations, à se modifier, à être validés ou contestés et fluctuent dans le déroulement des interactions.

b) L'adressage

- 12 L'aspect fluctuant des interactions avec de multiples participants est également abordé par les travaux de Goffman (1987) qui s'intéressent au « cadre participatif » d'une interaction et au statut participatif de chacun des participants, regroupés dans un espace perceptif commun. Pour interagir, l'un s'adresse à l'autre. Un participant à l'interaction peut s'adresser à l'ensemble des interactants présents, s'adresser individuellement à l'un, écouter un autre. De même, les autres interactants varient leurs adressages. La « position énonciative » de chacun des interactants se modifie donc sans cesse et peut notamment différencier des participants ratifiés ou non (Goffman, 1987, p. 141). Un interactant peut rendre clairement manifeste à qui il s'adresse et constitue ainsi son interlocuteur en tant que participant ratifié, adressé directement. A certains moments, des énoncés peuvent être adressés à l'un des interactants, mais concerner un autre des participants présents. Il s'agit alors d'un participant ratifié et adressé indirectement. Certains participants sont des témoins non ratifiés, lorsqu'ils surprennent ou épient une interaction. Ces distinctions entre adressages directs et indirects constituent des catégories distinctes. Les travaux de Traverso considèrent ces différentes positions énonciatives « en termes de gradualité » et introduisent notamment un « degré de ratification » et un « degré d'adresse » (Traverso, 1997). Les travaux de Goodwin (2007) élargissent également les travaux de Goffman et dépassent une typologie des participants entre locuteurs et destinataires. En s'intéressant aux

phénomènes de co-construction entre co-interactants, les recherches de Goodwin abordent les formes d'actions déployées de façon dynamique par les participants à l'interaction, pour se rendre mutuellement manifeste leur compréhension des conduites interactionnelles de chacun. Dans les interactions situées, les participants élaborent, co-construisent et négocient les positions d'énonciation, de destinataire ou de témoin et identifient de façon située qui s'adressent à qui. Ainsi donc, les fluctuations des adressages et la complexité des positions d'énonciation augmentent dans des situations avec de multiples participants.

c) La focalisation

- 13 De façon complémentaire à ces positions énonciatives, les situations d'interactions avec de multiples participants peuvent donner lieu à une ou à plusieurs activités qui s'y déroulent, ainsi que se scinder ou non dans plusieurs foyers interactionnels.
- 14 Parfois, tous les interactants accomplissent une seule activité, menée de façon collective. A d'autres moments, plusieurs activités se déroulent dans un même contexte interactionnel. Une telle multiactivité peut s'effectuer de manière simultanée, dans un régime « parallèle » (Mondada, 2017, p. 340). Une partie des interactants s'oriente vers une activité, tandis que les autres interactants se centrent sur une autre activité. Une multiactivité peut également s'accomplir par des micro-alternances successives, dans un régime « imbriqué » (op.cit., p. 340). Si les différentes activités menées simultanément entrent en compétition et demandent une focalisation exclusive, cela porte à la reprise d'une « mono-activité » (op.cit., p. 340).
- 15 Par ailleurs, des situations de multiactivités qui se déroulent simultanément et de façon parallèle peuvent instaurer plusieurs foyers d'interaction par une scission du cadre participatif. Les recherches en analyse conversationnelle qualifient de tels phénomènes de scissions en tant que « schismes » (Egbert, 1997a, 1997b ; Sacks *et al.*, 1974 ; Simmel, 1902 ; Traverso, 2012). Les travaux d'Egbert portent sur des schismes conversationnels dans le contexte de repas en famille ou entre amis. Lors de situations réunissant au moins quatre participants, une interaction se scinde en deux foyers interactionnels. Dans chacun de ces foyers, une interaction se déroule en parallèle et comporte un ordre séquentiel non concurrentiel. Selon les travaux d'Egbert (1997a, 1997b), la possibilité d'introduire des schismes est « induite » lorsqu'un des participants propose une nouvelle thématique, par un « schising induction turn ». Un schisme s'instaure si un participant s'aligne sur cette offre et dans le cas où deux autres participants poursuivent l'interaction en cours. Dans les situations de travail, il semble essentiel de tenir compte de la réalisation de l'activité professionnelle et d'inclure les aspects multimodaux dans les analyses menées. L'importance des phénomènes multimodaux est soulignée par les auteurs abordant la notion de « schisme interactionnel » (Markaki-Lothe & Filliettaz, 2017).
- 16 Dans des situations où plusieurs activités et une scission du cadre participatif émergent, chaque interactant peut se focaliser de façon spécifique. La focalisation des participants à l'interaction s'accomplit à travers l'engagement dans une ou plusieurs activités, ou dans un ou plusieurs des foyers interactionnels présents. En ce qui concerne les activités en cours, les participants à l'interaction peuvent se focaliser sur l'une ou l'autre des activités en cours, par des « engagements symétriques ou asymétriques, convergents ou divergents » (Mondada, 2017, p. 351). Concernant les foyers interactionnels émergeant, les interactants peuvent ne s'engager dans aucun de

ces foyers, dans un seul ou dans plusieurs. Dans le premier cas, les interactants se trouvent dans des situations de « co-présence non focalisées (...) où chacun vaque à ses occupations sous le regard des autres » (Grosjean, 1995, p. 33). À travers l'engagement dans un seul foyer interactionnel, les interactants s'orientent vers une monofocalisation. Finalement, l'engagement dans plusieurs foyers interactionnels peut donner lieu à des formes de polyfocalisations (Grosjean & Traverso, 1998).

d) La figuration

- 17 Les modalités de participation s'élaborent par les phénomènes d'adressage et de focalisation dans le cadre d'une situation d'interaction et à travers la réalisation d'activités conjointes. Les fluctuations des formes d'adressage et de focalisation s'accomplissent en fonction des attentes normatives portant sur ce qui est considéré comme cohérent et pertinent dans une situation donnée. De façon contextualisée, les participants à l'interaction négocient la légitimité de leurs engagements réciproques. Dans des interactions avec de multiples participants, ces processus de négociation sont complexes et nécessitent de ne pas « perdre la face » (Goffman, 1974, p. 15). Les interactants accomplissent un travail de « figuration » pour maintenir une image de soi positive (face). Ces phénomènes ont été abordés par les travaux de Goffman (1974) qui considèrent que « la figuration sert à parer aux "incidents", c'est-à-dire aux événements dont les implications symboliques sont effectivement un danger pour la face » (p. 15). Les recherches menées par Brown et Levinson (1978) poursuivent les travaux portant sur le travail de figuration et considèrent que la notion de face peut être abordée en distinguant une « face positive » et une « face négative ». En résumant cette perspective, il est possible de considérer que « la "face positive" renvoie au désir de chacun d'entre nous d'être reconnu et apprécié par autrui, tandis que la "face négative" désigne notre désir de préserver un territoire et d'éviter de se voir menacé ou empêché dans nos actions (Durand, 2017, p. 81). Dans des situations d'interaction avec de multiples participants, la préservation de son champ d'action est un élément primordial et implique donc un travail de figuration de la part des différents participants à l'interaction.

2.2. La notion de configuration de participation

- 18 Dans les analyses menées dans cette contribution, la notion de configuration de participation permet d'englober « les ensembles de droits et d'obligations que contractent les participants à l'interaction, selon les modalités par lesquelles ils s'engagent dans les activités conjointes qui les rassemblent » (Durand, Trébert, & Filliettaz, 2015). De façon située et intrinsèquement transitoire, une configuration de participation délimite des modalités de participation, liées à la définition de la situation, à l'adressage, à la focalisation et au travail de figuration.
- 19 Dès lors, l'analyse d'une configuration de participation située peut s'effectuer à travers l'analyse des ingrédients qui la composent. Dans des situations d'interaction avec de multiples participants, la complexité de différents phénomènes est importante et parfois les analyses montrent qu'une « appréhension globale des situations est irréalisable » (Grosjean & Lacoste, 1999, p. 64). Un travail d'analyse de telles configurations de participation pose donc des difficultés méthodologiques. Cependant, les participants à une interaction parviennent à négocier et à co-construire leurs

modalités de participation. Comment les participants à une interaction s'organisent-ils pour s'insérer dans des contextes fluctuants ? En se basant sur la notion d'« accountability » (Garfinkel, 1967), il s'agit de considérer que les interactants se rendent mutuellement manifestes les éléments pertinents dans une situation d'interaction donnée. Selon une telle perspective, les participants se voient confrontés à des « problèmes pratiques » à résoudre. Pour ce faire, ils « produisent des formes organisées d'actions, des *ethnométhodes*, qu'ils rendent visibles à travers les comportements qu'ils adoptent et ceux qu'ils reconnaissent comme légitimes auprès de leurs participants » (Filliettaz, 2018, p. 19).

- 20 L'analyse des phénomènes interactionnels ne cherche pas à déceler le vécu subjectif d'un des participants, ses intentions ou ses motivations, ni à se positionner en extériorité pour proposer un regard analytique visant l'objectivité. Une perspective d'analyse interactionnelle « endosse le point de vue des participants au moment où ils s'adressent mutuellement l'un à l'autre et où ils s'appliquent, "à la deuxième personne" pourrait-on dire, à rendre leurs comportements mutuellement interprétables » (Filliettaz, 2018, p. 55). Cette orientation du regard analytique sur les conduites rendues mutuellement manifestes et interprétables permet de s'intéresser aux problèmes pratiques rencontrés par les participants à une interaction dans les situations réelles. Dans un contexte de travail et lors d'un stage de formation professionnelle, les apprenants ne peuvent généralement pas interrompre leur activité afin de susciter un entretien en vue de compléter leur compréhension de la situation. Ils sont bien confrontés à la nécessité de construire leur point de vue à partir des indices de compréhension observables. De même, les formateurs ne peuvent pas facilement interroger les stagiaires sur leur vécu, leurs intentions ou leurs objectifs, *in situ*. En adoptant une perspective interactionnelle, la démarche de recherche est nécessairement amenée à devoir affiner l'analyse des conduites observables et à interroger comment les participants s'orientent et s'ajustent mutuellement, avec les ressources disponibles dans l'accomplissement de leur activité.
- 21 Les procédés mobilisés par les interactants pour interagir s'inscrivent dans la séquentialité et la simultanéité du déroulement interactionnel. Les travaux en analyse conversationnelle se sont intéressés à l'ordre séquentiel de l'interaction. L'analyse de l'enchaînement des énoncés et des conduites interactionnelles permet de faire ressortir comment les participants rendent mutuellement visibles certaines significations et vers quels indices ils s'orientent. L'aspect temporellement ordonné du langage verbal y contribue. De façon complémentaire à la prise en compte de l'ordre séquentiel de l'interaction, les approches multimodales se sont intéressées aux effets de simultanéité. Les différents modes sémiotiques, comme les gestes, les regards, les positionnements ou l'utilisation d'objets, s'imbriquent dans le langage verbal, contribuent à faire émerger une signification et complètent, enrichissent ou modulent le sens des mots. Ces différents aspects de la multimodalité amènent un élément de simultanéité, même dans des interactions focalisées se déroulant dans un seul foyer interactionnel. Les phénomènes de simultanéité sont également ordonnés pour s'inscrire dans le processus de « meaning-making » (Kress, Jewitt, Ogborn, & Charalampos, 2001) à travers « une série de simultanéités organisées séquentiellement » (Mondada, 2017, p. 334). Dès lors, il est possible de considérer que les interactions s'accomplissent par des phénomènes de séquentialité et de simultanéité. Les ressources multimodales permettent d'enrichir la signification d'une activité monofocalisée. Les aspects de simultanéité sont encore

renforcés et deviennent indispensables pour pouvoir s'engager simultanément dans plusieurs activités (Mondada, 2017, p. 321) ou plusieurs foyers interactionnels.

- 22 Dans les pratiques ordinaires et notamment dans les contextes regroupant plusieurs participants, les différentes modalités de participation à une interaction s'imbriquent, se succèdent, surgissent, se résorbent, se transforment ou se maintiennent. Une analyse des interactions ne peut donc se limiter à définir des éléments typiques des configurations de participation, mais prend en compte comment les participants se rendent mutuellement manifestes les éléments qu'ils considèrent comme saillants dans un contexte donné.

3. Animer une activité éducative dans un contexte collectif

- 23 Dans le champ de l'éducation de l'enfance, les éducatrices en formation suivent un stage d'une durée de plusieurs mois, lors de leur troisième et dernière année de formation. Lors d'un tel stage, les stagiaires prennent en charge l'animation de différentes activités éducatives. Le présent article vise à étudier certains éléments d'une telle activité afin de décrire comment les interactions avec de multiples participants se déroulent lors des activités éducatives menées.
- 24 Les données empiriques qui alimentent cet article sont issues d'une recherche centrée sur la construction et le développement des compétences professionnelles dans le champ des métiers de la petite enfance. Des observations et des enregistrements audio-vidéo d'activités de travail ont été réalisés lors des stages de pratique professionnelle de trois étudiantes en formation (Filliettaz, Rémerly, & Trébert, 2014). Ces stages se déroulaient dans des institutions de la petite enfance en Ville de Genève, accueillant des enfants d'âge variable, oscillant entre 6 mois et 4 ans. Lors de leurs stages, les éducatrices de l'enfance en formation sont accompagnées par des référentes professionnelles. Un tel accompagnement constitue une forme de tutorat qui permet d'instaurer une distance réflexive par rapport à l'activité menée en interrogeant ce qui se passe dans une situation singulière. Lors du recueil des données, un binôme formé par une étudiante stagiaire et de sa référente professionnelle a été observé au sein de chacune des institutions. La durée globale des activités éducatives observées et enregistrées sous forme de films audio-vidéo se chiffre à 21 h 30 (voir Tableau 1).

Tableau 1 : Données empiriques recueillies.

Table 1: Empirical data

Stage	Stagiaire S1	Stagiaire S2	Stagiaire S3	Totaux des trois stagiaires
Stage de 1 ^{ère} année	3h07	4h14	4h25	11h46
Stage de 3 ^{ème} année	3h13	2h58	3h33	9h44
Stage 1 ^{ère} et 3 ^{ème} année Total activités	6h20	7h12	7h58	21h30

- 25 L'analyse menée se centre sur une séquence issue d'une situation de stage de troisième année de formation d'une des stagiaires (S1). Dans de nombreuses situations observées, et notamment pendant la première année de formation, les stagiaires prennent en

charge un nombre restreint d'enfants et sont accompagnées uniquement par leur référente professionnelle. Il s'agit ici de contextes ajustés de façon spécifique à la situation de formation et qui permettent aux stagiaires d'expérimenter la réalisation d'activités éducatives dans des conditions aménagées. Progressivement, lors de la troisième année, les éducatrices en formation sont confrontées à des contextes « ordinaires » regroupant de multiples participants. Ces situations sont rencontrées principalement lors du stage de troisième année de la stagiaire S1.

- 26 Le choix de la séquence analysée dans cet article se porte ainsi sur une situation lors de laquelle la stagiaire ne se trouve pas uniquement en présence de sa référente professionnelle, mais également d'une éducatrice expérimentée. Il s'agit là d'un contexte de formation en situation de travail emblématique, que rencontrent très fréquemment les étudiants au cours de leurs stages. L'analyse vise à faire ressortir le caractère distribué du tutorat ainsi que la complexité d'une telle situation pour les apprenants.
- 27 Le stage professionnel se déroule dans un groupe de 16 enfants âgés de deux à trois ans. La stagiaire (ci-après : S) est accompagnée par une référente professionnelle expérimentée. Pour la matinée filmée, la stagiaire a conçu et préparé une activité de bricolage. Pour introduire la thématique du bricolage, elle a présenté aux enfants l'histoire d'un dinosaure multicolore, à l'aide d'un livre de littérature enfantine. Le bricolage consiste ensuite à coller des bandelettes de couleur sur du papier noir, découpé en forme de dinosaure. Lors de la réalisation de l'activité de bricolage, des enfants rejoignent la stagiaire, l'un après l'autre. Lors du début de la séquence choisie, six enfants (B, C, D, F, G, H) sont installés autour de la table du bricolage avec la stagiaire. Un enfant (A) a déjà fait le bricolage le jour précédent et observe ce qui se passe en étant debout à côté de la table. Le nombre d'enfants participant à l'activité dépasse ce que la stagiaire a anticipé et il manque des supports de dinosaures. La référente professionnelle (R) a pris l'initiative de découper des formes de dinosaures. Elle est positionnée debout, à côté de la table, en train de découper.

Figure 1 : Participants à l'activité éducative.
Figure 1: Participants in the educational activity



- 28 La durée de la séquence étudiée est délimitée par la durée de présence d'une des éducatrices du groupe, pendant l'animation de l'activité menée par la stagiaire. La séquence commence avec l'arrivée de l'éducatrice (E) en question, qui revient de sa pause, et se clôture par son départ. L'arrivée de l'éducatrice va déclencher une série

successive de changements des modalités de participation. Afin de faciliter l'analyse, la séquence est découpée en neuf extraits. Les extraits sont délimités, à chaque fois que les formes d'adressage et de focalisation des participants se modifient. La durée des différents extraits est dès lors variable, comme cela est représenté schématiquement (voir longueur des extraits dans la figure 2) :

Figure 2 : Répartition et durée temporelle des extraits 1-9 (durée totale de la séquence 1 min 52 s).
Figure 2: Distribution and temporal duration of extracts 1-9 (total duration of the sequence 1min 52sec)



- 29 Chacun de ces extraits est analysé ci-après de façon successive, avant que l'analyse vise à aborder l'ensemble de la séquence et les transformations des modalités de participation et s'intéresse aux formes d'engagement de la stagiaire dans la situation analysée. Les extraits sont transcrits en suivant des conventions de transcription développées par des approches de l'analyse interactionnelle (Filliettaz, 2018, pp. 40-51) et sont résumées en annexe.
- 30 Le premier extrait se déroule lors de l'arrivée de l'éducatrice E. tandis que la stagiaire s'oriente brièvement vers l'éducatrice E, les enfants continuent de s'engager dans l'activité de bricolage.

Extrait 1

- | | | |
|---|-----|---|
| 1 | S>E | <i>regarde vers E (hors champ de la caméra) et sourit</i> |
| 2 | D>S | <i>non . y a Frédéric</i> |
| 3 | S>D | <i>non Frédéric mettra le sien</i> |
| 4 | | <i>S tend la main vers le bricolage de F</i> |

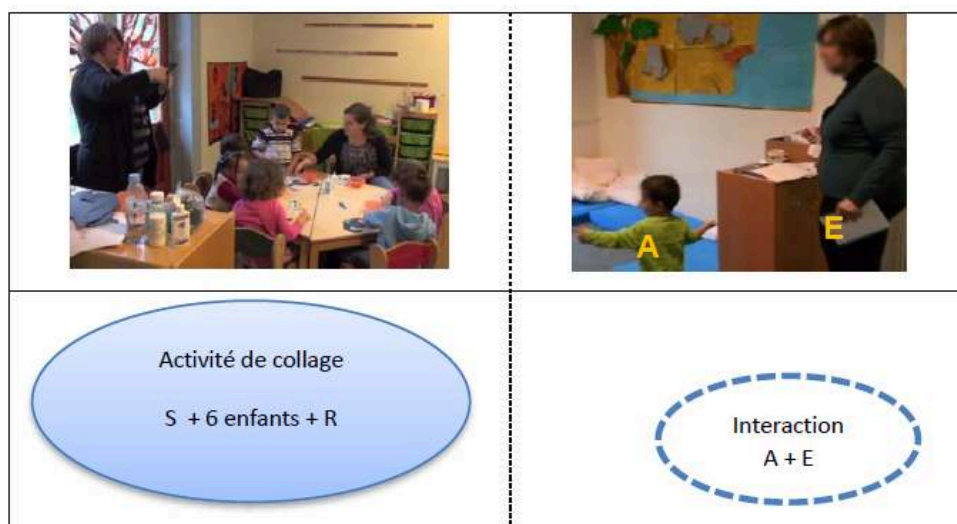
- 31 Un des enfants (D) interpelle la stagiaire pour lui parler du bricolage d'un autre enfant (F). La stagiaire répond à D. Dans ce premier extrait, les enfants restent focalisés sur l'activité collective du bricolage. Seule la stagiaire montre de façon fugitive qu'elle tient compte de l'arrivée de l'éducatrice, en la regardant et en lui adressant un sourire. De façon transitoire, la stagiaire varie ses adressages et s'engage dans une multiactivité, focalisée vers l'activité de bricolage ainsi que vers les autres participants présents dans l'espace commun.
- 32 Dans l'extrait suivant, la stagiaire poursuit ses échanges avec les enfants. A ce moment, l'enfant A se désengage de sa posture d'observation de l'activité en cours et s'approche de l'éducatrice qui vient d'arriver :

Extrait 2

- | | | | | |
|----|-----|--|-----|--|
| 5 | S>D | <i>tu sais . occupe toi de ton dinosaure .</i> | A | <i>s'éloigne de la table et s'approche de E</i> |
| 6 | | <i>remet un bol sur la table</i> | | |
| 7 | | <i>peut-être que Frédéric n'a pas envie de</i> | | |
| 8 | | <i>mettre d'œil . tu sais s'il n'a pas envie</i> | E>A | <i>ça va Arthur /</i> |
| 9 | | <i>repositionne le dinosaure de D sur la</i> | | |
| 10 | | <i>table</i> | A | <i>°x°</i> |
| 11 | | <i>il a le droit</i> | | |
| 12 | D>S | <i>xx</i> | A | <i>pointe vers la table</i> |
| 13 | S>F | <i>tiens Frédéric tu peux mettre des</i> | | |
| 14 | | <i>couleurs sur le dinosaure maintenant</i> | E>A | <i>hausse les épaules</i> |
| 15 | H>S | <i>de la colle</i> | | <i>il n'y a plus de place . ah. comme ça à table \</i> |

- 33 Le déplacement de A initie une scission de la participation qui peut être considérée comme un schisme (Egbert, 1997a, 1997b). Ce schisme s'instaure par l'alignement de l'éducatrice E sur l'interaction initiée par A, et la poursuite de l'activité collective menée par la stagiaire et les enfants installés autour de la table. L'adressage de ses énoncés et la focalisation de la stagiaire restent orientés vers l'activité de bricolage des enfants. Deux foyers interactionnels s'instaurent en parallèle, comme cela ressort du schéma ci-dessous :

Extrait 2 : Scission de la participation.
 Extract 2: Participation split



- 34 A, dans son interaction avec l'éducatrice E, recourt brièvement au langage verbal (l. 10) et à différentes ressources multimodales, à travers son déplacement, l'orientation de ses regards et son geste de pointage. E vise à attribuer une signification aux conduites de A. Pour ce faire, elle montre qu'elle a observé que A n'est pas installé à table et qu'« il n'y a plus de place » (l. 15). Le caractère hypothétique de cette attribution de signification se marque par la prosodie de ses énoncés, son haussement d'épaules (l. 14), et le regard orienté vers A. Cet adressage direct à A contient cependant également un adressage indirect aux professionnelles présentes. De façon plus manifeste, ceci ressort lors de l'extrait suivant par l'orientation du regard de l'éducatrice en direction de la référente professionnelle :

Extrait 3

16	S(>H)	oh ...	E>R	regarde R
17	S(>H)	c'est pas grave	R	eh : ...
18			E>A	en plus tu <u>as déjà fait</u> je crois ton dinosaure . toi
19			R>A	ARthur ..

- 35 C'est la stagiaire qui est responsable de l'animation de l'activité de bricolage. Lorsque l'éducatrice E cherche à comprendre ce que A est en train de faire, elle ne s'adresse cependant pas à la stagiaire mais regarde la référente professionnelle. Celle-ci s'aligne immédiatement et s'oriente vers le foyer interactionnel regroupant E et A. Cet alignement rapide fait ressortir la porosité entre les différents foyers interactionnels et l'engagement de la référente professionnelle dans une multiactivité. Elle découpe des

formes de dinosaure, tout en observant l'activité de bricolage et l'interaction entre A et E. La référente annonce sa prise de parole par une vocalise (l. 17). Elle se trouve hors champ de la caméra, à ce moment-là, et il n'est pas visible si elle donne de nouveaux indices portant sur des significations possibles des conduites de A. L'analyse du déroulement interactionnel montre cependant que l'éducatrice E se réoriente et s'adresse à A : « en plus tu as déjà fait, je crois ton dinosaure » (l. 18). En chevauchement, la référente interpelle A par son prénom (l. 19). Pendant ces échanges entre la référente professionnelle, E et A, la stagiaire répond à un des enfants (H) qui l'avait interpellé auparavant (l. 15) et continue à se focaliser sur le collage effectué (l. 16-17). La scission du cadre de participation perdure ainsi.

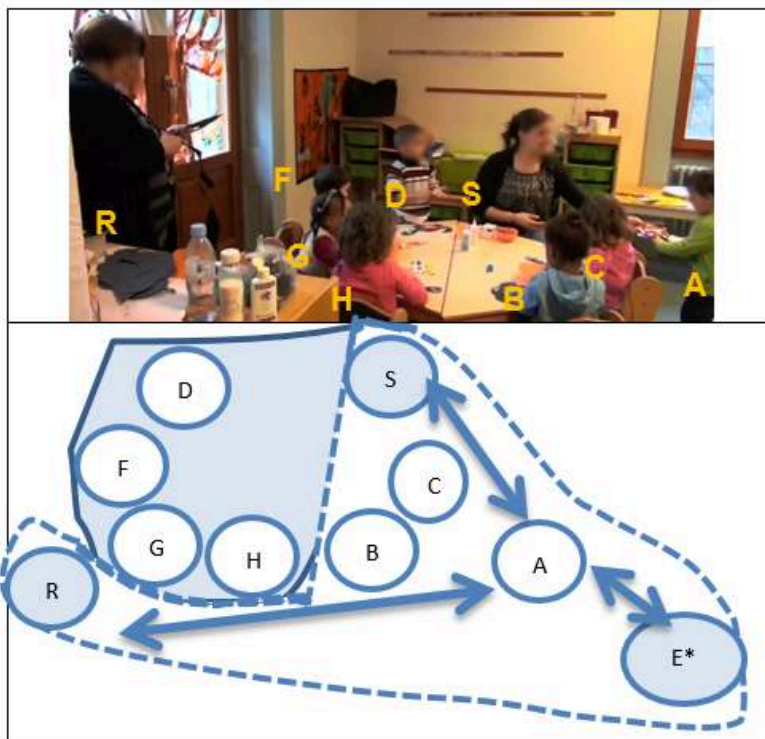
- 36 L'extrait suivant montre comment la référente professionnelle, puis la stagiaire s'adressent à A :

Extrait 4

20			R>A	tu montres ton dinosaure à Evelyne (E)
21	D>S	de la colle	S>A	viens
22		<i>lève son doigt</i>		<i>se tourne et cherche le dinosaure de A</i>
23			E>A	tu me le montres / il est où ton dinosaure
24	D>S	regarde	S	<i>prend le dinosaure de A</i>
25		<i>montre sa main</i>	S>A	°viens le montrer . tiens°
26			A	<i>viens vers S et prend son dinosaure</i>
27			S	<i>sourit à A</i>

- 37 La référente interpelle A pour lui proposer de montrer son dinosaure à l'éducatrice E (l. 20). A ce moment-là, la stagiaire s'adresse également de manière directe à A (« viens », l. 21) et commence à chercher le bricolage de A qui se trouve sur un meuble derrière elle. L'éducatrice s'aligne sur l'énoncé de la référente professionnelle et s'adresse à A (« tu me le montres / il est où ton dinosaure », l. 23). A avance vers la stagiaire et prend le dinosaure que celle-ci lui tend (l. 26). Les trois professionnelles s'adressent successivement à A pour l'inciter à venir montrer son dinosaure à E. Elles ne s'adressent pas directement l'une à l'autre, mais interagissent de façon indirecte par leurs énoncés adressés à A. Les interactions focalisées vers A attirent l'attention de certains des enfants (B, C) qui suspendent leur activité de bricolage pour observer A.
- 38 Pendant un court moment, le foyer interactionnel focalisé sur l'accomplissement de l'activité collective du bricolage subsiste sans qu'une des professionnelles ne s'y engage. Ainsi, un des enfants s'adresse à la stagiaire à plusieurs reprises pour lui signifier qu'il a de la colle sur les mains, sans que celle-ci ne lui réponde ou s'oriente vers lui (l. 21-25). Les interactions focalisées sur A par les trois professionnelles forment ainsi une sorte de décrochage de l'activité de bricolage. De façon conjointe, l'éducatrice, la référente et la stagiaire rendent ainsi manifeste que A n'a certes plus de place à table et qu'il a déjà réalisé le bricolage, mais qu'elles peuvent valoriser sa participation antérieure à l'activité de collage. Cette réorganisation des modalités de participation où une grande partie des participants se focalise vers A ressort du schéma ci-dessous :

Extrait 4 : Focalisations sur les interactions orientées vers A.
 Extract 4: Focus on interactions oriented to A



* hors champ de la caméra

- 39 Dès que la stagiaire a donné le dinosaure à A, celui-ci revient vers l'éducatrice E. La stagiaire se focalise à nouveau vers le bricolage et intervient auprès de D qui a de la colle sur les mains. Une nouvelle scission du cadre participatif se met en place :

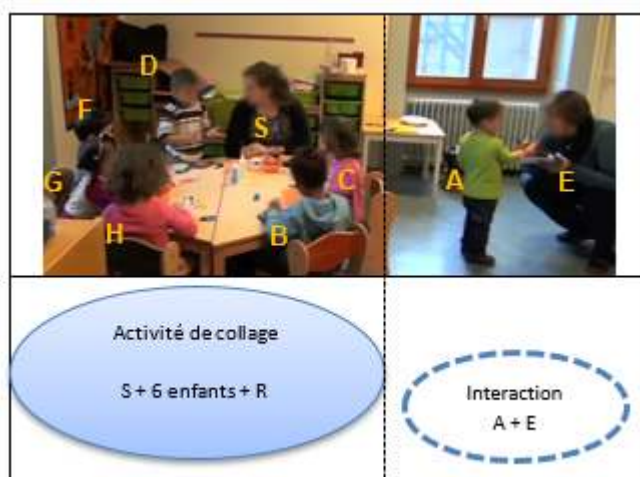
Extrait 5

28			A	tend le dinosaure vers E
29			E>A	°ah:: wow:° prend le dinosaure dans la main c'est quelle couleur! ..
30	S>D	non alors ça ça non David .	A	(x)
31		tient la main de D	E>A	bleu .
32		c'est pour mettre		et puis ça / .
33		pointe sur le dinosaure		pointe sur le dinosaure
34		sur le dinosaure la colle	A	(x)
35	D	veut essuyer la main sur son pull		
36	S>D	non	E>A	ça c'est rouge\ hoche la tête
37		retient la main de D		et ça c'est VERT . comme ton pull . ou ça /
38		mais pas sur le sur le . pull	A	jaune.
39		essuie de la colle sur le pull de D	E>A	jaune\ et ça c'est xx violet . oui il est TRES TRES beau
40	D	met sa main sur le pantalon		
41	S>D	şpas sur le pantalon non PLUS:::ş		
42		essuie la colle sur la main de D		
43	D	essuie ses mains en les frottant		
44	S>F	super Frédéric		

- 40 A montre son dinosaure à l'éducatrice E. Celle-ci le valorise en accentuant les évaluations positives (« wow », l. 29). E lui parle cependant à voix basse. L'interaction entre A et elle se déroule ainsi dans un aparté, sans concurrencer la poursuite de l'activité de bricolage. E interroge A sur la désignation des couleurs des papiers collés sur le dinosaure. A lui répond d'abord de façon presque inaudible (l. 32 et 37), avant de parler de manière audible (l. 42). E clôtur cet échange par une valorisation affirmée du bricolage de A (« il est TRES TRES beau », l. 43-44). Pendant ce temps, la stagiaire est

clairement focalisée vers les enfants autour de la table, d'abord vers D (l. 30-43), mais également vers d'autres enfants (l. 44). Comme la capture d'écran le fait ressortir, la répartition en deux foyers interactionnels distincts se marque également par le positionnement dans l'espace des participants, et l'orientation des regards :

Extrait 5 : Scission de la participation.
Extract 5: Participation split



- 41 La valorisation manifeste du bricolage de A et l'interaction entre A et E attirent l'attention de certains des enfants. Ainsi, deux enfants vont montrer successivement leur bricolage à l'éducatrice E. Dans l'extrait suivant, le premier enfant (B) se lève pour montrer son dinosaure à E :

Extrait 6

45	B	<i>se lève avec son dinosaure</i>		
46	R>B	BEa tu veux- ah:		
47	S>R	je pense qu'elle veut montrer		
48	R>S	x elle veut montrer à Evelyne (éducatrice E)	B	regarde .
49		(x) les yeux t'as vu		tend le dinosaure vers E
50	S>R	ouais c'est joli	E>B	++AH:: t'as mis les yeux ++
51		regarde B		+magnifique .+ va vite . finir . là tu as mis
52				de la colle . va encore mettre des petites
53				bandes de couleur
54			B	retourne vers la table

- 42 Le déplacement de B est observé par la référente professionnelle qui interpelle l'enfant. L'énoncé de la référente est tronqué (l. 46) et complété par la stagiaire (« je pense qu'elle veut montrer », l. 47). La stagiaire rend manifeste qu'elle a observé la conduite de B, qu'elle lui a attribué une signification et qu'elle la légitime. De cette manière, elle se positionne comme responsable de l'activité en cours qui valide le déplacement de l'enfant, tout en gardant une vision d'ensemble de ce qui se passe. L'orientation de son regard (voir capture d'écran ci-dessous) rend visible que la stagiaire a élargi son champ d'attention. La référente professionnelle reprend la formulation de l'énoncé de la stagiaire en chevauchement (l. 48). La référente et la stagiaire parlent ensuite des « yeux » que B a collés sur son bricolage (l. 48-50). Les deux professionnelles attribuent ainsi une signification au mouvement de B et le légitiment.
- 43 Pendant ce temps, B s'approche de E et lui tend son dinosaure, en énonçant « regarde » (l. 48). Par la prosodie de ces énoncés, E valorise le dinosaure de B en le désignant de

« magnifique » (l. 51) et en relevant qu'elle a mis les « yeux » du dinosaure (l. 50). Elle enchaîne rapidement pour inciter B de « vite finir » (l. 51) et de retourner de coller « des petites bandes de couleur » (l. 52-53). Ceci forme un contraste par rapport à l'interaction avec A. Comme A n'était pas occupé par le bricolage, E poursuit l'échange (extrait 5), tandis qu'elle clôt assez rapidement l'interaction avec B (extrait 6).

- 44 Dans cet extrait, l'éducatrice E et la stagiaire s'engagent dans un travail de figuration. Les conduites interactionnelles de la stagiaire montrent qu'elle continue de se positionner comme responsable de l'activité en cours. Le déplacement de l'enfant B est légitimé par elle et ne constitue ainsi pas une menace pour sa face. De même, l'éducatrice E rend manifeste qu'elle cherche à éviter d'empiéter sur l'activité de bricolage et à menacer le positionnement de la stagiaire, en abrégant l'interaction avec B.

Extrait 6 : Le déplacement de B.

Extract 6: The movement of B



- 45 La capture d'écran rend visible que le déplacement de B attire l'attention de plusieurs enfants. Même les enfants qui continuent leur bricolage (C, F, G, D, H) observent à certains moments l'interaction avec B et s'engagent dans une multiactivité. L'activité de bricolage est largement suspendue. Les modalités de participation s'orientent vers l'interaction focalisée sur B. L'extrait suivant montre que le déplacement de B sera suivi par celui de D :

Extrait 7

55			E>A	et toi t'as pas mis les yeux /
56	D	se lève avec son dinosaure	H	moi j'ai mis les yeux
57	S>D	toi- ah-	S>E	non . hier ils n'ont pas mis les yeux
58			D	s'approche de E
59			E	Sonia .((S)) c'est Sonia qui met les yeux /
60			D	présente son dinosaure à E
61			E>D	wow::
62			S	non c'est eux mais hier j'avais pas les yeux
63				secoue la tête
64				en fait . \
65			D	retourne à la table
66				

- 46 Lorsque B retourne à sa place, l'éducatrice E s'adresse à A et lui demande : « et toi t'as pas mis les yeux » (l. 55). Lors de ces différents extraits, E cherche toujours à attribuer une signification aux conduites de A. Au début, elle considère que A l'interpelle parce qu'il n'a pas de place à table (extrait 2), ou parce qu'il a déjà fini et cherche à valoriser le bricolage effectué (extraits 3 et 4). Elle observe ensuite que A n'a pas collé les yeux comme le font les enfants présents ce jour-là (extraits 6 et 7). Cette thématique des yeux est reprise par H, une enfant qui est restée assise à table (« moi j'ai mis les yeux », l. 57).

- 47 Lors du déplacement de D, la stagiaire initie un énoncé qui reste tronqué (l. 57). Elle montre qu'elle a observé que D s'apprête à se déplacer. Contrairement à l'extrait précédent, elle ne légitime pas explicitement ce déplacement et laisse son énoncé en suspens. La stagiaire enchaîne pour s'adresser à l'éducatrice E et s'aligne sur la thématique des yeux. Elle explicite que la veille, les enfants « n'ont pas mis les yeux » (l. 58). Elle répond ainsi à un énoncé adressé à A et rend manifeste qu'elle considère que l'éducatrice, à travers cet énoncé, s'est également adressée indirectement à elle. À travers ces conduites, la stagiaire se positionne toujours comme responsable de l'activité de bricolage en cours, mais en argumentant et en justifiant ce qui se passe (l. 58).
- 48 Dans un chevauchement des énoncés, E s'adresse simultanément à A pour lui demander si c'est la stagiaire qui colle les yeux (« Sonia . c'est Sonia qui met les yeux / », l. 60). E valorise à nouveau le bricolage effectué par D (« wow:: », l. 62), de façon rapide et moins accentuée qu'auparavant dans l'interaction avec B. Sans s'aligner sur l'interaction entre D et E, la stagiaire s'adresse à nouveau à E et explique la différence dans la démarche de bricolage entre la veille et l'activité en cours (« mais hier j'avais pas les yeux en fait », l. 63-65). Lors de cet extrait, la stagiaire interagit directement avec E, tandis que l'éducatrice continue à s'adresser indirectement à elle, en parlant avec les enfants.
- 49 Les conduites interactionnelles de la stagiaire, justifiant ses pratiques, semblent montrer qu'elle considère que l'éducatrice E met en question ce qui se passe, à travers des adressages indirects. L'éducatrice, quant à elle, rend visible qu'elle ne se focalise pas sur les pratiques de la stagiaire, mais qu'elle s'intéresse aux conduites des enfants.

Extrait 7 : Le déplacement de D.

Extract 7.: *The movement of D*



- 50 La discussion concernant les « yeux » du dinosaure et le déplacement de D sont observés par l'ensemble des participants. Certains enfants continuent leur bricolage (G, F) tout en observant ce qui se passe. La focalisation s'est déplacée de l'activité de bricolage sur la problématique de A qui n'a pas collé les yeux du dinosaure. Lorsque D retourne vers la table, les enfants s'orientent à nouveau vers leur activité de bricolage. E propose à A de ranger son dinosaure et s'approche ainsi de la stagiaire :

Extrait 8

67			E>A	viens . alors on va le reposer là
68				<i>s'approche avec A des meubles de rangement</i>
69			S>E	on mettra après
70			E>S	<i>tient le dinosaure en suspens, penché vers S, en tenant la main de A</i>
71				on met sur celui . de Arthur ou bien /
72			S>E	on peut ouais
73			S>A	viens
74	D	<i>s'assied</i>		<i>se recule sur sa chaise</i>
75	D>S	xx Frédéric	E>A	°tu veux faire la x / tu vas avec Sonia°
76			A	<i>s'approche de S</i>
77			E	<i>s'éloigne</i>
78			S>A	°viens là°
79				
80				
81	R	Giulia je pose là le dinosaure . s'il y a la place et il y a le temps		
82				

- 51 Pendant que l'activité collective reprend, l'éducatrice E, la stagiaire et A s'engagent dans un foyer interactionnel en aparté. E s'adresse à A et lui propose de « reposer » le dinosaure (l. 67). Dans son énoncé, E introduit le pronom « on » qui souligne l'inscription des conduites de A dans la réalisation d'une activité collective. E et A s'approchent du meuble placé derrière la stagiaire. La stagiaire s'adresse à E en énonçant « on mettra après » (l. 70). L'éducatrice s'adresse alors directement à la stagiaire. Elle tient A par la main, se penche vers la stagiaire et formule une question : « on met sur celui. de Arthur ou bien/ » (l. 73). La stagiaire ratifie cet énoncé par « on peut ouais » (l. 74). L'utilisation du pronom « on » est initiée par E, ratifiée et reprise par la stagiaire. De façon conjointe, les deux professionnelles font ici émerger les règles de l'activité collective en cours. S'agit-il d'inclure tous les enfants dans l'activité en cours ou la participation de certains enfants peut-elle être différée ? De façon simultanée, l'utilisation du pronom « on » positionne E en tant que porte-parole de A. Par l'alignement de la stagiaire, l'utilisation du pronom « on » constitue également la collectivité de l'institution, et des règles de participation qui s'y élaborent.
- 52 Ces différents éléments rendent visibles que l'éducatrice, la stagiaire et A s'engagent ici dans une négociation portant sur les modalités de l'activité en cours. Dans les extraits précédents, les interactions des différents participants ont fait émerger différentes hypothèses portant sur la signification des conduites de A. L'éducatrice E rend manifeste qu'elle s'interroge sur la signification de déplacement de A vers elle. L'enfant en question veut-il attirer son attention sur le fait qu'il n'a pas « de place à table » ? Par les interventions successives de la référente, de la stagiaire, des enfants et de l'éducatrice, d'autres attributions de significations se dessinent. L'enfant A veut peut-être montrer le bricolage qu'il a effectué pour être valorisé. Ou il se peut qu'il veuille faire comprendre qu'il n'a pas pu finir son bricolage et qu'il n'a pas collé les yeux du dinosaure. Ces attributions de significations aux conduites de A et les énoncés adressés aux enfants par l'éducatrice E, qui constituent autant d'adressages indirects à l'intention de la stagiaire, amènent la stagiaire à annoncer qu'elle collera les yeux du dinosaure de A ultérieurement avec lui : « on mettra après » (ligne 70).
- 53 L'éducatrice ne s'aligne pas sur la projection d'une activité future, énoncée par la stagiaire. Pour la première fois dans l'ensemble des extraits de la séquence analysée, l'éducatrice s'adresse alors directement à la stagiaire. Par son intervention, elle propose une réorientation de l'activité actuelle de la stagiaire. Une telle conduite interactionnelle peut être considérée comme une menace pour la « face » de la stagiaire, de son image de soi (Goffman, 1974). Afin de moduler un tel aspect de conduite menaçante envers la face de la stagiaire, l'éducatrice mobilise de nombreuses

ressources interactionnelles. Le positionnement de l'éducatrice, en proximité de la stagiaire et légèrement éloigné de la table des enfants, marque un aparté dans le déroulement des interactions. L'intonation de son énoncé est clairement interrogative, l'utilisation du prénom de l'enfant, le geste de montrer le dinosaure de A et la posture inclinée rendent visibles que l'éducatrice parle pour et à la place de l'enfant. L'aspect éducatif est mis en avant de la scène interactionnelle. L'éducatrice se positionne ainsi comme porte-parole de l'enfant, et non comme professionnelle experte qui donne une consigne à une stagiaire. Cet extrait fait ressortir une certaine « déconstruction » d'un positionnement de locuteur (Goodwin, 2007, p. 26), lorsque l'éducatrice E se constitue comme animateur ou comme « sounding box » (op.cit. p. 26) pour la position de A.

- 54 Dans cette situation, A n'a pas les ressources nécessaires pour donner des indices clairs de ce qu'il cherche à exprimer. La signification des conduites de A est élaborée de façon collective. A parle peu et de façon presque inaudible. Son déplacement et la monstration de son dinosaure vont initier un processus d'enquête collective pour attribuer une signification à ses conduites. Les énoncés de l'éducatrice E, de la référente et de la stagiaire, mais aussi les déplacements des enfants B et D, ainsi que l'observation des éléments matériels présents (les « yeux » du dinosaure) construisent progressivement une compréhension de l'ensemble des participants de ce qui est en train de se passer. La position de locuteur de A est prise en charge par l'engagement collectif des interactants, et notamment par l'éducatrice E.
- 55 Après cette parenthèse de négociation entre l'éducatrice et la stagiaire, celle-ci invite A à la rejoindre (« viens », l. 75). L'éducatrice encourage A à aller avec la stagiaire (l. 77), avant de s'éloigner et de passer dans une autre salle. La prise en compte de A par la stagiaire, et l'activité mise en place pour coller des « yeux » sur son dinosaure constituent ainsi des indices de clôture de cette séquence et sont suivies par le départ de l'éducatrice. Les enfants ne s'orientent pas vers l'interaction entre E, S et A et la référente professionnelle n'y intervient pas non plus. Elle continue son découpage et s'adresse à un enfant pour lui indiquer qu'elle pourra éventuellement faire son bricolage (l. 81-82). Les deux foyers interactionnels se répartissent comme suit :

Extrait 8 : Interaction entre E, S et A.
 Extract 8: Interactions between E, S and A



- 56 Après le départ de l'éducatrice, la stagiaire interagit avec A et s'oriente à nouveau vers l'activité de bricolage menée collectivement avec le groupe des enfants :

Extrait 9

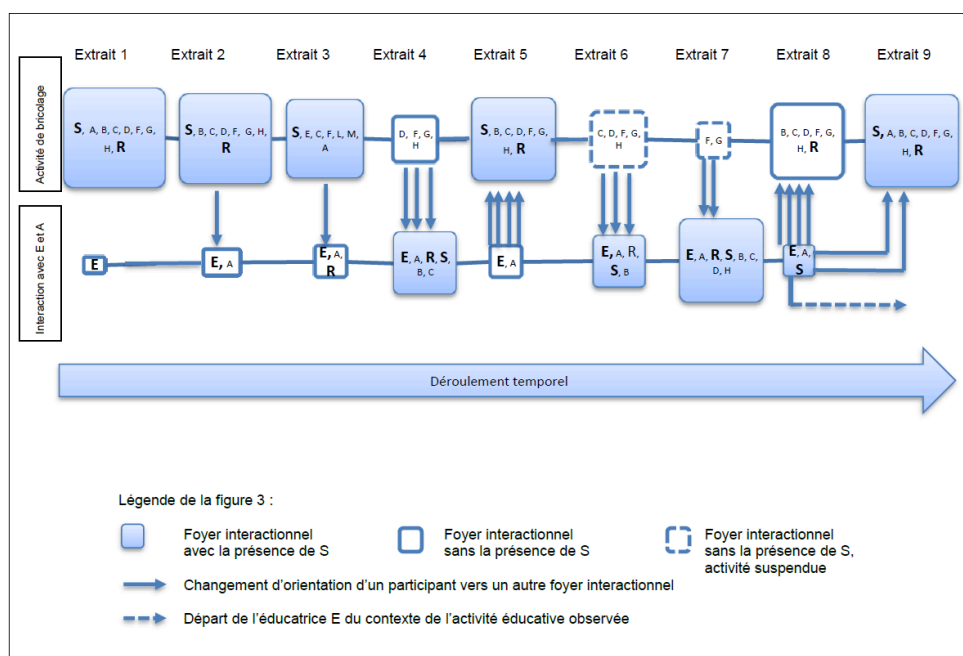
83	S>A	<i>prends la boîte avec les perles</i>
84		<i>tiens . je mets la colle et tu mets les yeux</i>
85	A	<i>cherche à prendre une perle dans la boîte</i>
86	S>A	<i>tu aimerais mettre combien / un . deux .</i>
87	A	<i>prends une perle</i>
88	S>A	<i>tu aimerais le mettre où</i>
89		<i>mets de la colle sur le dinosaure</i>
90		<i>attends je dois mettre la colle d'abord . attends . je mets la colle</i>

- 57 Pendant cet extrait, la stagiaire accompagne A dans le collage d'une perle sur son bricolage. Chacun des enfants se focalise sur la réalisation de son bricolage et la référente commence à ranger des papiers.

4. L'engagement de la stagiaire à travers des modalités de participation fluctuantes

- 58 L'analyse des différents extraits montre que les enfants et les professionnelles présents dans le contexte interactionnel s'engagent de multiples façons dans la configuration de participation située. Le nombre d'interactants focalisés sur l'activité de bricolage ou sur l'interaction concernant A varie dans le déroulement interactionnel. Ces changements peuvent se résumer schématiquement comme suit :

Figure 3 : Changements dans la configuration de participation située.
 Figure 3: Changes in the participatory configuration



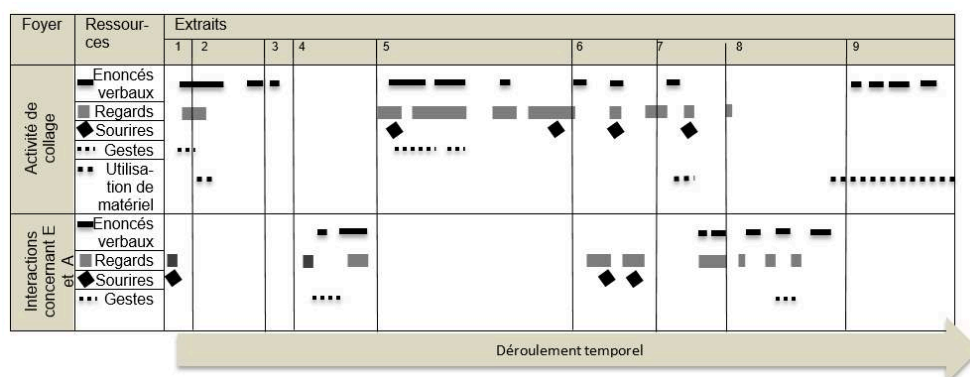
- 59 L'analyse des données empiriques éclaire la complexité des interactions avec de multiples participants. Le schéma représente les orientations de chacun des participants vers un des foyers interactionnels en distinguant les professionnels (en gras : Stagiaire (S), Référente (R), Éducatrice (E)) ainsi que les enfants (sans gras : A, B, C, D, F, G, H). Il montre également les modifications des engagements de la stagiaire qui s'oriente principalement vers l'activité de bricolage dans les extraits 1, 2, 3, 5, et 9, et vers l'interaction focalisée sur A dans les extraits 4, 6, 7 et 8. Les changements d'orientation des différents participants sont indiqués par des flèches. Le nombre de participants qui se réorientent est schématisé par le nombre de flèches correspondantes.
- 60 Les changements dans la configuration de participation observée sont fréquents. Dans de nombreux contextes professionnels de l'éducation, du travail social ou de la santé, le déroulement des interactions et des cours d'action ne suit pas une procédure stabilisée et préétablie. En ce qui concerne l'éducation de la petite enfance, notamment, les pratiques professionnelles s'accomplissent dans des situations marquées par une forte imprévisibilité (Fillietaz & Zogmal, à paraître). Lors de l'activité de bricolage étudiée, les modalités de participation varient en fonction du nombre des activités en cours et du nombre des foyers interactionnels présents.
- 61 Les changements dans la configuration de participation font ressortir que l'arrivée de l'éducatrice E amène une perturbation de l'activité de bricolage. Cette perturbation se situe d'abord en parallèle à une activité de bricolage qui peut être désignée comme activité principale (extraits 1 à 3). Ensuite, l'activité de bricolage est mise en suspens pour une partie des interactants qui s'orientent vers l'interaction entre l'éducatrice et A (extrait 4), avant de reprendre l'activité principale (extrait 5). Une telle hiérarchisation entre activité principale et secondaire se modifie cependant dans les extraits 6 et 7. Les déplacements de deux des enfants de la table du bricolage vers l'éducatrice E attirent une focalisation de la plupart des participants vers les

interactions avec l'éducatrice. Les échanges concernant les yeux collés ou non sur le dinosaure se déroulent ici de manière compétitive avec la poursuite de l'activité de bricolage. Ce basculement de la focalisation des modalités de participation sera suivi par une sorte de parenthèse de négociation entre la stagiaire, l'éducatrice et A. Comme l'analyse empirique le montre, cette négociation va amener la stagiaire à réorienter son activité. L'activité collective du bricolage reprend dans le dernier extrait, en y incluant A.

- 62 Ces changements émergents des modalités de participation dans les différents foyers interactionnels et les diverses activités en cours donnent lieu à des engagements diversifiés de la part des interactants. Une centration sur les conduites interactionnelles mobilisées par la stagiaire permet de s'intéresser à la problématique de la participation de la stagiaire dans un contexte avec de multiples participants. Dans les données empiriques étudiées, l'engagement de la stagiaire (S) varie et prend des formes multiples. Elle mobilise un large éventail de ressources multimodales de façon imbriquée. Afin de pouvoir analyser l'orientation et la focalisation de ces différentes ressources et pour les retracer dans leurs dimensions de séquentialité et de simultanéité, le schéma suivant différencie les verbalisations, les orientations des regards vers les différents participants à l'interaction, les sourires, les gestes et l'utilisation du matériel :

Figure 4 : Déploiement des ressources multimodales par la stagiaire dans un contexte multi-participants.

Figure 4: Deployment of multimodal resources by the trainee in a context with multiple participants



- 63 Le premier extrait présenté (Extrait 1) montre que la stagiaire se focalise sur le bricolage collectif en cours, tout en observant le contexte institutionnel plus large et l'arrivée de l'éducatrice E. L'arrivée de l'éducatrice peut ici être considérée comme une possible « induction » d'une scission de la participation. La stagiaire s'y oriente et s'engage ainsi dans une multiactivité. La scission de la participation se met en place dans l'extrait 2, à travers le déplacement de A vers l'éducatrice, et la poursuite de l'activité de bricolage par la stagiaire et les autres enfants. En ce qui concerne la stagiaire, elle s'oriente vers un seul des foyers interactionnels dans cet extrait 2. Elle reste focalisée sur l'activité de collage avec les enfants, observe les conduites de plusieurs enfants et rend ses observations publiquement manifestes. De cette manière, elle s'engage dans un seul foyer interactionnel à travers l'accomplissement d'une multiactivité.
- 64 Dans les trois extraits suivants, la focalisation de la stagiaire oscille, mais elle reste toujours orientée vers un seul foyer interactionnel à la fois. En premier, la stagiaire

continue à s'orienter vers le foyer interactionnel centré sur l'activité de bricolage (Extrait 3), avant de s'orienter vers l'éducatrice E (extrait 4), et de se focaliser à nouveau sur les enfants autour de la table de bricolage (extrait 5). Les oscillations de la focalisation se font dans la séquentialité du déroulement interactionnel et la stagiaire s'engage successivement dans une activité dans un seul des foyers interactionnels existants.

- 65 Lors des extraits 6 et 7, la stagiaire s'engage simultanément dans deux foyers interactionnels à travers une multiactivité. Elle continue à observer les enfants qui bricolent, à interagir avec la référente, tout en observant les interactions avec l'éducatrice E et en interagissant avec elle. Cet engagement dans une multiactivité déployée vers deux foyers interactionnels donne lieu à une focalisation sur un seul des foyers interactionnels existants dans l'extrait 8. Dans une sorte de parenthèse de négociation, la stagiaire réoriente le cours de son activité afin de permettre à A de coller des « yeux » sur son dinosaure. Le dernier extrait montre qu'une interaction collective focalisée se met en place lors de la clôture de la séquence analysée.
- 66 Pour étudier ces phénomènes d'engagement d'un des participants à une situation d'interaction avec de multiples participants, il est intéressant de considérer les types possibles de l'engagement dans différentes modalités de participation comme suit :

Tableau 2 : Types d'engagement d'un interactant dans des modalités de participation diverses.
Table 2: Types of engagement of an interactant in various participatory modes

		Nombre de foyers interactionnels		
		1 seul foyer interactionnel	Scission de la participation en 2 ou plusieurs foyers interactionnels	
Engagement dans une ou plusieurs activités	1 seule activité	a) Interaction collective focalisée	b) Engagement dans un seul des foyers interactionnels existants à travers une seule activité	
	2 ou plusieurs activités	c) Multiactivité focalisée	d ¹) Engagement dans un foyer interactionnel par une multiactivité focalisée	d ²) Engagement dans deux foyers interactionnels par une multiactivité polyfocalisée

- 67 Dans certains moments des extraits analysés, la stagiaire rend visible qu'elle se focalise sur un seul foyer interactionnel. Elle se centre sur l'activité de bricolage, de façon manifeste (extraits 2, 3, 5 et 9) ou se focalise sur l'interaction concernant l'éducatrice E (extraits 4 et 8). Dans tous ces extraits, à part celui de l'extrait B, il s'agit d'un engagement dans un seul des foyers interactionnels existants à travers une seule activité (type b). De cette manière, la stagiaire s'engage principalement par l'accomplissement d'activités focalisées qui se succèdent dans un « agencement temporel » (Mondada, 2017, p. 335) de l'interaction. En ce qui concerne l'extrait 2, la stagiaire se focalise sur l'activité de bricolage et donc sur un seul des foyers interactionnels existants. Cependant, elle s'engage dans une multiactivité focalisée (type d¹), en interagissant avec plusieurs enfants de façon simultanée.
- 68 Comme déjà évoqué, lors de certains moments, la stagiaire se focalise sur les deux foyers interactionnels de façon simultanée et s'engage ainsi dans une multiactivité polyfocalisée de type d² (extraits 1, 6, et 7). Le déroulement interactionnel est alors marqué par une série de « simultanités organisées séquentiellement » (Mondada, 2017, p. 334).

- 69 Ces différentes modalités de participation déployées par la stagiaire se succèdent rapidement. Elles impliquent que la stagiaire varie ses formes d'adressages et ses focalisations. Elles amènent la stagiaire à s'engager dans des activités différentes, orientées vers un accompagnement des enfants, vers l'attribution d'une signification aux conduites de A, vers une explicitation de son activité et de ses modalités ou vers une négociation portant sur les pratiques considérées comme légitimes.

5. Conclusion : La participation des novices et ses enjeux pour la formation en situation de travail

- 70 Se positionner dans un contexte de stage dans l'éducation de l'enfance mobilise des compétences diverses. Dans les données empiriques analysées, la stagiaire mène une activité de bricolage avec un groupe d'enfants. Cela implique de préparer du matériel, d'aménager l'espace, de s'installer, d'interagir avec les enfants pour réguler leurs conduites et d'assurer la progressivité de l'activité en cours. Les conduites de la référente professionnelle rendent visible que c'est la stagiaire qui est censée assurer la responsabilité de la conduite de l'activité et de l'accompagnement du groupe d'enfants. Par son recul spatial à l'égard de l'activité en cours, par sa centration sur un soutien matériel et par ses interventions très succinctes, la référente professionnelle se met manifestement dans un positionnement de retrait. Pour la stagiaire, il s'agit de « savoir gérer ».
- 71 Par ailleurs, le contexte de stage implique que la stagiaire collabore et s'ajuste au collectif de travail. Une coordination entre la référente et la stagiaire s'est mise en place tout au long de la réalisation de l'activité de bricolage. Pour la stagiaire, l'arrivée de l'éducatrice E amène une nouvelle nécessité de s'ajuster. Cela fait ressortir une tension inhérente à une telle situation. Savoir assurer l'accomplissement du bricolage et mener à terme une activité projetée demande d'orienter les conduites des enfants présents et d'adopter une position d'animatrice responsable. Savoir collaborer, s'ajuster aux membres de l'équipe et accepter des réorientations de son activité nécessite de se positionner en tant que stagiaire en formation.
- 72 La participation à un contexte avec de multiples participants demande ainsi de savoir varier les positionnements diversifiés. Ces variations peuvent survenir dans une successivité, en formant des parenthèses ou des apartés. Par ailleurs, elles émergent également de façon simultanée dans le déroulement des interactions. L'engagement dans deux foyers interactionnels par une multiactivité polyfocalisée (extraits 7 et 8) offre des ressources interactionnelles pour un positionnement orienté simultanément vers les dimensions éducative et formative du contexte. Dans la séquence analysée, l'arrivée de l'éducatrice et ses interventions « dérangent » l'activité de la stagiaire et constituent une « rupture » (Pastré *et al.*, 2006) dans ce qui se passe. L'analyse des données montre que l'éducatrice rend visible qu'elle intervient pour et à la place de A. L'éducatrice mène une forme d'enquête pour attribuer une signification aux conduites de A et elle établit ainsi une monstration d'une pratique professionnelle experte. Les ressources interactionnelles mobilisées par l'éducatrice s'inscrivent dès lors dans une dimension éducative orientée vers les enfants. L'éducatrice intervient-elle également pour former la stagiaire, pour lui faire « voir » ce qui est pertinent dans la situation donnée et pour lui montrer les éléments pertinents à prendre en compte ?

De tels ingrédients d'un tutorat distribué ne sont pas rendus manifestes. Une éventuelle dimension formative disparaît derrière la dimension éducative.

- 73 C'est le soin donné de ne pas se positionner comme experte, c'est l'absence d'une posture rendue manifeste de tutrice, qui préserve la « face » de la stagiaire et lui offre ainsi une opportunité de réorienter son activité sans se sentir désavouée en présence des enfants. L'éducatrice, en procédant par des adressages indirects, en s'alignant aux conduites des enfants qui font émerger de nouvelles attributions de significations, s'appuie sur les phénomènes d'interdépendance inhérents aux interactions. Ces procédés permettent à la stagiaire d'identifier l'action à mettre en place pour répondre aux conduites de A, comme son énoncé « on mettra plus tard » (ligne 70) le montre. L'intervention directe de l'éducatrice porte ensuite uniquement sur le moment où A peut coller les yeux sur le dinosaure. La parenthèse de négociation rendue publiquement manifeste peut ainsi rester courte et s'accomplir à travers deux, trois énoncés succincts. L'occultation d'une posture de tutrice est ici une méthode, pour ne pas dire une « ethnométhode » (Garfinkel, 2007), qui permet de réorienter l'activité effectuée par la stagiaire, sans lui faire perdre sa « face ».
- 74 Une telle intervention largement indirecte et l'occultation de la dimension formative forment une opportunité d'apprentissage. Pour s'en saisir, la stagiaire est amenée à faire preuve d'une grande palette de compétences interactionnelles. Vu l'imprévisibilité du déroulement interactionnel, elle doit continuer à « garder la main » sur son activité, malgré les interventions des autres professionnelles et malgré les déplacements réitérés des enfants qui « désertent » la table de bricolage. L'analyse interactionnelle montre que la stagiaire s'ajuste aux conduites des autres interactants, qu'elle les légitime et qu'elle les intègre dans son activité. De cette façon, elle ne subit pas l'émergence des conduites des autres participants comme une menace pour sa propre activité, mais s'appuie sur ce qui advient pour élargir sa compréhension de ce qui passe et pour réorienter ses pratiques. Ainsi, la stagiaire ne se focalise pas sur sa propre activité, mais s'oriente vers l'accomplissement des activités collectives. Elle sait « lâcher prise » lorsque les enfants quittent temporairement l'activité de bricolage, en vue de maintenir et de reprendre la progressivité de l'activité en cours. Par ailleurs, la stagiaire s'engage dans un important travail de figuration.
- 75 La stagiaire rend visible, tout au long de la séquence étudiée, qu'elle sait maintenir son engagement dans la configuration de participation située. Elle observe ce qui se passe et montre ce qu'elle comprend des conduites des enfants lorsqu'ils se déplacent. Les sourires fréquents de la stagiaire, adressés à un enfant, à un autre, à l'éducatrice ou à la référente professionnelle semblent simultanément exprimer une légitimation des conduites des enfants, et un alignement aux interventions des professionnelles présentes. Ses sourires rendent manifeste qu'elle garde la maîtrise de son activité et peut préserver sa face.
- 76 La stagiaire sait « voir » ce qui est pertinent dans un contexte donné, elle sait varier ses focalisations, tenir compte d'un enfant individuellement et de l'ensemble du groupe d'enfants. Elle sait également « voir » ce que les professionnelles attendent d'elle, et s'inscrire dans les attentes normatives de l'équipe éducatrice. Par ailleurs, la stagiaire ne maintient pas uniquement sa propre participation à l'activité en cours, elle aménage des opportunités de participation pour les enfants. Dans les métiers orientés vers la prise en charge d'autrui, la participation à une communauté de pratique ne nécessite pas uniquement d'assurer sa propre participation. Simultanément, il s'agit de veiller à

aménager des opportunités de participation pour les bénéficiaires de la prise en charge. La participation de chacun se construit collectivement, à travers les interactions entre la stagiaire, l'éducatrice, les enfants et la référente professionnelle.

- 77 L'analyse menée montre la complexité de la notion de participation qui s'inscrit dans des dimensions pragmatiques, relationnelles, épistémiques et dynamiques des interactions avec de multiples participants. Sur un plan pragmatique, savoir participer à des configurations interactionnelles implique de construire des définitions partagées de la situation, ainsi que l'accomplissement d'activités collectives. La participation mobilise des positionnements relationnels, à travers les jeux d'adressages et de figuration. La dimension épistémique s'accomplit par la construction de significations partagées et par leur mise en visibilité par les différents participants à l'interaction. Tous ces différents aspects s'inscrivent dans un déroulement dynamique, ordonné de façon séquentielle et simultanée.
- 78 En quoi la compréhension des interactions avec de multiples participants peut-elle constituer un apport pour les problématiques de la formation en situation de travail ? En premier lieu, une analyse fine des interactions permet de mieux comprendre les pratiques de formation réelles, accomplies en situation de travail. Elle fait notamment ressortir l'imbrication des dimensions productives et constructives, déjà identifiées par les tenants de la didactique professionnelle (Samurcay & Rabardel, 2004). L'analyse montre que dans les métiers de la prise en charge d'autrui, la dimension de formation peut rester peu visible et même occultée à certains moments. Par ailleurs, il s'avère que les formes complexes de participation permettent d'accomplir plusieurs actions à la fois et offrent ainsi des ressources pour concilier les objectifs formatifs et les exigences du travail. Pour l'éducatrice, l'enjeu est double et s'inscrit dans une tension. D'une part, elle cherche à intervenir sans faire perdre la face à la stagiaire. D'autre part, il s'agit de faire comprendre à celle-ci la nature formative de son intervention. L'occultation d'un positionnement d'experte va ainsi de pair avec la mise en visibilité des pratiques éducatives considérées comme pertinentes. Les interactions avec l'enfant offrent des occasions pour s'adresser indirectement à la stagiaire. Les phénomènes de scission de la participation permettent à l'éducatrice d'accompagner la stagiaire dans l'accomplissement de son travail, tout en aménageant une opportunité d'apprentissage. En miroir, la stagiaire parvient simultanément à maintenir l'animation de l'activité de travail ainsi que l'engagement dans une démarche formative, à travers l'émergence des différentes formes de participation.
- 79 Des analyses interactionnelles peuvent enrichir des dispositifs de la formation initiale, ainsi que des formations continues, orientées vers les tuteurs, comme les praticiens-formateurs ou les référents professionnels. Dans le cadre de la formation initiale des stagiaires observées, le stage de troisième année est désigné comme un « stage en responsabilité et maîtrise de situations professionnelles ». L'objectif consiste ainsi à « maîtriser » l'animation des activités éducatives. La terminologie utilisée dans le contexte de la formation initiale semble signifier qu'il s'agit de savoir « gérer » de façon autonome, de savoir « faire seul ». La notion de « maîtrise » met l'accent sur une activité individuelle des apprenants. Des démarches d'analyses interactionnelles peuvent montrer que la conduite d'activités éducatives s'accomplit à travers des activités collectives. La tension entre le maintien de la progressivité de l'activité et des réorientations et des ajustements aux imprévus ne concerne pas uniquement la stagiaire, mais l'ensemble des participants à l'interaction. De nombreux dispositifs de

formation initiale et continue sont orientés fortement sur les pratiques professionnelles accomplies individuellement. Un élargissement sur la dimension collective pourrait donner des clefs de compréhension pertinentes pour se positionner dans les situations de travail et de formation. Des démarches d'analyse des interactions, basées sur des films vidéo réalisés par les éducatrices et éducateurs en formation, pourraient faire ressortir les complexités des situations d'interaction avec de multiples participants. Certains projets pilotes ont pu être menés dans le cadre de dispositifs de formation continue (Durand & Trébert, 2018 ; Zogmal & Durand, 2020) et également dans la formation initiale (Filliettaz & Trébert, 2015). Ces projets pilotes montrent que les participants à la formation s'orientent aisément vers le repérage de la dimension collective de leur activité et vers les relations d'interdépendances qui prennent place entre l'activité des stagiaires et celle des autres membres des équipes éducatives. Pour les novices, une meilleure compréhension de la complexité des interactions avec de multiples participants peut leur faciliter la planification, la réalisation et l'évaluation des activités. Une meilleure prise en compte de la dimension collective des situations éducatives leur donnerait également de nouvelles perspectives en ce qui concerne les positionnements relationnels.

- 80 Quant à la formation continue des tuteurs, il semble intéressant de mobiliser des démarches d'analyse des interactions afin d'éclairer les pratiques de formation peu visibles, fugitives et parfois occultées. Lors de l'accompagnement des stagiaires, une telle posture d'analyse permet de dépasser une focalisation sur l'action individuelle des novices, et de l'inscrire dans le contexte des activités collectives menées. Par ailleurs, une réflexion autour des dimensions implicites et explicites des situations de formation peut contribuer à une meilleure reconnaissance de l'activité des tuteurs, pour les professionnels eux-mêmes, ainsi que dans le cadre des dispositifs de formation.

BIBLIOGRAPHIE

Brown, P., & Levinson, S.C. (1978). *Politeness: Some universals in language usage*, 4. Cambridge : Cambridge University Press.

Durand, I. (2017). *Le positionnement du stagiaire dans la relation tutorale : une analyse interactionnelle des pratiques d'aide dans la formation à l'éducation de l'enfance*. Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation, Université de Genève.

Durand, I., & Trébert, D. (2018). Quand l'outil des chercheurs devient celui des praticiens : Un Groupe d'Analyse des Interactions en formation de formateurs. In I. Vinatier, L. Filliettaz & M. Laforest (Eds.), *L'analyse des interactions dans le travail : outil de formation professionnelle et de recherche* (pp. 51-76). Dijon : Éditions Raison & Passions.

Durand, I., Trébert, D., & Filliettaz, L. (2015). Offre et prise de place : L'accomplissement des configurations de participation à l'interaction tutorale dans le contexte de la formation professionnelle en éducation de la petite enfance. In K. Balslev, S. Cartaut, L. Filliettaz, & I. Vinatier (Eds.), *Pratiques professionnelles en formation : la part du langage* (pp. 31-60). Paris : L'Harmattan.

- Egbert, M. M. (1997a). Schisming: The collaborative transformation from a single conversation to multiple conversations. *Research on Language & Social Interaction*, 30(1), 1-51.
- Egbert, M. (1997b). Some interactional achievements of other-initiated repair in multiperson conversation. *Journal of Pragmatics*, 27, 611-634.
- Filliettaz, L. (2014). L'interaction langagière : un objet et une méthode d'analyse en formation d'adultes. In J. Friedrich & J. Pita, J. (Eds.), *Recherches en formation des adultes : un dialogue entre concepts et réalité* (pp. 127-162). Dijon : Éditions Raison et Passions.
- Filliettaz, L. (2018). *Interactions verbales et recherche en éducation ; Principes, méthodes et outils d'analyse*. Carnets des sciences de l'éducation. Genève : Université de Genève.
- Filliettaz, L., de Saint-Georges, I., & Duc, B. (2008). « Vos mains sont intelligentes ! » : *Interactions en formation professionnelle initiale*. Université de Genève : Cahiers de la section des sciences de l'éducation, 117.
- Filliettaz, L., Rémercy, V., & Trébert, D. (2014). Relation tutorale et configurations de participation à l'interaction. Analyse de l'accompagnement des stagiaires dans le champ de la petite enfance. *Activités, Association Recherches et Pratiques sur les ACTivités*, 11(1), 22-46.
- Filliettaz, L., & Trébert, D. (2015). Le travail comme objet d'analyse dans les espaces interprétatifs de l'alternance : le cas de la formation ES des éducatrices et éducateurs de l'enfance. In V. Lussi Borer, M. Durand & F. Yvon (Eds.), *Analyse du travail et formation dans les métiers de l'éducation* (pp. 161-178). Bruxelles : De Boeck.
- Filliettaz, L., & Zogmal, M. (Eds.) (à paraître). *Mobiliser et développer des compétences interactionnelles en situation de travail éducatif*. Toulouse : Éditions Octarès.
- Garfinkel, H. (1967). *Studies in Ethnomethodology*. Englewood Cliffs (New Jersey): Prentice-Hall.
- Garfinkel, A. (2007). *Recherches en ethnométhodologie*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Goffman, E. (1974). *Les rites d'interaction*. Paris : Éditions de Minuit.
- Goffman, E. (1987). *Façons de parler*. Paris : Éditions de Minuit.
- Goffman, E. (1991). *Les cadres de l'expérience*. Paris : Éditions de Minuit.
- Goodwin, C. (2007). Interactive Footing. In E. Holt & R. Clift (Eds.), *Reporting Talk: Reported Speech in Interaction* (pp. 16-46). Cambridge : Cambridge University Press.
- Grosjean, M. (1995). Contextualisations vocales en situations de travail. *Connexions*, 65-1, 27-42.
- Grosjean, M., & Lacoste, M. (1999). *Communication et intelligence collective. Le travail à l'hôpital*. Paris : Presses universitaires de France.
- Grosjean, M., & Traverso, V. (1998). Les cadres participatifs dans les polylogues : problèmes méthodologiques. In F. Cabasino (Ed.), *Du dialogue au polylogue* (pp. 51-67). Rome : CISU.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1992). *Les interactions verbales* [vol. 2]. Paris : Armand Colin.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Charalampos, T. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom*. London : Continuum.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Markaki, V., & Filliettaz, L. (2017). « Comment faire les remarques dans l'effervescence du travail ? » : une analyse interactionnelle des scissions des cadres participatifs dans la formation

professionnelle des éducateurs de la petite enfance. *Travaux Neuchâtelois de Linguistique*, 67, 79-102.

Mayen, P. (2002). Le rôle des autres dans le développement de l'expérience. *Éducation permanente*, 151, 87-107.

Mondada, L. (2006). La compétence comme dimension située et contingente, localement évaluée par les participants. *Bulletin suisse de linguistique appliquée*, 84, 83-119.

Mondada, L. (2017). Le défi de la multimodalité en interaction. *Revue française de linguistique appliquée*, XXII(2), 71-87.

Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, 154, 145-198.

Sacks, H., Schegloff, E., & Jefferson, G. (1974). A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation. *Language*, 50, 696-735.

Samurçay, R. & Rabardel, P. (2004). Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences. In R. Samurçay & P. Pastré (Eds.), *Recherches et pratiques en didactique professionnelle* (pp. 163-180). Toulouse : Octarès.

Simmel, G. (1902). The number of members as determining the sociological form of the group. *American Journal of Sociology*, 8(2), 158-196.

Traverso, V. (2012). Ad hoc-interpreting in multilingual work meetings. In C. Baraldi & L. Gavioli (Eds.), *Coordinating participation in dialogue interpreting* (pp. 149-176). Amsterdam : John Benjamins.

Traverso, V. (1997). Des échanges à la poste : dialogues, trilogues, polylogue(s) ? *Cahiers de Praxématique*, 28, 57-77.

Vion, R. (2000). *La communication verbale*. Paris : Hachette éducation.

Wenger, E. (1999). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge : Cambridge University Press.

Zarifian, Ph. (2001). *Objectif compétence. Pour une nouvelle logique*. Paris : Éditions Lia.

Zogmal, M., & Durand, I. (à paraître). De l'observation des enfants à l'analyse interactionnelle : contributions de la recherche à la formation continue des éducateurs et éducatrices de l'enfance. In L. Filliettaz et al. (Eds.), *De l'observation à l'intervention : les usages de l'analyse interactionnelle en formation*. *Revue phronesis*.

ANNEXES

Conventions de transcription

/	Intonation montante
\	Intonation descendante
°	Diminution du volume de la voix
+	Augmentation du volume de la voix
§	Énoncé accompagné d'un rire dans la voix
ACCent	Accentuation
<mhmm>	Régulateurs verbaux produits par le destinataire
(incertain)	Segments dont la transcription est incertaine
XX	Segments intranscriptibles
:	Allongements syllabiques
-	Troncations
.	Pauses de durée variable
souligné	Chevauchements dans les prises de parole
((commentaire))	Commentaire du transcripateur, relatif à des conduites gestuelles ou des actions non verbales

NOTES

1. Comme signe de reconnaissance pour le travail effectué par les femmes travaillant dans le domaine de la petite enfance (une très grande majorité de plus de 96 % !), ce texte utilisera la forme du féminin pour désigner les professionnelles de l'enfance et souligne ainsi le manque regrettable d'éducateurs dans ce champ.

RÉSUMÉS

Dans les métiers de l'éducation et des soins, la formation professionnelle en situation de travail se déroule fréquemment dans des interactions regroupant de multiples participants. Pour les étudiants en formation, il s'agit dès lors d'apprendre à participer aux activités en cours en s'insérant dans une équipe de travail et en s'ajustant aux usagers. Au croisement des recherches portant sur l'apprentissage en situation de travail et des perspectives interactionnelles en analyse du travail, cet article propose une étude empirique centrée sur les modalités de participation d'une étudiante stagiaire dans le champ de l'éducation de l'enfance. Il s'intéresse en particulier à une activité éducative menée par la stagiaire, en présence des enfants et de deux éducatrices expérimentées. La notion de configuration de participation permet d'aborder comment les différents participants établissent une définition de la situation et varient leurs focalisations sur différents aspects des activités collectives en cours. L'analyse empirique des données audio-vidéo et des transcriptions permet de souligner que les positionnements relationnels s'effectuent à travers des jeux d'adressages et de figuration. Sur le plan épistémique, les interactants co-construisent des significations partagées, rendues mutuellement manifestes dans l'accomplissement des interactions. Des changements incessants s'inscrivent dans un déroulement interactionnel dynamique, organisé de façon séquentielle et simultanée. Dès lors, savoir participer à des situations de formation dans et par le travail s'inscrit dans des dimensions pragmatiques, relationnelles, épistémiques et dynamiques des interactions. L'analyse des interactions permet d'éclairer ces phénomènes et les enjeux des situations de formation dans les contextes de travail avec de multiples participants.

In Education and Care professions, vocational training frequently occurs in interactions involving multiple participants. Novice workers therefore have to learn to participate in ongoing activities by engaging in work teams and by adjusting to the targeted recipients of the service. At the crossroads of research on work-based learning and interactional perspectives on work analysis, the paper proposes an empirical exploration of the forms of participation of a trainee in childhood education, during an educational activity conducted with a group of children, in the presence of two experienced educators. The notion of Participatory Configuration provides insights on how the different participants establish a definition of the situation and adapt their focus when performing collective activities. In addition, relational positioning occurs through the forms used to address the recipients and the phenomena of facework. At the epistemic level, interactants co-construct shared meaning, made mutually manifest in the interactional flow. Constant changes are part of a dynamic interaction sequence, organized sequentially and simultaneously. Knowing how to participate is therefore part of pragmatic, relational, epistemic and dynamic dimensions of interactions. This interactional perspective aims to shed light on the issues of training situations in workplace contexts with multiple participants.

INDEX

Keywords : workplace learning, interactional analysis, participatory configuration, early childhood education

Mots-clés : formation en situation de travail, analyse interactionnelle, configuration de participation, éducation de l'enfance

AUTEUR

MARIANNE ZOGMAL

Université de Genève, Équipe Interaction & Formation, 40, Bd. Pont-d'Arve, 1211 Genève,
zogmal@sunrise.ch

Commentaires d'ouvrages

Analyse d'ouvrage par Cédric Dalmasso

Pascal Ughetto (2018). *Organiser l'autonomie au travail*

Cédric Dalmasso

RÉFÉRENCE

Pascal Ughetto (2018). *Organiser l'autonomie au travail*. FYP Éditions.

- 1 La mortalité du (et au) travail nous questionne avec insistance depuis la vague suicidaire des années 2000 et les pronostics excessifs d'une société sans travail. L'appel à plus d'autonomie semble une réponse bien plus raisonnable en droite ligne des travaux de l'école sociotechnique. La grande entreprise se convertirait enfin à un mode de management agile et libéré plus en adéquation avec les aspirations humaines. Ce récit bien trop simple est remis en cause avec une acuité ciselée par Pascal Ughetto.

Un ouvrage nécessaire

- 2 Pascal Ughetto nous propose un livre de 160 pages qui se présente sans prétention. *Organiser l'autonomie au travail*, son titre, indique clairement le propos développé dans un langage simple et accessible. Le sujet ne peut être plus clair. La prose est économe en concepts académiques. Elle est accessible au plus grand nombre. C'est l'une des grandes qualités de cet ouvrage et il ne faudrait pas que cette humilité trompe le lecteur. L'ouvrage est scientifique et fondamental. Il montre une connaissance fine du monde de l'entreprise et cette connaissance n'est pas aveugle à l'histoire des sciences sociales bien au contraire. L'érudition est ici au service du lecteur et non l'inverse. Mieux encore, elle se cache et c'est finalement parce qu'elle ne se donne pas à voir qu'elle apparaît comme utile et a de la valeur. Dans cet ouvrage, beaucoup des questions chaudes du moment sont abordées : la transformation digitale, l'agilité organisationnelle, l'entreprise libérée, l'autonomie et les effets de tout cela sur la

grande entreprise. Pascal Ughetto parvient à traiter un sujet à la mode sans tomber dans les travers de l'immédiateté. Il n'y a pas de faute de goût, pas de grandiloquence, pas d'esbroufe. Parions que son propos ne sera pas éphémère. Ces quelques pages sont en tout cas une médecine collective à lire trois fois par jour.

- 3 *Organiser l'autonomie au travail* ne pose pas la question d'un travail vu comme un concept théorique en apesanteur, mais inscrit son énigme dans l'organisation et plus largement dans les évolutions socio-économiques contemporaines. Il rappelle que pour comprendre les mutations du monde du travail il est indispensable de revenir à une histoire au temps long pouvant remonter jusqu'à l'invention de la grande entreprise. Il rappelle également que l'invention de la grande organisation ne se résume pas au déploiement du taylorisme. Dans le récit proposé, la place de la technologie numérique et digitale est certes de première importance, mais cette révolution relativement récente, alors même qu'elle se présente parfois comme *disruption*, n'est rien face à la normativité de la vie (pour utiliser une expression de Canguilhem). C'est en fait un appel à revenir aux besoins personnels et sociaux de l'humain. Comprendre la transformation digitale exigerait alors de l'analyste qu'il revienne à l'essentiel, l'Homme.
- 4 La thèse défendue par Pascal Ughetto est à rebrousse-poil d'un discours managérial dominant. Non, la grande entreprise malgré ses rigidités, ses process et sa discipline de contrôle n'est pas morte. Elle est indéniablement une contrainte, mais n'en constitue pas moins une ressource pour les travailleurs. L'activité souffre tout autant d'un excès de contrôle que d'une absence de soutien et c'est la thèse essentielle qui est défendue avec une précision minutieuse. Les appels à l'autonomie, à l'agilité, à la libération conduisent parfois à renvoyer au sujet, pensé comme un individu, la responsabilité de l'action collective. Cette épistémologie du travail est pourtant tout aussi néfaste que celle consistant à penser, cognition illusoire, le travailleur comme un simple agent n'opérant qu'à travers l'application stricte de prescriptions externes. Comprendre ce qui est en jeu dans la transformation digitale et ses avatars d'agilité libérée, c'est avant tout reposer la question fondamentale de l'activité, des difficultés qu'elle nous pose, et des modalités d'actions permettant d'apporter quelques réponses par essence temporaires et imparfaites à nos problèmes collectifs. C'est pourquoi les analyses proposées font une large place aux différents acteurs de l'organisation. Les directions, les cadres intermédiaires, les personnels qui opèrent concrètement au quotidien (fonctions support et centre opérationnel). Pascal Ughetto remet l'accent sur les formes organisationnelles et les fonctions qui les incarnent. À l'heure d'un affaiblissement du courant du design organisationnel, cet angle d'analyse est bienvenu. Il permet d'outiller la pensée ; parions qu'il permettra d'offrir des bases d'actions collectives plus cohérentes et raisonnées.
- 5 Un des moments les plus stimulants du livre est probablement celui qui revient sur la genèse des discours portant sur la digitalisation agile et libérée. L'analyse proposée traite de la réappropriation par les directions générales d'un discours séduisant tout aussi prophétique que performatif ; discours qui ne pourrait être en fait qu'une injonction au changement se travestissant en promesse pour masquer nos angoisses collectives. La rigidité en silo de la grande entreprise ne serait plus adaptée aux aspirations des nouvelles générations et à un environnement hyper compétitif et turbulent. Les dirigeants des grandes entreprises ne pourraient faire autrement que d'embrasser les principes libérateurs de l'agile sous la pression conjointe des salariés

et des professionnels de l'informatique qui, sans manifester, communiquent à grand renfort de manifeste. Le travail ne pourrait se penser qu'à travers des interactions multiples et évolutives dans des tiers lieux hybridant travail et hors travail. Les frontières entre producteurs, clients, fournisseurs et prescripteurs s'estomperaient, aidées en cela par des outils collaboratifs fracassant les contraintes de temps et d'espaces et offrant à tou(te)s et à chacun(es) le don d'ubiquité. Les processus de contrôle seraient en train de céder sous la pression d'une modernité en marche ; rien ne pourrait la stopper. Et d'ailleurs pourquoi vouloir arrêter le progrès ?

- 6 C'est ce discours que l'analyse à longue vue de Pascal Ughetto éclaire. Les aspirations à l'autonomie ne sont en effet pas nouvelles et les processus organisationnels ne peuvent s'interpréter simplement comme la persistance absurde d'un vieux monde dépassé. Ce sont les dates, rappelées avec précision, qui doivent attirer notre attention. La manière dont l'aspiration à l'autonomie et la nécessité du contrôle s'entrelacent dans l'ancien XX^e siècle offre une fresque pleine de sens sur l'activité collective. À trop se focaliser sur la numérisation des années 2000 et sur la digitalisation des années 2010, on en viendrait à oublier la théorie Y en réaction aux pratiques tayloriennes du milieu des Trente Glorieuses (Mc Gregor, 1960), le management participatif des années 80, les appels à plus de fluidité lancés par les stratèges dans les années 90 (Peters). Mais aussi le cycle inverse de renforcement des contraintes répondant à la saturation des marchés contemporains et des chocs pétroliers, au processus nécessaire à la gestion de la diversité des années 80, au mode projet des années 90, au lean management des années 2000 et à la centralisation standardisée portée par l'informatique de gestion. Informatique qui n'a d'agile sous certains aspects que le nom. Pascal Ughetto conclut donc avec justesse et pertinence sur l'absurdité logique qui consiste à demander plus d'autonomie sans aborder la véritable question. Celle de l'articulation entre autonomie et contrôle par les processus. Ce faisant il remet à l'agenda des dirigeants et des directions fonctionnelles une question trop souvent orientée uniquement en direction des salariés ou des cadres intermédiaires.

Offrir le don d'œuvrer mieux

- 7 Si l'analyse proposée se présente avec rigueur, elle comporte, une fois synthétisée, un certain degré d'impertinence au regard des pratiques quotidiennes observées dans la grande entreprise. Mais cette impertinence n'est qu'analytique. Même lorsque sont abordés *les effets aujourd'hui du travail de demain* avec leur lot parfois cocasse d'appels à la collaboration, à l'innovation ouverte et au fait de faire communauté. C'est surtout l'analyse du *chief happiness officer* qui force l'admiration. Aucun soupçon d'ironie facile dans celle-ci. Les écrits de Pascal Ughetto nous rappellent qu'il convient de penser véritablement les fonctions, même les plus originales, en suspendant son jugement pour s'efforcer de distinguer le sens derrière la brume. En définitive, c'est ce respect de l'altérité qui fait une autre des vraies forces de ce livre ; cet ouvrage respecte l'humain et c'est parce qu'il le respecte qu'il se permet de pointer ses travers. Ils le définissent aussi et il n'y a rien de pathologique là-dedans. En définitive, il n'y a aucun jugement de valeur dans l'analyse proposée. Une simple compréhension bienveillante et utile d'une certaine absurdité du monde, de ses discours, de ses pratiques. Une volonté de prendre en compte les savoirs profanes du quotidien avec empathie et compréhension. L'objectif de ce livre est d'offrir des moyens. Il nous accompagne vers des modes de

réflexion et d'action renouvelées. Pascal Ughetto prend le risque d'esquisser quelques pistes en ce sens.

- 8 Attention, nous parlons bien de pistes, car point de recettes toutes faites, de bonnes pratiques à appliquer simplement. Organiser, c'est assumer notre indépassable ignorance sur l'activité, cet objet porté par des sujets. L'un comme les autres ne se donneront jamais complètement. Ils répondront à notre illusion de maîtrise en nous surprenant. Ils réagiront à une volonté parfois trop contraignante par ce qui pourrait être appelé déviance, mais qui n'est que vitalité. En définitive, toute la difficulté est d'articuler le désir d'autonomie et le besoin de contrôle, indépassable tension paradoxale soulignée, déjà, par Canguilhem. Si nous avons appris de cet auteur illustre que la norme de vie ne se réduit pas à un biologisme et qu'il convient de penser le vivant non dans son environnement, mais dans son milieu, alors Pascal Ughetto nous rappelle un autre enseignement important. Si norme de vie il y a, la norme sociale existe également. Et si la normativité vitale du vivant est primordiale, la normativité vitale du social l'est tout autant. Prescrire c'est édicter une norme et cette norme contraint obligatoirement le vivant. Mais ne pas le faire revient à ne pas réguler l'activité. Cela renvoie aux individus une exigence à laquelle seul le collectif peut répondre. Les appels à l'agilité, l'autonomie et la libération semblent oublier cette tension indépassable et c'est la nécessité d'en tenir compte que nous rappelle Pascal Ughetto. Le social n'est pas naturellement bienveillant et soutenable. C'est notre activité de conception et de régulation des normes qui permet à l'activité d'être soutenue et soutenable. Ce discours assume clairement la double exigence d'efficacité sociale et de soutien à l'activité personnelle.
- 9 Ce faisant Pascal Ughetto ne se cantonne pas à tenir un propos dont la portée resterait dans l'ici et le maintenant. Si son analyse est concrète et matérielle, l'ampleur de l'enseignement est beaucoup plus large. En questionnant les modes du moment et leur pertinence dans l'action de la grande entreprise, il remet sur le métier une question fondamentale des sciences sociales en général et des sciences de gestion en particulier. Poser la question de l'autonomie pertinente et du contrôle utile conduit en réalité à interroger nos représentations sur ce que l'on appelle l'industrie et, de manière impropre, l'industrialisation. Loin de ne concerner uniquement les usines, l'industriation (pour reprendre le terme d'Armand Hatchuel) est en fait un phénomène beaucoup plus complexe que le récit dominant qui rend compte de notre histoire sociale donne à voir. Il désigne le processus par lequel nous combinons norme vitale et norme sociale dans un tout cohérent, c'est-à-dire soutenable et fécond. C'est cela en définitive la grande question posée par *Organiser l'autonomie au travail*.

Mettre à profit ce qui a été transmis

- 10 En conclusion, le lecteur l'aura compris, le livre de Pascal Ughetto est un livre qu'il convient d'étudier. Si son apport apparaît indéniable, l'exercice de recension appelle à pointer d'inévitables compléments. Plus que des limites, la lecture d'*Organiser l'autonomie au travail* nous invite à poursuivre l'exploration de l'énigme de l'articulation entre autonomie et contrôle et à essayer de répondre à une des questions que le récit présenté dans l'ouvrage fait émerger. Comment expliquer que les directions générales cèdent si facilement aux promesses de la digitalisation agile et libérée en dépit des tensions et des difficultés bien visibles que celles-ci génèrent à tous les niveaux de

l'organisation ? C'est un récit complémentaire à celui proposé qui pourrait nous éclairer et nous permettre de rendre intelligible la surdité du sommet stratégique aux enseignements de l'ergonomie, de la clinique de l'activité et de la sociologie du travail. Pour le comprendre, il conviendrait de revenir plus longuement à la naissance de l'activité des stratèges. Appliquer la méthode de l'analyse du temps long pour comprendre les actions des cadres dirigeants.

- 11 Sans se livrer à l'exercice, notons que l'environnement hyper compétitif, turbulent et disruptif est aujourd'hui une injonction qui s'impose à la grande organisation. Elle doit gérer conjointement l'activité routinière au moyen de process de contrôle, mais également à explorer de manière raisonnée la proposition de produits et de services du futur. Les sciences de gestion nous enseignent que ces deux activités ne sont pas de même nature et que les principes de gestion de projet tel qu'inventés et déployés dans les années 90 ne sont qu'un type particulier de process de contrôle, type bien spécifique d'organisation du contrôle d'une activité connue. En parallèle se développe toute une activité s'efforçant de maîtriser les process d'exploration de l'inconnu (projet exploratoire, raisonnement de conception innovante). Il ne s'agit plus alors pour la grande entreprise de contrôler les comportements des salariés et de maîtriser la mobilisation des ressources humaines, matérielles et financières. Il s'agit en plus de contrôler l'exploration collective et de le faire en plus de l'activité précédente.
- 12 Cette tension entre exploitation et exploration se déplace du sommet stratégique de l'organisation (ou elle était relativement cantonnée) vers les centres opérationnels, le management intermédiaire et les directions fonctionnelles. L'hypothèse consistant à découpler réflexions sur les routines organisationnelles (gestion des fins et des moyens connus) et la rationalisation des activités d'exploration (exploration conjointe des fins et des moyens) ne tient plus. Faisons alors le pari que le besoin de process ne va pas aller en diminuant (nous suivons en cela Pascal Ughetto), mais que deux types de process sont en fait en présence. Les process d'exploitation et les process d'exploration. Ces activités distinctes, mais conjointes mettent déjà en tension l'organisation en questionnant la division du travail entre stratège et opérationnel. L'activité stratégique n'est plus cantonnée dans les strates supérieures de l'organisation. Les tensions de la digitalisation agile et libérée pourraient désigner une ère nouvelle, celle du nécessaire partage de l'activité stratégique et donc celle d'une reconfiguration des pouvoirs dans la grande entreprise. Cette reconfiguration du pouvoir met à l'épreuve notre capacité collective à l'accompagner sans violence, que cette violence soit tournée vers soi ou vers autrui.

Analyse d'ouvrage par Yves Lichtenberger

Thierry Berthet & Caroline Vanuls (Eds.). (2019). *Vers une flexicurité à la française ?*

Yves Lichtenberger

RÉFÉRENCE

Thierry Berthet & Caroline Vanuls (Eds.). (2019). *Vers une flexicurité à la française ?*
Toulouse : Éditions Octarès, Collection Le travail en débat, série LEST.

- 1 Ce livre situe un moment charnière de l'évolution de nos règles de droit du travail, celui où la flexibilité des conditions d'emploi s'installe comme solution répondant à une mondialisation de la compétition, bousculant les protections antérieures établies sur une conception de l'emploi à vie dans une même entreprise, et se cherchant une nouvelle légitimité en rétablissant un équilibre, par nature toujours instable en matière sociale, avec une sécurisation des conditions de mobilité pour les salariés. Il s'ensuit un double changement de perspective : la défense du plus grand nombre d'emplois prend la priorité sur celle de l'emploi de chacun et la visée d'employabilité sur celle de sa pérennité. Une charnière est une transition où certains voient le basculement d'un monde à un autre et d'autres la continuité d'un voyage explorant de nouveaux paysages. D'où ce double regard sans cesse porté sur ces évolutions : précarisation de l'existant pour les uns, évidente à l'aune de ce qui constitue l'emploi stable, et inclusion pour les autres dans un espace plus sécurisé, mais plus poreux, de ceux que l'on disait « hors-statut » lorsque l'on a commencé à s'en soucier dans les années 80 du siècle dernier. Déjà dans ces années-là Bruno Trentin, alors secrétaire général de la CGIL, le syndicat des métallos italiens, posait ainsi la question à son congrès : « Si la flexibilité ne sert qu'à réduire les emplois, il faut la combattre, mais, si elle permet de les préserver, il faut non seulement l'accepter, mais même l'exiger là où les employeurs ne la proposent pas et en négocier les conditions ».

- 2 Il faut savoir gré au LEST – Laboratoire d'économie et de sociologie du travail d'Aix-en-Provence – d'avoir rassemblé dans cet ouvrage publié par Octarès et inaugurant la Série LEST de la « Collection Le travail en débats », les regards de 16 auteurs, sociologues, économistes, politistes et juristes réunis lors d'une journée d'étude début 2018 sur « Les ordonnances Macron 2017-2018 ». La matière est ample : deux lois, l'une d'habilitation l'autre de validation, cinq ordonnances plus une rectificative, une multitude de décrets, le tout suivi en 2018 de la loi *Pour la liberté de choisir son avenir professionnel*. Il s'agit bien de la codification d'une nouvelle étape, ouvrant de nouveaux domaines à la négociation collective, privilégiant sa décentralisation vers les niveaux de la branche et de l'entreprise, réorganisant les procédures et instances de dialogue social dans l'entreprise, etc. (voir sur ces points l'avant-propos d'Alexis Bugada). Il faut surtout savoir gré aux auteurs d'avoir pris de la distance par rapport aux caricatures sur le néolibéralisme ou sur l'effondrement du droit du travail si prégnantes, même dans nos milieux scientifiques – le juriste Antoine Jammaud le rappelle en conclusion – pour nous livrer chacun à leur tour un diagnostic plus prudent sur ces évolutions assez continues qu'il importe d'abord de resituer dans le temps d'au moins une quinzaine voire une quarantaine d'années, couvrant un long processus politique et législatif mené par des gouvernements de bords politiques opposés.
- 3 C'est un livre d'alerte, pas encore une évaluation qui serait prématurée. Alerte attachée à décrire le sens de ce qui a changé et inquiète, de ce qui advient déjà et pourrait s'aggraver. La continuité constatée d'un effort de fluidification du marché du travail, due à la constance d'une pression d'une concurrence désormais mondialisée, rejaillissant dans ses effets jusque dans les services publics, ne conduit pas pour autant inexorablement à une précarisation généralisée des emplois. Les dix chapitres de l'ouvrage en explorent les à-coups et les tentatives pour en corriger les dommages les plus criants en particulier pour les nouveaux entrants et les moins qualifiés, tout en s'alarmant d'un changement de référentiel – la flexicurité comme guide des politiques d'emploi – et d'une décentralisation des niveaux de régulation vers l'entreprise où se manifeste le plus crûment l'emprise du pouvoir patronal, et même directement vers les salariés, sans leur syndicat.
- 4 Du travail, en tout cas du travail réel, il sera peu question en dehors d'une évocation du métier de facteur du temps où le courrier abondait et du déploiement de la polyvalence chez les gens de mer. Chaque auteur s'est avant tout attaché à une analyse des textes législatifs et conventionnels et de ce qu'ils nous disent de l'évolution des conditions d'emploi et en particulier de recrutement et de licenciement. Après une introduction résumant l'ouvrage (Thierry Berthet & Caroline Vanuls), une première partie (chapitres 1 à 4) décrit la longue construction d'un « modèle de flexicurité à la française » privilégiant la négociation dans l'entreprise pour sa mise en œuvre. Une seconde partie (chapitres 5 à 10) explore les impacts de cette « flexicurisation des emplois sur les individus ». Les dix chapitres, regroupés par paire, établissent ainsi une synthèse en cinq thèmes des travaux propres de chaque auteur, sans que soit rendu compte des confrontations entre eux. Il faut le regretter sauf à supposer que leur constat était tellement unanime qu'il la rendait superflue. Heureusement, c'est plutôt la complexité et l'ambivalence de ces évolutions, sur lesquelles nous reviendrons, qui sont présentées ici.
- 5 Un premier thème analyse l'émergence de la flexicurité en France (Christophe Guitton) avec une comparaison avec la Belgique (Thierry Berthet & Bernard Conter). Sont bien

mis en avant trois temps, celui d'une compétitivité accrue et d'une dérégulation du marché du travail, celle d'une réaction syndicale pouvant accepter la flexibilité du travail, mais pas celle des emplois, celle enfin des États au plan national et de la communauté européenne proposant de nouvelles normes juridiques ré-agençant marché du travail, formation et mobilité sous le nom de flexicurité, donnant de nouvelles latitudes à l'employeur sans avoir à les négocier. C'est, en France comme en Belgique, une reprise en main par l'État de l'évolution du droit du travail et de la formation, réduisant le rôle des partenaires sociaux et des régions. Une dissociation tend à s'établir entre la flexicurité revendiquée comme programme politique, notamment vis-à-vis de la Communauté européenne d'un côté, et, de l'autre, les négociations pour en compenser les effets. Les syndicats belges, plus implantés, séparent défense de l'emploi existant avec acceptation de mesures de flexibilité dans l'organisation d'un côté et revendication sur les mobilités de l'autre. Les syndicats français fusionnent ces dimensions dans des accords interprofessionnels et des lois sur la sécurisation des parcours, confortant l'idée d'une « flexicurité à la française ».

- 6 Un second thème aborde la décentralisation et la réorganisation du dialogue social dans l'entreprise (Mathieu Hallot & Caroline Vanuls). Celles-ci dotent les salariés d'un pouvoir direct de conclusion d'accord par référendum sauf opposition majoritaire des syndicats là où ils existent. Elles ouvrent dans d'autres cas la possibilité d'accords directement avec les élus du Conseil social d'entreprise, mais privent les syndicats du pouvoir exclusif de négociation tout en accordant au Conseil un droit nouveau de veto sur certaines décisions unilatérales de l'employeur amorçant une forme de co-décision bien timide encore au regard de ce que connaissent les Allemands. Il est trop tôt pour en mesurer la portée, beaucoup dépendant de la façon dont les syndicats sauront outiller leurs élus. L'exemple du Groupe La Poste en illustre le caractère illusoire (Paul Bouffartigue & Jacques Bouteiller) avec la transformation du métier de facteur. Après la polyvalence s'instaure une redéfinition des tournées et de leur mode d'attribution qui divise profondément les syndicats : certains, majoritaires dans le groupe, mais sans doute pas chez les facteurs, négocient les contreparties de rémunération, de création d'emplois et de qualité de vie au travail. D'autres restent fermes sur l'organisation corporative du travail qui les régissait antérieurement.
- 7 Un troisième thème s'attache aux diverses formes de flexibilisation du contrat de travail (Nathalie Louit-Martinod) qui semble bien être aujourd'hui acceptée comme inéluctable, à condition d'en maîtriser les abus et d'en préciser conventionnellement les modalités au niveau des branches. La réaffirmation récurrente du CDI comme norme commune du contrat de travail n'a pas empêché CDD et intérim de proliférer, voire d'exploser pour les nouveaux recrutements. Les ordonnances en redéfinissant les conditions de recours peuvent ainsi être lues comme la légitimation de certaines pratiques antérieurement délictueuses ou comme un pari d'une meilleure régulation de la situation « des plus précaires des précaires » à savoir ceux enchaînant les contrats les plus courts. De même le CDI de chantier et d'opération peut être vu comme une flexibilisation du CDI ou comme une sécurisation du CDD. Ce sont les partenaires de branches et les usages qui seront tolérés qui en décideront. Un éclairage saisissant en est donné par l'intérim à la mer et le renforcement des sociétés de *manning* (Christophe Chevalier) : la nécessité de régler l'embauche et l'emploi des gens de mer est un casse-tête pour tous les pays pris entre souci de compétitivité et volonté d'harmonisation face à des pavillons de complaisance. Une convention internationale pour le travail maritime a vu le jour comportant des avancées sociales importantes,

mais avec la crainte et les voir contournées par les agences de *manning* (intérim marin) faisant écran plutôt qu'intermédiaire entre le salarié et l'armateur.

- 8 Un quatrième thème concerne la facilitation de la rupture du contrat de travail (Olivier André) : d'une part la limitation de l'indemnité de licenciement, de l'autre l'allègement des procédures le notifiant et surtout la redéfinition du périmètre de validation d'un licenciement économique dont les motivations possibles avaient déjà été élargies depuis 2013. En accompagnement, voire en contrepartie, les ordonnances majorent le montant minimal des indemnités dues dans tous les cas et renforcent le contrôle du juge sur la validité économique d'un licenciement. La justification en est que rendre plus facile de licencier ferait moins craindre d'embaucher, il s'agit donc d'abord d'une sécurisation de l'employeur plutôt que du salarié. Les effets, selon le juriste, ne pourront s'en apprécier qu'au fil du temps. Un regard statistique sur les pratiques de licenciement (Camille Signoretto) permet cependant de s'en faire une idée. Rien ne vient conforter d'un point de vue macroéconomique basé sur des comparaisons internationales le lien entre création d'emploi et assouplissement des règles de licenciement pourtant partout à l'œuvre. D'un point de vue microéconomique les mobilités d'emploi ne résultent en France que pour une faible part de licenciements plus souvent prononcés pour raison personnelle dans les grandes entreprises et les services et pour motif économique dans les petites et l'industrie. En tous cas les premiers touchés sont les moins qualifiés, ceux aussi qui bénéficient le moins d'une formation qui faciliterait une mobilité souhaitée.
- 9 Le cinquième thème nous conduit logiquement vers la construction des dispositifs de sécurisation des parcours professionnels au cœur d'une conception des mobilités dont le salarié pourrait être moteur. La mise en place du compte personnel de formation (Jean-Marie Dubois & Josiane Vero) dotant chaque salarié d'un crédit de formation qui lui appartient en est une novation emblématique à condition que chacun sache s'en servir ce qui suppose information, expression des besoins et accompagnement dans la construction d'un parcours, points faibles des salariés les moins qualifiés qui aspirent pourtant fortement à changer d'emploi. La loi en crée les dispositifs, mais tout se jouera dans leur utilisation effective ainsi que dans la volonté des entreprises de donner un tel sens aux entretiens professionnels. Il en est de même du Compte personnel de prévention de la pénibilité devenu Compte professionnel de prévention (Jessica Attali-Colas & Tarik Chakor) sensé répondre aux différences d'espérance de vie et de santé dues aux travaux exercés. L'ambition en a été réduite, en le focalisant sur la réduction des carrières plus que sur la prévention des risques, et en écartant certains critères au motif de la difficulté de leur application. Mais c'est un chantier qui revient au premier plan et se rouvre à l'occasion de la loi sur les retraites.
- 10 Dans une postface, le juriste Antoine Jeammaud souligne l'intérêt d'un travail interdisciplinaire qui permet au « juriste savant » d'aller au-delà d'une interprétation seulement dogmatique des textes, d'analyser l'usage social de ces dispositifs nouveaux, leurs effets et les représentations qu'ils nourrissent. Ainsi les contributions établissent ici la consistance d'un projet de modèle social de flexicurité à la française susceptible de succéder au modèle social-démocrate à son apogée dans les années 80 du siècle précédent. Mais il n'est pas sûr qu'on en soit là : le droit étatique continue à peser lourd tant sur les décisions des employeurs que sur les cadres de négociations, un droit plus flexible du travail n'est pas déjà un droit du travail flexible, et la flexicurité ne constitue pas un cadre cognitif consensuel. Le droit du travail est ambivalent, chargé

d'établir et légitimer un équilibre fondamentalement inégalitaire : à être trop tiré d'un côté, il perd sa fonction régulatrice et ré-ouvre le conflit. N'est ce qui peut arriver de mieux à ces réformes ?

11 Dans le prolongement de cette postface, terminons par trois interpellations aux auteurs, en espérant comme ils nous l'annoncent une suite à leur travail :

- L'énoncé d'une « flexicurité » comme le montre l'ouvrage vient du politique. C'est une réaction à une situation de l'emploi qu'il ne maîtrise plus et une réponse à des demandes contradictoires de flexibilisation des contrats de travail d'un côté, de sécurisation de l'autre. Une politique de « flexicurité » est sensée y répondre en les équilibrant. En fait, elle les juxtapose sans les articuler : donner la main à l'employeur sur la flexibilisation en y adjoignant des contraintes de sécurisation pour ses salariés constitue un oxymore, pas un équilibre dont la légitimité ne saurait se constituer en dehors des acteurs concernés. Resituer son émergence dans un temps plus long nous invite à ne pas assimiler trop directement flexibilité du travail et flexibilisation des contrats. Le point de départ, le besoin de flexibilité des organisations pour faire face à la concurrence et défendre l'emploi est un problème commun aux employeurs et aux salariés et à leurs syndicats ; de nombreuses négociations en témoignent. En s'emparant – ou en se voyant refiler – le sujet, l'État s'instaurant en arbitre n'en éloigne-t-il pas aussi la solution ? En tous cas, plus que dans les textes, tout se jouera dans la façon dont les acteurs s'emparent de ce pseudo-équilibre. Transition chaotique ou émergence d'un modèle, c'est le réel défi de ces lois : rapprocher la décision de l'entreprise est-ce mettre la négociation sous emprise patronale ou est-ce mettre le travail réel en leur cœur et ouvrir une brèche dans son pouvoir d'organisation et peut-être aussi revivifier une source de syndicalisation ?
- Pour juger d'un équilibre, on énonce ce que chacun gagne et perd. Mais les choses sont rarement aussi simples, car les acteurs réels sont toujours dans des dilemmes qu'il faut garder présents quand on veut donner sens aux textes. Dilemme par exemple lorsque le droit devient destructeur de droits : par exemple lorsqu'un accord collectif réduit, avec l'aval d'une majorité qui y trouve intérêt, des droits acquis à titre individuel. Peut-on alors considérer comme avantageux pour les salariés ce qui est désavantageux pour quelques-uns d'entre eux ? Les auteurs répondent ici clairement par la négative, la question mérite pourtant de ne pas être trop vite close. Autre exemple de dilemme : « protéger l'emploi » est-ce défendre l'emploi de chacun ou sauver le maximum d'emplois de tous ? Et inclue-t-on dans ce « tous » intérimaires et sous-traitants ? Dans ces dilemmes, selon la focale choisie, ce ne sont pas les mêmes actions qui sont menées, ni les mêmes droits revendiqués. Que dirait-on aujourd'hui du débat, vif dans les années 80, sur l'élaboration d'une convention collective de l'intérim à propos du droit du travail : qu'elle le sapaît en reconnaissant l'intérim, ou qu'elle le confortait en y intégrant les intérimaires ?
- Le droit du travail que nous connaissons s'est construit sur le modèle de l'emploi stable. Les garanties qu'il apporte sont la contrepartie de la subordination qu'il instaure, enfermant employeur et salariés dans un tête-à-tête exclusif et érigeant autour d'eux une frontière rejetant l'instabilité à la porte de l'entreprise. Cette frontière est devenue aujourd'hui de plus en plus poreuse ; c'est une source d'inquiétude, mais est-ce une si mauvaise nouvelle ? Depuis longtemps déjà les salariés en CDI ont appris que leur garantie d'emploi ne valait qu'aussi longtemps que leur employeur n'était pas défaillant, et que s'il l'était le droit les laissait bien seuls ! À l'inverse ceux que l'on nommait « hors-statuts » ont progressivement obtenu une certaine reconnaissance dans l'entreprise. Dans le fond, ne peut-on constater, en particulier pour les catégories les moins qualifiées, un certain ancrage de l'entreprise dans son territoire, avec des interactions plus actives, notamment en matière de formation, avec

la population de son bassin et pas seulement avec « ses » salariés ? D'ailleurs, l'importance croissante des sujets de formation et de mobilité dans les négociations, l'émergence du thème des « parcours professionnels » s'entendant aussi bien dans l'entreprise que d'une entreprise à l'autre n'en témoignent-elles pas ? Ajoutons-y la RSE et la définition de leur « raison d'être » par certaines entreprises, on voit bien que l'on est effectivement à un moment charnière d'évolution des pratiques. Ces avancées, comme celle de la flexibilisation, résultent, elles aussi, de mouvements en cours depuis nombre d'années. Est-on dès lors dans des basculements et dans des évolutions si prévisibles ? N'est-il pas d'ailleurs plus stimulant pour les scientifiques que nous sommes d'en cerner les incertitudes, c'est-à-dire d'en explorer les opportunités, que d'en asséner les inexorables ?

Analyse d'ouvrage par Serge Volkoff

Dominique Chouanière (Ed.). (2019). *Précis d'évaluation des interventions en santé au travail. Pour une approche interdisciplinaire appliquée aux RPS et TMS*

Serge Volkoff

RÉFÉRENCE

Dominique Chouanière (Ed.). (2019). *Précis d'évaluation des interventions en santé au travail. Pour une approche interdisciplinaire appliquée aux RPS et TMS*. Toulouse : Octarès Éditions.

- 1 D'après les dictionnaires, un « manuel » est un ouvrage didactique spécialisé qui propose un recueil d'informations ciblées ; un « manifeste » est une déclaration par laquelle on expose un programme d'action, une position. Ces deux types d'écrits n'ont pas a priori les mêmes objectifs, mais on peut s'efforcer de les concilier. À mon avis c'est cela que cet ouvrage tente – et il y réussit.
- 2 Parlons d'abord du « manuel ». On a ici un livre de 670 pages, qu'on peut lire de bout en bout ou consulter. Autour du thème central des évaluations d'interventions en santé au travail, avec un intérêt privilégié (et justifié par les auteur-e-s) pour les questions de RPS ou TMS, il met à contribution une cinquantaine de spécialistes – chercheurs ou praticiens –, relevant d'une dizaine de disciplines différentes. La coordination a été assurée par un groupe de travail de sept chercheuses et chercheurs de l'INRS, de disciplines différentes là encore, et qui ont pris une large part à la rédaction elle-même – notamment Dominique Chouanière, médecin de santé publique et auteure ou coauteure de sept des vingt chapitres.
- 3 L'effort de structuration du livre est important, avec le double souci de bien distinguer les chapitres, mais d'opérer des renvois, par notes en bas de page, dès lors qu'un thème apparaît à plusieurs reprises. Des encadrés, sous l'en-tête « ce qu'il faut retenir », proposent des récapitulations régulières. Les bibliographies sont sélectives, mais très fournies. Les revues de questions et méta-analyses sont classifiées, caractérisées et datées. Bref le « manuel » est très maniable et visiblement voulu comme tel, avec en

outre une volonté de rendre accessible, au moyen d'explications précises et d'exemples, chaque exposé de connaissances, y compris pour des lecteurs ne maîtrisant pas la discipline convoquée.

- 4 Le souci de rigueur dans la démarche scientifique se traduit aussi dans les énoncés de définitions, y compris celles qui concernent « l'évaluation ». La définition formulée en 2011 par François Champagne et ses collègues¹, et citée ici en introduction (Chouanière & Draï, p. 34)², ouvre déjà aux débats essentiels qui prendront place ensuite, puisqu'il y est question de « *fournir des informations scientifiquement valides et socialement légitimes* » (c'est moi qui souligne le « et »). Au fil des chapitres, et dans un glossaire bien utile, on trouve aussi des définitions discutées des multiples formes d'évaluation (j'y reviendrai plus loin), et de bien d'autres notions : les diverses facettes de la prévention, les types d'essais, les analyses coûts-avantages (Trontin & Lassagne, ch. II-6), les méthodologies des revues de littérature, etc.
- 5 Ce « manuel », en outre, brasse large. Traiter des modes d'évaluation implique notamment un retour sur les modèles explicatifs des problèmes de santé étudiés : les TMS et RPS (I-1 et I-3). Autre forme d'extension : le livre évoque surtout ces deux types de risque, mais certaines pages ont une portée plus vaste, à l'échelle de l'ensemble des questions de santé (Thilly & Boini, II-5). Plusieurs des disciplines auxquelles les auteur.e.s font appel sont mises en perspective historique : sur les approches du stress et sa visibilité sociale, sur les modèles intégrateurs concernant la survenue des TMS, sur les paradigmes dominants en sciences de l'éducation, en ergonomie, sociologie, psychologie... et surtout sur les options qui prévalaient en matière d'évaluation à diverses époques. Cela aide beaucoup à situer les approches actuelles. Enfin, les connaissances présentées sont assorties de réflexions critiques et d'un état des controverses – y compris quand les auteur.e.s des chapitres s'y trouvent impliqué.e.s ; ces connaissances sont en outre mises à l'épreuve des pratiques d'intervention elles-mêmes, comme l'exposent les intervenant.e.s qui ont rédigé toute la partie III du livre.
- 6 Il serait hors de propos de résumer ici ce foisonnement de recherches bibliographiques, de réflexions organisées et d'études originales. Du reste, les encadrés « ce qu'il faut en retenir » déjà mentionnés jouent déjà bien ce rôle de rappel des points-clés dans la plupart des chapitres. Dans ce qui suit je voudrais plutôt insister sur ce qui m'est apparu comme un faisceau d'idées-forces. Parlons donc à présent du « manifeste ».
- 7 « Les modèles théoriques des interventions se situent, selon les disciplines et leurs différentes écoles, sur un continuum positivisme/constructivisme » (Chouanière, p. 200). Je ne crois pas trahir les auteur.e.s du livre en considérant que ce « continuum » est aussi vu comme une évolution épistémologique à moyen et long termes (en direction du constructivisme), et comme un progrès pour la connaissance et pour l'action.
- 8 Certes les différents chapitres examinent aussi les démarches positivistes d'évaluation, tout particulièrement celles qui procèdent par « essais randomisés contrôlés » (ERC) effectués dans des conditions expérimentales maîtrisées. Il est souligné que ces essais prévalent encore dans beaucoup de publications scientifiques en matière d'évaluation, en raison des critères de sélection que ces publications adoptent, redoublés par ceux utilisés dans les méta-analyses. Or ces critères drastiques écartent les évaluations « imparfaites », celles qui pourtant ont toutes chances d'avoir mieux respecté la complexité des démarches et de leurs contextes. « *Cette situation condamne les chercheurs eux-mêmes à conduire des interventions pertinentes, mais non reconnues scientifiquement, ou à*

conduire des interventions non pertinentes, mais reconnaissables par la communauté scientifique», notent amèrement Fabien Coutarel et ses collègues (p.270). Une conséquence dommageable en est que les interventions jugées bénéfiques – parce qu'évaluées comme telles... via des évaluations « publiables » – sont plutôt les interventions individuelles, de préférence à celles qui agissent sur l'organisation du travail.

- 9 Au fil de la lecture, on voit donc pointer les insuffisances, voire les risques de dérives, que comportent les méthodes d'évaluation fondées sur une série de simplifications mathématiques, prises comme des « abrégés du bien et du vrai » (Berry, 1983, cité par Boussard & Gilles p. 458). Le primat des chiffres – voire du chiffre, le taux d'arrêts-maladie, rebaptisé « *outcome organisationnel* » (p. 89), qui polarise une grande part de l'attention –, est d'ailleurs en cause par lui-même. Car comme l'a souligné Isabelle Stengers (1995, p. 58)³, « *un nombre peut en cacher un autre ou cacher une question pour laquelle il n'y a pas de nombre* ».
- 10 Un exemple extrême est celui d'une revue de littérature, citée par Agnès Aublet-Cuvelier et ses collègues (I-4, p.181), et qui se conclut ainsi : « *en dépit du nombre limité d'études de type ERC⁴ incluses, cette étude fournit une solide preuve épidémiologique de l'inefficacité des interventions ergonomiques sur les douleurs du bas du dos et du cou* ». On pourrait déjà s'interroger sur cette « preuve d'inefficacité » : elle repose sans doute sur le seul constat d'un seuil de significativité qui dépasse le fatidique 5 % ; on glisse ainsi, comme c'est trop souvent le cas, de l'assertion « je n'ai pas trouvé de différence significative », à « je n'ai pas trouvé de différence » puis à « j'ai trouvé qu'il n'y a pas de différence ». Mais au-delà, on voit qu'on se heurte ici aux écueils que désigne l'ouvrage dès son introduction (p.30) en stigmatisant le fait qu'une mesure, parce que quantitative, acquiert d'emblée le statut de « *vérité intangible* », même quand la méthodologie mise en œuvre « *contraint à une simplification illusoire et subjective de la situation réelle* ».
- 11 Ladite « situation réelle » est marquée de complexité dans les domaines de la santé au travail, et en particulier – l'ouvrage le démontre abondamment – quand on s'intéresse aux TMS ou aux RPS. Cette idée de complexité constitue un leitmotiv dans le livre : une complexité contextuelle (les contextes sont « *nourris de logiques contradictoires et de processus largement informels* » - Aublet-Cuvelier et col. p. 144), relationnelle (« *intervenir, c'est générer les processus de confiance, d'adhésion, d'engagement et de décision qui permettront la construction de marges de manœuvre pour les acteurs* » - id. p. 146), temporelle (« *à quel(s) moment(s) [...] pratiquer l'évaluation des effets intermédiaires et des effets finaux concernant l'état de santé des salariés ?* », Aublet-Cuvelier et col. p. 175), et relative au caractère non linéaire des interactions entre les acteurs, aux relations disproportionnées entre des faits explicatifs et leurs conséquences, aux effets imprévisibles des actions... et à toutes formes de contingence et d'interdépendance (Chouanière, I-5).
- 12 Un enjeu de l'ouvrage est alors d'accueillir cette complexité, non comme un obstacle à l'évaluation, mais comme un fondement pour en reconfigurer les méthodes. Ce renouvellement des approches est très attendu des praticiens, comme on le voit dans de nombreux passages de la partie III, celle qu'ils avaient en charge. Cela implique de bien distinguer, par exemple, les perspectives « *formative* » et « *normative* » de l'évaluation, en insistant sur l'intérêt de la première (Niezborala, p. 407), selon laquelle les « *premiers destinataires* » sont « *les intervenants eux-mêmes* ». C'est aussi à ces destinataires que s'intéressent Philippe Douillet et ses collègues (III-1) quand ils

plaident pour que l'évaluation (qu'ils désignent comme « *capacitante* ») contribue à la « *progression de leurs règles de métier* » (p. 391). Et le même état d'esprit préside aux propos de Matthieu Pavageau (III-4) qui souligne la part « *d'artisanat* », et le « *travail de composition* » dans le métier de consultant : celui-ci peut certes « *parler de (ses) dispositifs* », mais « *sera plus en difficulté* », lors d'une évaluation, « *pour nommer ce qui fait le coup de main, le choix en situation* » (p. 439).

- 13 Comment examiner alors, pour les « évaluer », les évolutions multiples que connaît l'entreprise, au fil d'une intervention et par la suite ? Là encore, les praticiens affichent un objectif : que l'entreprise à son tour s'empare des problèmes de TMS et RPS avec une pleine conscience de leur complexité, ce qui amène à considérer que « *ce n'est pas tant ce qui est fait par l'entreprise qui importe, mais comment elle l'a fait* » (Benedetto et col., p. 431). Sandrine Nahon et ses collègues (p. 436) vont jusqu'à caractériser les composantes de ce « comment », en prêtant attention à cinq types de « signaux », révélateurs d'une évolution dans les démarches que l'entreprise met en œuvre : « *nouvelle lecture* » de l'existant, « *nouvelle appréciation de la valeur* » (par exemple celle des temps de préparation de l'activité), « *évolution du périmètre* » de l'intervention vers les sphères de l'organisation, « *élargissement des acteurs* » et « *évolution des contenus instruits* ».
- 14 On voit ainsi s'élaborer, au fil de l'ouvrage, dans une articulation entre les propos de chercheurs et chercheuses et ceux des intervenant.e.s, une autre conception de l'évaluation, qui n'est pas sans appuis théoriques, comme le montrent de façon très argumentée Dominique Chouanière et Stéphanie Boini dans le chapitre qu'elles consacrent à « *L'évaluation des interventions complexes en santé et sécurité au travail* » (IV-2). On peut voir ce chapitre comme un condensé (en plus de 70 pages, tout de même) de la thèse que défend le livre dans son ensemble, assortie ici d'une fresque historique sur la « *discipline transdisciplinaire* » (p. 467) que l'évaluation est peu à peu devenue. Un virage, que les auteures jugent majeur, a été pris quand se développe dans les années 90 la référence au réalisme critique, et que se précisent les composantes de « *l'évaluation réaliste* » (p. 498), avec en particulier l'idée d'une « *causalité générative* », attentive non pas aux effets directs d'une intervention, mais aux mécanismes qu'elle enclenche, à l'interaction entre ces mécanismes et le contexte dans lequel ils opèrent, et aux « *semi-régularités* » des effets finalement observés. Pour les lecteurs qui ne seraient pas encore convaincus, le chapitre suivant (IV-3) décrit la démarche « *Evalia* », largement inspirée de ces principes et développée par l'INRS et l'ANACT en parallèle à la préparation de l'ouvrage. Pour paraphraser un slogan politique, on en arrive à admettre « *qu'une autre évaluation est possible* ».
- 15 Pour conclure cette recension, il vaut la peine de s'adosser au propos d'Alain Supiot (2015, cité p. 542), selon lequel « *la vérité scientifique ne constitue qu'une approximation révisable de l'état du monde* ». À la lecture de ce livre, on perçoit que les dirigeants d'entreprise, les intervenants et surtout les salariés eux-mêmes ont tout intérêt à ce que la démarche d'évaluation concilie rigueur et modestie, qu'elle ouvre des possibilités de dispute professionnelle sans vouloir départager les interlocuteurs. Il y faut du temps, car pour une évaluation hâtive la tentation est forte d'en revenir à des mesures préfabriquées. Il y faut aussi un espace large de questionnement : non pas tant se demander si une intervention a été efficace ou non, mais plutôt « *où, quand, comment et pourquoi* » elle a pu avoir des effets (p. 531). Il y a des raisons d'espérer que les acteurs de l'entreprise apprécient cette réorientation. Peut-être l'accueil dans les milieux scientifiques sera-t-il, pour quelque temps encore, plus mitigé, moins encourageant.

C'est dommage, mais même de ce point de vue, voilà un livre qui constituera un allié solide.

NOTES

1. Dans « *L'évaluation : concepts et méthodes* », aux presses de l'université de Montréal.
2. Dans cette recension, sauf indication contraire les références renvoient à l'ouvrage examiné, avec mention du chapitre ou, en cas de phrase reproduite, de la page.
3. Stengers, I. (1995). *L'invention des sciences modernes*. Paris : Paris.
4. Essais Randomisés Contrôlés.

Résumés de thèses

“L’évolution d’un concept fondateur en psychologie du travail : l’activité dans tous ses états” [Résumé]

Soutenance HDR en psychologie du travail, Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris. 9 décembre 2019

Bruno Cuvillier

RÉFÉRENCE

Bruno Cuvillier (2019). *L’évolution d’un concept fondateur en psychologie du travail : l’activité dans tous ses états*. Soutenance HDR en psychologie du travail, Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris. Date de soutenance : 9 décembre 2019

NOTE DE L’ÉDITEUR

Jury

- Marc-Eric Bobillier-Chaumon, Professeur du Conservatoire National des Arts et Métiers (Garant)
- Sandrine Croity-Belz, Professeure des Universités en Psychologie du travail et des organisations à l’Université de Toulouse
- Christine Lagabrielle, Professeure des Universités en Psychologie du travail et des organisations à l’Université de Toulouse (Rapporteur)
- Paul Olry, Professeur des Universités en Sciences de l’Éducation et de la Formation à Agrosup-Dijon
- Gérard Valléry, Professeur des Universités en Ergonomie et en Psychologie du travail à l’Université de Picardie (Rapporteur)
- Cécile Van De Leemput, Professeure ordinaire de l’Université Libre de Bruxelles (Rapporteur)

- 1 Le concept d'activité rencontre un succès grandissant dans les SHS, ce qui lui vaut pour certains, le qualificatif d'intégrateur (Barbier, & Durand, 2003). On relève depuis quelques années, de nombreux colloques, publications¹, une revue électronique intitulée *Activités*, ainsi que récemment un vocabulaire d'analyse des activités (Barbier, 2011) et même une encyclopédie (Barbier, & Durand, 2017). Derrière une préoccupation de plus en plus marquée pour l'activité (Cuvillier, Bouzid, Bobillier Chaumon, Laneyrie, Rouat & Sarnin, 2018), on peut repérer au sein de la psychologie du travail une évolution de cette notion depuis la création de cette discipline. Cette évolution sur plus d'un siècle, s'accompagne de changements épistémologiques majeurs qui tiennent autant à l'objet étudié, qu'à la position du praticien ou du chercheur vis-à-vis de cet objet. Notre travail d'HDR s'attache à comprendre comment la psychologie du travail a tenté au fil du 20^e siècle de saisir l'activité de l'homme au travail. Décrite dans un premier temps grâce à des caractéristiques individuelles stables (principalement des aptitudes), l'activité fera l'objet d'un intérêt croissant qui contribuera à sa mise en visibilité. Il s'agit de la rationaliser pour mieux la discipliner. Pour autant, cette activité peine à se faire saisir, tant elle déborde les seules caractéristiques individuelles. Elle s'enrichit des environnements de travail et artefacts, accentuant ce mouvement d'extériorisation. Signe d'une dilution, dont témoignerait la multiplication de dispositifs qui proposent un travail de construction de sens en appui sur l'activité. Notre écrit s'organise autour de trois principaux chapitres. Dans un premier chapitre, nous abordons l'évolution historique de l'activité dans le champ de la psychologie du travail. Nous évoquons les travaux de la physiologie du travail dont l'influence marquera les débuts de la psychotechnique. Ce regard physiologique sur le travail débutera au milieu du XIX^e siècle et constituera une originalité de la France vis-à-vis des États-Unis. Progressivement, et surtout après la Première Guerre mondiale, les dimensions proprement psychologiques (vitesse, attention, précision, fatigue nerveuse...) gagneront en intérêt. Cette période qualifiée plus spécifiquement de psychotechnique, s'étend du début des années 1900 jusqu'après la Seconde Guerre mondiale. La vision portée à l'activité par ces psychologues sera celle d'un homme productif. Elle prend son origine dans un mouvement de chosification du corps. Ce mouvement s'amplifiera au fil du XX^e siècle pour tendre ces dernières années vers des processus d'automatisation de l'activité. Pour le psychologue du travail, il s'agit de déterminer dans cette période des critères d'adaptation de l'homme aux nouvelles tâches, tout en s'attachant à réformer le travail. J'aborde ensuite son déclin, en présentant certaines critiques, qui vont contribuer à faire évoluer significativement la discipline, dans son rapport à l'activité de travail. Cette remise en cause survient dans les années 1950. Alors que la psychotechnique acquiert une légitimité dans le paysage scientifique et s'implante assez largement dans les entreprises, elle fait l'objet de critiques multiples émanant de certains pionniers de cette discipline. La question ne se pose plus seulement, comme le suggérait Bonnardel (1943) d'adapter le travailleur à son métier, mais de penser l'adaptation du travail à l'homme. La seule vision d'une psychotechnique cherchant à chacun sa place, sa juste place devient obsolète... la prise en compte de l'organisation s'avère désormais incontournable. En s'ouvrant aux organisations du travail, la psychologie s'ouvre d'autres perspectives professionnelles prenant en compte situations et conditions de travail. Cette ouverture/rupture est manifeste dans les travaux d'Ombredane et Faverge (1955) qui définissent l'activité par *« les attitudes et séquences opérationnelles par lesquelles les individus observés répondent réellement aux "exigences" de la tâche »*. Cette vision qui éloigne d'une activité fondée

principalement sur des caractéristiques individuelles aura une influence majeure sur des auteurs comme Leplat (1997) et Wisner (1997), avec les orientations de la psychologie ergonomique et l'AET (Analyse Ergonomique du Travail). Enfin, une dernière période se centrera sur les débats, qui ont eu lieu dans le champ de la psychopathologie du travail, susceptibles de nous aider à penser l'évolution de l'activité au sein de notre discipline. Mais cette ouverture sur l'activité réelle permet de penser la subjectivité comme rapport du travailleur à ce qu'il « fait », et aux autres à travers ce qu'il fait. Cette prise en compte de la dynamique subjective marquera la rupture avec les approches positivistes de la psychologie appliquée au travail qui s'est développée depuis les années 1910-1920, dans le sillage de la psychologie expérimentale. Dans la filiation de cette psychopathologie du travail, tout en marquant une certaine distance, vont émerger deux courants qui participent au renouvellement du regard sur l'activité, la psychodynamique du travail et la clinique de l'activité.

- 2 Si on constate un intérêt marqué pour cette notion d'activité « qui n'appartient à personne ni à aucune discipline en propre » (Borzeix, 2016, p. 36), on note toutefois une difficulté à en produire une intelligibilité là où elle se déploie (sur les lieux de production). En périphérie de ces lieux d'exercice de l'activité, on observe l'apparition depuis ces trente dernières années de pratiques sociales, visant à prendre l'activité comme objet de pensée. Elles s'appuient sur des dispositifs qui visent au développement des compétences, à la reconnaissance, à la validation, ambitionnent parfois à apaiser une forme de souffrance au travail. Déployés au sein des organisations de travail, ils participent à structurer, donner du sens à l'activité au niveau individuel et collectif. Nous évoquons dans un deuxième chapitre, comment le regain d'intérêt pour l'activité a contribué à en faire un objet de pensée, à distance des lieux de production. Cette tentative de mise en intelligibilité de l'activité ne traduit-elle pas une aspiration à se saisir malgré tout de l'activité quand elle ne fait plus débat au sein des collectifs de travail ? J'évoque dans ce chapitre des travaux et écrits qui ont été produits à des moments très différents de mon parcours professionnel (Cuvillier, 2004 ; Cuvillier, 2017 ; Cuvillier & Blanchard, 2013). Cette fréquentation longue du terrain a permis de se saisir de questionnements posés par la mise en place en 2002 de ce nouveau dispositif, qu'est la VAE (Validation des Acquis de l'Expérience). De ce point de vue, la VAE ouvre à de nombreuses réflexions sur l'activité, qui devient non seulement objet « d'un travail sur le travail », mais également d'une reconnaissance dûment attestée par une certification. D'autres travaux seront présentés, en les référant à ces espaces de professionnalisation (Barbier, 2001), qui illustrent le traitement fait à l'activité et ses usages sociaux.
- 3 Ce mouvement d'une multiplication d'espaces pour penser, valoriser l'activité nous semble devoir être référé à un mouvement plus global caractérisé pour bon nombre de professionnels par le sentiment d'une *perte de pouvoir d'agir* (Clot, 2008). Dans un contexte d'automatisation croissant de l'activité de travail, ce processus se traduit par une extériorisation du geste délégué à une machine ou médiatisé par des artefacts technologiques.
- 4 Nous abordons dans un dernier chapitre les effets des rapides transformations technologiques sur l'activité. L'enjeu va être dans un même mouvement de penser le travail en tant qu'activité sociale et collective intégrant de plus en plus fréquemment des artefacts technologiques, et l'engagement subjectif du travailleur dans l'activité de travail. La clinique des usages telle qu'elle est développée par Bobillier-Chaumon

(Bobillier-Chaumon, 2016) nous semble en mesure d'interroger les répercussions des évolutions technologiques sur l'activité. Quelle fonction psychologique (Clot, 2008), le métier est-il en mesure de jouer face à ces évolutions ? Comment le métier peut jouer cette fonction psychologique de reconnaissance, quand l'activité échappe au travailleur ? Peut-on parler d'une amputation du *pouvoir d'agir* qui pose la question de l'équilibre homme-machine, voire celui de l'obsolescence humaine ? Nous proposons des pistes de réflexion sur l'évolution du rôle du psychologue du travail face à ces changements résultant d'une montée en puissance de l'automatisation. Le psychologue va-t-il contribuer, comme il a pu le faire dans l'histoire de la discipline à l'adaptation de l'homme au travail ou peut-il participer à anticiper les nouvelles formes d'activité ?

BIBLIOGRAPHIE

- Barbier, J.-M. (2011). *Vocabulaire d'analyse des activités*. Paris : PUF.
- Barbier, J.-M., & Durand, M. (2003). L'activité : un objet intégrateur pour les sciences sociales ? *Recherche & Formation*, 42 « L'analyse de l'activité. Approches situées », 99-117.
- Barbier, J.-M., & Durand, M. (Eds.). (2017). *Encyclopédie de l'analyse des activités*, Paris : PUF.
- Bobillier Chaumon, M.E. (2016). Acceptation située des TIC dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 23, 4-21
- Bonnardel, R. (1943). *L'adaptation de l'homme à son métier*. PUF 1^{re} édition 1943, 2^e édition, 1946.
- Borzeix, A. (2016). Ce que l'activité nous « fait ». In M.-A. Dujarier, C. Gaudart, A. Gillet, & P. Lénéel (Eds.), *L'activité en théories. Regards croisés sur le travail* (pp. 35-47). Toulouse : Octarès, Collection « Travail et activités humaines ».
- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris : PUF.
- Cuvillier, B. (2004). La VAE : un tremplin pour la formation ? *Éducation Permanente*, n° 158, 27-140.
- Cuvillier, B. (2017). Formation à Partir de la Pratique (FPP) de Psychologie et VAE : proximité et différences. In B. Lietard, A. Piau, & P. Landry (Eds.), *Pratiquer la reconnaissance des acquis, enjeux, modalités, perspectives*. Éditions Chronique Sociale.
- Cuvillier, B., & Blanchard, S. (2013). Le conseil en orientation auprès d'adultes : VAE et portfolio. In I. Olry-Louis, V. Guillon, & E. Loarer (Eds.), *Psychologie du conseil en orientation*. Bruxelles : De Boeck.
- Cuvillier, B., Bouzid, S., Bobillier-Chaumon, M.E., Laneyrie, E., Rouat, S., & Sarnin, Ph. (2018). Les mots du travail : analyse des thématiques de recherche publiées dans le travail humain de 1933 à 2016. *Le Travail humain*, 81(1), 1-34.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité*. Paris : P.U.F.
- Ombredane, A., & Faverge, J.-M. (1955). *L'analyse du travail*. Paris : PUF.
- Wisner, A. (1997). Aspects psychologiques de l'anthropotechnologie. *Le Travail humain*, 60(3), 229-254.

NOTES

1. Citons le récent ouvrage sous la direction de : Marie-Anne Dujarier, Corinne Gaudart, Anne Gillet, Pierre Lénéel (Eds.), *L'activité en théories. Regards croisés sur le travail*, Toulouse, Octarès Editions, coll. « Travail & Activité humaine », 2016, 256 p.

“Collectifs de travail en ingénierie aéronautique : comment soutenir et développer l’activité collective en contexte de transformation organisationnelle et digitale ?”

[Résumé]

Thèse de Doctorat en Psychologie. Mention : Psychologie du travail et des organisations. Université Lyon 2. 16 décembre 2019

Pauline Crouzat

RÉFÉRENCE

Pauline Crouzat (2019). *Collectifs de travail en ingénierie aéronautique : comment soutenir et développer l’activité collective en contexte de transformation organisationnelle et digitale ?*.

Thèse de Doctorat en Psychologie. Mention : Psychologie du travail et des organisations. Université Lyon 2. Soutenue publiquement le 16 décembre 2019

NOTE DE L’ÉDITEUR

Jury de thèse

- Marc-Éric Bobillier Chaumon, Professeur en Psychologie du travail. Conservatoire National des Arts et Métiers (Directeur)
- Sandrine Caroly, Professeur des Universités en Ergonomie. Université Grenoble Alpes (Rapporteur)
- Anne-Marie Costalat-Founeau, Professeure des Universités Emérite en Psychologie sociale et du travail. Université de Montpellier 2 (Examinatrice)

- Claire Hribar, Ingénieur (Membre invité)
- Katia Kostulski, Professeure des Universités en Psychologie du Travail. Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (Rapporteur)
- Philippe Sarnin, Professeur des Universités en Psychologie du Travail et des Organisations. Université Lyon 2 (Examinateur, président du Jury)

Introduction

- 1 Cette recherche a été réalisée au sein de l'ingénierie d'une entreprise aéronautique. Elle répond à une commande de l'entreprise qui souhaite développer la *collaboration* au sein des services d'ingénierie. Il s'agit de déterminer quelles peuvent être les ressources et les contraintes socio-organisationnelles d'une activité collective efficiente et signifiante pour les salariés. Et, comment, d'un point de vue psychologique et socio-cognitif, favoriser le développement de cette dernière. Notre compréhension du terrain s'appuie sur une triangulation théorique s'appuyant sur la clinique de l'activité (Clot, 2002), la clinique de l'usage (Bobillier Chaumon, & Clot, 2016) et l'approche ergonomique (Caroly, 2010). La démarche globale de cette recherche-intervention se base sur une méthodologie mixte (qualitative et quantitative) impliquant les acteurs de l'ingénierie comme co-chercheurs.

1. Contexte et cadrage

- 2 Après une présentation de l'entreprise étudiée et de l'organisation globale et matricielle de ses services d'ingénierie, cette thèse aborde dans un premier temps les modèles d'analyse de l'activité existants (Engerström, 1987 ; Leplat, 1997, 2006 ; Rabardel, & Vérillon, 1985 ; Vygotski, 1925/2003). Elle présente ensuite la notion d'activité collective (Caroly & Barcellini, 2013 ; Clot, 2010), objet de la recherche, avant de définir ses composantes : le travail collectif et le collectif de travail (Caroly, 2010), mais aussi d'aborder la notion de collectif transverse (Poret, 2015). Un état des lieux concernant la littérature et les travaux scientifiques précisant l'intérêt de développer l'activité collective dans une organisation y sont également abordés : en termes de santé (Machado, 2015 ; Sarnin, Caroly, & Douillet, 2011), en termes de compétences et d'intelligence collective (Krohmer, 2011), d'innovation ou encore de performance. Nous présentons ensuite les ressources psychosociales et socio-cognitives connues de l'activité collective à savoir les différentes formes de synchronisation qui soutiennent le travail collectif, mais aussi les opportunités de dialogue et de controverse qui soutiennent la structuration et la consolidation des collectifs de travail (Kostulski, 2015 ; Kostulski, & Clot, 2007) ainsi que les genres professionnels impliqués (Clot, 2000). Nous précisons également la nature de l'activité au sein de l'ingénierie et détaillons le système d'instruments qui la conditionne. Nous évoquons la nature des tâches, mais aussi le type d'activité pouvant avoir cours en distinguant notamment les activités fonctionnelles des activités métafonctionnelles (Falzon, 1994) avant de définir les notions d'outil et d'instruments (Rabardel, 1995) puis de caractériser la plupart des outils socio-techniques qui portent l'activité au sein de l'ingénierie (Gilbert, & Chiapello, 2012). En effet, selon leurs propriétés, les outils (digitaux, cognitifs) à disposition peuvent produire des effets sur l'activité collective, notamment en affectant les modalités d'interaction entre les acteurs (et donc les collectifs de travail) : ce sont

bien ces dernières qu'il s'agit d'interroger au cours de notre recherche qui s'articule autour de trois projets itératifs menés simultanément au sein de l'entreprise.

2. Déterminer la nature de l'instrumentation de l'activité

- 3 Au cours d'un premier projet d'étude (projet A), nous définissons la structure socio-organisationnelle du système d'ingénierie étudié. L'objectif est d'évaluer la nature de l'instrumentation (outils socio-techniques et initiatives) déployée pour supporter l'activité collective. L'ensemble des résultats de ce projet A, basé sur des observations, des entretiens, mais aussi sur l'analyse de documents internes relatifs à l'organisation du travail, démontre que les initiatives et les outils socio-techniques de gestion et de communication dévolus au développement du travail collectif sont nombreux et, pour la plupart, utilisés par les salariés. L'hypothèse apparue au début de ce projet se confirme pour le travail collectif de la population : ce-dernier est fortement instrumenté voire hyper-instrumenté. La satisfaction et l'intérêt des salariés concernant les temps de rencontre physique et de dialogue confirment néanmoins leur besoin d'espaces dialogiques et de temps dédiés à l'élaboration et à la réflexion collectives. En un même temps, avec la multiplication et le croisement d'instruments socio-techniques (chronométrage, supports de travail pré-remplis, outils digitaux, processus à appliquer), les propositions et les idées se croisent et se succèdent alors que le temps nécessaire dédié à leur exploitation, à leur centralisation ou à leur compréhension apparaît comme considérablement réduit. Le dialogue et l'activité conversationnelle semblent en diminution constante or, ils constituent une ressource indispensable à la structuration et/ou à la consolidation des collectifs à l'œuvre (Kostulski, 2005).

3. Déterminer les ressources psychologiques et sociocognitives de l'activité

- 4 Le second projet d'étude (projet B) a pour objectif de déterminer les contraintes et les ressources psychologiques et sociocognitives (Caroly, 2010) d'une activité collective efficiente et signifiante pour les salariés. Ce second projet d'étude retrace l'analyse du vécu et des représentations ayant cours chez les acteurs concernés afin de mieux comprendre leurs besoins ainsi que ce qui soutient et/ou contraint les composantes de leur activité collective. Les résultats des études, basées sur la technique des incidents critiques (Flanagan, 1954) et sur des entretiens semi-directifs, ont approfondi les résultats obtenus au cours du projet A : au sein du système étudié, on ne retrouve effectivement pas toutes les conditions d'émergence des collectifs de travail inhérentes à une organisation de travail se basant sur les métiers. Dans l'organisation du travail étudiée ici, la division matricielle, ajoutée à l'hyper-instrumentation de l'activité, réduit de façon conséquente les opportunités d'ajustement et de travail humain. Conséquence : ici, le genre professionnel n'est plus lié à un métier ou à une fonction spécifique, mais il est à construire et reconstruire indéfiniment. Il en va de même pour les styles d'action individuels qui peuvent en découler (appropriation difficile de l'activité) : les modalités d'introjection des dynamiques collectives dans les tâches

individuelles sont complexifiées. L'hypothèse sous-tendant ce projet d'étude s'est ici confirmée : la réorganisation fréquente de l'activité sur un mode matriciel (par fonctions et par projets) couplée à l'hyper-instrumentation de l'activité fragilise les genres professionnels et les référentiels communs nécessaires à la structuration des collectifs de travail. Ces derniers ne semblent d'ailleurs pas consistants. Ils ne correspondent pas aux équipes et aux groupes de travail prescrits, y compris transversaux (ils ne « s'incarnent pas »). On assiste par ailleurs à une nouvelle activité méta-fonctionnelle croissante (dans une activité initiale déjà souvent de type méta-fonctionnel) avec un investissement de temps et d'énergie (individuels et collectifs) consacrés directement à la structuration de l'écosystème de travail. Cette part du travail est identique chez tous les acteurs rencontrés, quels que soient leur métier initial, leur fonction, leur mission ou leurs tâches, que leur activité principale soit fonctionnelle ou méta-fonctionnelle (Falzon, 1994). Ce travail est essentiellement constitué par la recherche et le don d'informations : la circulation de données. La charge est proportionnelle au nombre d'interfaces organisationnelles à intégrer dans l'ensemble de l'activité individuelle : or, dans une organisation matricielle de l'activité, ces interfaces ne cessent de se multiplier.

4. In-ter-venir : réinstaurer de la réflexivité dans le travail

- 5 En dernier lieu, nous présentons notre projet C qui concerne les dispositifs que nous avons co-élaboré et déployé avec et auprès des salariés dans le but d'*instrumenter* l'activité collective. Ce projet se situe du côté de l'intervention psychologique du point de vue des ressources à déployer pour soutenir l'activité collective. Notre intervention a consisté en la mise en place d'un dispositif intermédiaire susceptible de soutenir l'activité collective auprès de 3 équipes rencontrant des « difficultés de collaboration ». Ce dispositif, dont nous détaillons le déploiement au cours de ce projet C, se compose d'outils sémiotiques (Vergnaud, 2000), couramment utilisés par les salariés (mais détournés de leur usage habituel) et d'un atelier de travail laissant une place majeure à une activité de type dialogique et médiatisé par nos soins. Il a été élaboré grâce aux observations effectuées au cours des projets A et B. La conception et la mise en œuvre de cet instrument s'appuient sur la clinique de l'usage (Bobillier Chaumon, & Clot, 2016) et sur les ressources connues du développement de l'activité collective en clinique de l'activité, notamment sur l'activité dialogique (Clot, 2008 ; Clot & Faïta, 2000 ; Crouzat, & Bobillier Chaumon, 2018 ; Kostulski & Clot, 2007). L'instauration d'un dispositif dialogique devait ici favoriser au sein des équipes la réflexivité, la prise de conscience de sa place et de son rôle en complémentarité des pairs. La prise en compte des dimensions d'analyse des usages des technologies (Bobillier Chaumon, 2013, 2017) que nous avons appliquées ici à la conception de notre dispositif a favorisé l'acceptation de notre démarche par l'ensemble des acteurs qui ont participé à toutes les phases du dispositif. Concernant l'apport et les bénéfices psychologiques du dispositif dialogique déployé, nous retiendrons essentiellement l'amorce d'une dynamique jusqu'ici manquante : celle d'une réflexivité et d'un dialogue communs. Les exercices proposés ont en effet privilégié les ressources (dialogue, repérage mutuel) afin de construire et de stabiliser les genres professionnels (Clot, 2000) qui ne se structurent plus autour des métiers. Notre in-ter-vention a autorisé une rupture momentanée d'une activité

continue de simple formalisation et transmission d'informations. Et cette rupture a permis une prise de conscience collective, tacite ou non, au sein des trois équipes : la seule circulation de l'information ne permet pas de partager le réel de l'activité de chacun. D'un point de vue clinique, cette intervention a réinstauré la dimension singulière du travail, en permettant l'expression (et non l'information) du collègue, le récit de son activité, la réflexion, l'étonnement et la confrontation au réel de l'activité (Clot, 2000) de ses collègues soit des éléments indispensables à la constitution d'une histoire commune et d'une collaboration efficiente, efficace et qui fait sens pour les acteurs impliqués.

Conclusion

- 6 L'ensemble des résultats de ces recherches nous a permis d'identifier trois phénomènes impactant directement la qualité de l'activité collective : l'hyper-instrumentation du travail par des outils digitaux et processuels qui nécessitent un temps d'usage de plus en plus long ; la modification des genres professionnels avec la dissolution des métiers au profit de rôles et fonctions qui modifient fortement les conditions de repérage des salariés, mais aussi la perception de leur activité ; enfin, une modification croissante du contenu du travail, individuel et collectif, qui évolue de plus en plus vers une activité méta-fonctionnelle de structuration permanente du travail (parfois, au détriment même de l'objet initial de l'activité). Enfin, notre discussion et notre conclusion mettent en lumière les enjeux scientifiques et pratiques, mais aussi les perspectives de recherche et d'intervention qui découlent de ces phénomènes observés.

BIBLIOGRAPHIE

- Bobillier-Chaumon, M.-E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : questions et perspectives pour la psychologie du travail. Mémoire pour l'habilitation à diriger des recherches*. Université de Grenoble 2.
- Bobillier-Chaumon, M.-E. (2017). Transformation numérique et charge de travail : comprendre les liens. In F. Martini (Ed.), *Les Cahiers des RPS* (pp. 28-30). Paris : Ministère du travail.
- Bobillier-Chaumon, M.-E., & Clot, Y. (2016). Clinique de l'usage. Les artefacts technologiques comme développement de l'activité. *Activités*, 13(2). <https://doi.org/10.4000/activites.2897>
- Caroly, S. (2010). *Activité collective et la réélaboration des règles : des enjeux pour la santé au travail*. Bordeaux : Université Victor Segalen.
- Caroly, S., & Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. P. Falzar (Ed.), *Ergonomie constructive* (pp. 33-46). Paris : PUF.
- Clot, Y. (2000). La fonction psychologique du collectif. In A. Weill-Fassina, & T. H. Benckekroun (Eds.), *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie* (pp. 272-286). Toulouse : Octarès.
- Clot, Y. (2002). Clinique de l'activité et répétition. *Cliniques méditerranéennes*, 66, 31-53.

- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Clot, Y. (2010). *Le travail à cœur. Pour en finir avec les risques psychosociaux*. Paris : La Découverte.
- Clot, Y., & Faïta, D. (2000). Genres et styles en analyse du travail. Concepts et méthodes. *Travailler*, 4, 7-42.
- Crouzat, P., & Bobillier Chaumon, M.-E. (2018). Recherche-intervention : acceptation située et instauration d'une activité dialogique dans l'élaboration d'un collectif de travail. In A. V. Daele, C. Hellemans, & A. Casini (Eds.), *Bien-être et diversité des situations de travail. Tome 2 : Santé psychologique et dynamiques de travail* (pp. 9-21). Paris : L'Harmattan.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: Orienta-Kosultit Oy.
- Falzon, P. (1994). Les activités méta-fonctionnelles et leur assistance. *Le Travail Humain*, 57(1), 1-23.
- Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51(4), 327-358.
- Gilbert, P., & Chiapello, E. (2012). Les outils de gestion : producteurs ou régulateurs de la violence psychique au travail ? *Le Travail Humain*, 75(1), 1-18.
- Kostulski, K. (2005). Activité conversationnelle et activité d'analyse : l'interlocution en situation de coanalyse du travail. In L. Fillietaz, & J.-P. Bronckart Eds.), *L'analyse des actions et des discours en situation de travail* (pp. 57-75). Louvain-la-Neuve : Peeters.
- Kostulski, K., & Clot, Y. (2007). Interaction et migration fonctionnelle : un développement en autoconfrontation croisée. *Psychologie de l'interaction*, 23-24, 73-109.
- Krohmer, C. (2011). *Le couple DG-DRH à l'épreuve des démarches compétences*. Cachan : Lavoisier.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. Paris, PUF.
- Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Pistes*, 8(1).
- Machado, T. (2015). *La prévention des risques psychosociaux*. Rennes : PUR.
- Poret, C. (2015). *Concevoir pour le pouvoir d'agir ensemble d'un collectif transverse : le cas de la relation de service dans le domaine commercial*. Paris : Université Paris VIII.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rabardel, P., & Verillon, P. (1985). Relations aux objets et développement cognitif. In *Actes des septièmes journées internationales sur l'éducation scientifique*, Chamonix.
- Sarnin, P., Caroly, S., & Douillet, P. (2011). Contre les « risques » psychosociaux, quel débat sur l'activité ? *Le Travail Humain*, 74(4), 309-320.
- Vergnaud, G. (2000). *Lev Vygotski. Pédagogue et penseur de notre temps*. Paris : Hachette.
- Vygotski, L. (1925/2003). La conscience comme problème de la psychologie du comportement. In L. Vygotski (Ed.), *Conscience, inconscient, émotions* (pp. 61-94). Paris : La Dispute.

AUTEURS

PAULINE CROUZAT

École Doctorale : Sciences de l'éducation, psychologie, information et communication,
Institut de Psychologie, Laboratoire : GRePS

“De l’isolement professionnel à la restauration de la fonction psychologique du collectif : la santé au travail, entre soliloque et pensée dialogique. Le cas de l’intervention à l’ingénierie Renault” [Résumé]

Thèse soutenue le 25 novembre 2019

Rossitza Kaltchéva

RÉFÉRENCE

Rossitza Kaltchéva (2019). *De l’isolement professionnel à la restauration de la fonction psychologique du collectif : la santé au travail, entre soliloque et pensée dialogique. Le cas de l’intervention à l’ingénierie Renault*. Thèse soutenue le 25 novembre 2019

NOTE DE L’ÉDITEUR

Directrice de thèse : Pr. Katia Kostulski

Jury de thèse

- Karine Chassaing, Maître de Conférences, Ergonomie, Bordeaux INP, Écoles Nationale Supérieure Chimie-Biologie-Physique (ENSCBP), Bordeaux (Présidente)
- Philippe Sarnin, Professeur des Universités, Psychologie du travail et des organisations, Université Lumière Lyon 2, Lyon (Rapporteur)
- Marcel Burger, Professeur titulaire, Linguistique française, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse (Rapporteur)
- Ivana Markova, Professeure Émérite, Psychologie sociale, University of Stirling,

Stirling, Royaume-Uni (Examinatrice)

- Philippe Brismontier, Directeur des Établissements Ile-de-France, Renault,
Guyancourt (Examinateur)

- 1 Cette thèse trouve sa genèse dans une intervention en psychologie du travail, sous les modalités de la clinique de l'activité, conduite au sein de l'entreprise Renault. L'intervention de terrain s'est articulée autour de deux volets : activités de montage en usine et activités de conception industrielle. La thèse porte sur le second terrain d'intervention, conduit au Technocentre Renault de Guyancourt, dans le secteur de conception des pièces d'étanchéité des nouveaux projets de véhicules. L'intervention a impliqué des techniciens et des ingénieurs, la ligne hiérarchique, les organisations syndicales représentatives et la direction de l'entreprise. Par la mise en place d'un dispositif dialogique idoine de Dialogue pour la qualité du travail (DQT), l'action sur le terrain a permis de faire reculer l'isolement professionnel en développant la fonction psychologique du collectif (Clot, Faïta, Fernandez, & Scheller, 2000).
- 2 La thèse soutenue est celle de la possibilité de rendre compte du développement de la fonction psychologique du collectif. Ce travail s'inscrit dans un programme de recherche sur l'analyse des activités symboliques (Kostulski, 2011). Ce type d'activités est défini comme cherchant, d'une manière ou d'une autre, à agir sur la vie psychologique d'autrui. L'action des psychologues intervenants, par la mise en place de cadres dialogiques, a une telle visée d'action indirecte sur autrui. Dans l'intervention conduite au Technocentre Renault, le travail clinique a conduit à un recul de l'isolement professionnel.
- 3 La question théorique de l'isolement professionnel a été envisagée en référence à Todorov (1995), à Arendt (2005, 2010) et à Winnicott (2015). Les perspectives théoriques permettant de faire la démonstration de ce développement, dans l'exercice du dialogue concret, sont celles de Kostulski (2011, 2018), de Marková (2007, 2011, 2016) et de Fernyhough (1996, 2004, 2008). À partir des transcriptions de traces audio et vidéo d'analyses en autoconfrontations simples et croisées (Clot *et al.*, 2000) et de réunions collectives d'analyses d'activité, est examiné le recul de l'isolement professionnel et la restauration de la fonction psychologique du collectif. Le choix des unités d'analyse du développement de la fonction psychologique du collectif s'est mis en place majoritairement à partir de la théorie des actes de langages (Kostulski, 1998, 2011). Cette théorie conceptualise la validité des conditions préparatoires des énoncés. Ces conditions préparatoires recouvrent ce que les locuteurs tiennent pour vrai au moment de l'énonciation. D'une part, les analyses ont permis de caractériser des situations d'isolement réalisant des soliloques, en d'autres termes des énoncés désertés par le point de vue d'autrui. D'autre part, sont examinés des dialogues, habités par le point de vue d'un autrui, signe d'une pensée dialogique (Fernyhough, 2008) vivante et d'un développement de la fonction psychologique du collectif.
- 4 Les analyses conduisent à conclure sur un double plan. D'abord, sont interrogées les conditions organisationnelles de l'installation d'un dispositif dialogique pérenne au sein de l'ingénierie Renault. Ensuite, est mise en exergue la fonction vitale du dialogue professionnel comme voie de l'efficacité et de la santé au travail.

BIBLIOGRAPHIE

- Arendt, H. (2005). *Le système totalitaire. Les origines du totalitarisme*. (J.-L. Bourget, R. Davreu, & P. Lévy, Trad.). Paris, France : Seuil.
- Arendt, H. (2010). *Responsabilité et jugement* (J. Kohl, Éd. ; J.-L. Fidel, Trad.). Paris, France : Payot.
- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée : Une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (2-1). <https://doi.org/10.4000/pistes.3833>
- Fernyhough, C. (1996). The Dialogic Mind: A Dialogic Approach to the Higher Mental Functions. *New ideas in Psychology*, 14, 47-62.
- Fernyhough, C. (2004). Alien Voices and Inner Dialogue: Towards a Developmental Account of Auditory Verbal Hallucinations. *New ideas in Psychology*, 22(1), 49-68.
- Fernyhough, C. (2008). Getting Vygotskian About Theory of Mind: Mediation, Dialogue, and the Development of Social Understanding. *Developmental Review*, 28(2), 225-262. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.03.001>
- Kostulski, K. (1998). *Communication et rationalités collectives dans les équipes de travail : Analyse formelle des transmissions écrites et orales au sein de deux équipes de soins à l'hôpital*. Nancy 2, Nancy, France.
- Kostulski, K. (2011). Formes et fonctions psychologiques des réalisations langagières. *Document de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches*. Paris : CNAM, 136.
- Kostulski, K. (2018). Dialogicité, dialogue et pensée dialogique. Du dialogue générique de l'audience correctionnelle au dialogue intérieur du procureur en situation de « plaider coupable ». In J.-Y. Rochex, C. Joigneaux, & J. Netter (Eds.), *Histoire, culture, développement : Questions théoriques, recherches empiriques*. (p. 361-381). Consulté à l'adresse https://www.unige.ch/SIV2018/files/3315/3251/3499/Actes_SIV_6_Corr.28juin18.pdf
- Marková, I. (2007). *Dialogicité et représentations sociales* (S. Muller, Trad.). Paris : Presses Universitaires de France.
- Marková, I. (2011). L'influence et la dialogicité. *Bulletin de psychologie*, (5), 391-398. <https://doi.org/10.3917/bupsy.515.0391>
- Marková, I. (2016). *The Dialogical Mind: Common Sense and Ethics*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Todorov, T. (1995). *La vie commune : Essai d'anthropologie générale*. Paris, France : Éditions du Seuil.
- Winnicott, D. W. (2015). *La capacité d'être seul*. Paris, France : Éditions Payot & Rivages.

INDEX

Mots-clés : dialogue professionnel, isolement professionnel, ingénierie, conception automobile, santé au travail, dialogue sur la qualité du travail (DQT)

AUTEURS

ROSSITZA KALTCHÉVA

CNAM, Équipe Psychologie du travail et clinique de l'activité, CRTD, 41, rue Gay-Lussac, 75 005
Paris, rossitza.kaltcheva@lecnam.net

“Étude de l’acceptabilité de la réalité virtuelle dans l’industrie aéronautique” [Résumé]

Thèse de doctorat en psychologie du travail et en ergonomie.
17 décembre 2019

Camille Sagnier

RÉFÉRENCE

Camille Sagnier (2019). *Étude de l’acceptabilité de la réalité virtuelle dans l’industrie aéronautique*. Thèse de doctorat en psychologie du travail et en ergonomie. Soutenue publiquement le 17 décembre 2019.

NOTE DE L’ÉDITEUR

Jury de thèse

- Béatrice BOURDIN, Professeure des Universités, Université de Picardie Jules Verne (présidente)
- Marc-Éric BOBILLIER CHAUMON, Professeur des Universités, CNAM de Paris (rapporteur)
- Jean-Marie BURKHARDT, Directeur de recherche HDR, IFSTTAR (rapporteur)
- Julien NELSON, Maître de conférences HDR, Université de Paris Descartes (examineur)
- Jean KASPERSKI, Ergonome, Stelia Aerospace (invité)
- Émilie LOUP-ESCANDE, Maître de conférences HDR, Université de Picardie Jules Verne (co-directrice de thèse)
- Gérard VALLÉRY, Professeur des Universités, Université de Picardie Jules Verne (directeur de thèse)

NOTE DE L'AUTEUR

Cette thèse a été financée par le Conseil Régional des Hauts-de-France et par le FEDER dans le cadre du projet LEON (*acceptability of emerging technologies in aeronautics*). Elle a été réalisée en partenariat avec l'équipe Heudiasyc (Heuristique et Diagnostic des Systèmes Complexes, UMR CNRS 7253 de l'Université Technologique de Compiègne - Sorbonne Universités) et Stelia Aerospace.

Résumé de la thèse

- 1 Dans la perspective de l'Industrie 4.0, qui vise à améliorer la production des usines françaises, à les rendre plus innovantes, plus récentes et plus compétitives, différentes technologies sont implantées, parmi lesquelles la réalité virtuelle. On lui prête un « fort potentiel industriel pour la modélisation, la conception, les simulations ou encore la formation » (Direction Générale des Entreprises, 2016, p. 340). Pourtant, pour que l'implantation de la réalité virtuelle présente des bénéfices pour les entreprises, encore faut-il que leurs salariés l'utilisent. C'est de cette question qu'a traitée notre thèse. L'objectif de ce travail était d'identifier des facteurs d'acceptation et de rejet de la réalité virtuelle dans l'industrie aéronautique.
- 2 Le processus d'acceptabilité des technologies est pensé comme un continuum entre l'acceptabilité, qui renvoie aux représentations d'individus sur une technologie future qu'ils n'utilisent pas encore, et entre l'acceptation, qui fait référence à l'expérience réelle d'individus avec une technologie (Bobillier Chaumon & Dubois, 2009).
- 3 Trois approches traitent de la question de l'acceptabilité des technologies. La première, l'acceptabilité pratique, vise à assurer l'adéquation entre l'utilisateur, ses tâches et la technologie (Brangier, Hammes-Adelé, & Bastien, 2010). Pour cela, les chercheurs et praticiens s'intéressent à différentes dimensions aussi bien instrumentales (l'utilité, l'utilisabilité...) que non-instrumentales (le plaisir ressenti lors de l'interaction, l'esthétique...). La seconde approche, l'acceptabilité sociale, est la plus répandue dans la littérature scientifique. Elle consiste à prédire les intentions d'utiliser une technologie. Par exemple, le *Technology Acceptance Model* (TAM, Davis, 1989) explique l'intention d'utiliser une technologie par les perceptions des individus sur son utilité et sur sa facilité d'utilisation. Enfin, l'acceptation située, proposée par Bobillier Chaumon & Dubois (2009) (voir également Bobillier Chaumon, 2013 ; Bobillier Chaumon & Clot, 2016), étudie les apports et les limites d'une technologie dans son contexte d'usage, ainsi que son intérêt par rapport à l'activité et aux projets de l'individu.
- 4 Pour identifier des facteurs d'acceptation et de rejet de la réalité virtuelle dans l'industrie aéronautique, nous avons étudié deux versants de l'acceptation : d'une part, les perceptions des utilisateurs sur cette technologie et leurs intentions de l'utiliser et, d'autre part, leur utilisation réelle de la technologie.
- 5 Nous avons mené cinq études. Les trois premières portaient sur l'acceptation de la réalité virtuelle dans des situations de revues de projet. Ces revues portaient sur la conception de postes de fabrication de pointes avant d'avions. Elles mobilisaient différents métiers : des outilleurs (qui conçoivent les postes de fabrication), des préparateurs aéronautiques (qui formalisent le processus de fabrication de l'élément avion), des monteurs-ajusteurs (qui réaliseront des opérations d'assemblage sur le poste) et des chargés de réalité virtuelle (qui animent les sessions en réalité virtuelle).

Nos deux dernières études portaient sur l'acceptabilité de la réalité virtuelle auprès de non-utilisateurs également pour des revues de projet, et auprès de potentiels futurs utilisateurs pour la formation à l'assemblage aéronautique. Des entretiens semi-directifs ont été menés auprès des utilisateurs et des non-utilisateurs. Pour les études portant sur l'acceptation de la réalité virtuelle, ils ont été combinés à une analyse des comportements des utilisateurs et de leurs communications lors des sessions. La cinquième étude consistait en une expérimentation, où nous avons recueilli les perceptions des utilisateurs sur la réalité virtuelle par l'intermédiaire de questionnaires (Sagnier, Loup-Escande, & Valléry, 2020).

- 6 Nos résultats montrent le rôle central de l'utilité perçue dans l'acceptabilité et dans l'acceptation de la réalité virtuelle. L'importance de cette variable a par ailleurs été montrée pour d'autres technologies et dans des contextes d'usage variés (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989 ; Legris, Ingham, & Collerette, 2003 ; Yousafzai, Foxall, & Pallister, 2007). Nous expliquons ce jugement d'utilité en le reliant à des besoins des utilisateurs satisfaits par les sessions en réalité virtuelle et par des bénéfices sur les outils qu'ils utilisent habituellement. Par ailleurs, nos résultats suggèrent que les utilisateurs accordent moins d'importance à d'autres caractéristiques de leur interaction avec la réalité virtuelle. Par exemple, sa facilité d'utilisation ou sa tendance à entraîner des symptômes de mal des environnements virtuels (maux de tête, nausée, vertiges, etc.) semblent avoir peu de poids dans son acceptation. Nos résultats montrent également que les perceptions des utilisateurs sur la réalité virtuelle dépendent de l'avancement des projets (par exemple, la réalité virtuelle est jugée plus utile lorsqu'elle intervient en début de processus de conception plutôt qu'à la fin), ainsi que des dispositifs et des logiciels utilisés (dans nos études, le visio-casque est jugé plus facile d'utilisation que la salle immersive de type CAVE). Enfin, nous montrons l'intérêt d'étudier le non-usage technologique, puisque l'étude conduite auprès de non-utilisateurs de la réalité virtuelle nous a permis d'identifier des freins à l'acceptation de cette technologie, notamment son manque d'adéquation avec certaines activités.
- 7 Nos résultats témoignent par ailleurs d'influences réciproques entre l'interaction avec la technologie, les perceptions des utilisateurs et l'intégration de la technologie à leurs activités. Nous questionnons alors les frontières habituellement tracées entre l'acceptabilité pratique, l'acceptabilité sociale et l'acceptation située. Pour finir, nous discutons dans notre thèse des apports de la méthodologie que nous avons employée, notamment de l'intérêt des entretiens et des observations de situations réelles d'utilisation pour étudier l'acceptabilité et l'acceptation des technologies, alors que ce sont habituellement des questionnaires qui sont utilisés pour traiter de ces questions (Sagnier, Loup-Escande, & Valléry, 2019).

BIBLIOGRAPHIE

Bobillier Chaumon, M.-E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : questions et perspectives pour la psychologie du travail*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des

Recherches), Université de Grenoble 2. En ligne http://greps.univ-lyon2.fr/medias/fichier/hdr-bobillier-%0Anov2013_1417698910465-pdf

Bobillier Chaumon, M.-E., & Clot, Y. (2016). Clinique de l'usage : Les artefacts technologiques comme développement de l'activité. *Activités*, 13(2), 1–7. <https://doi.org/10.4000/activites.2897>

Bobillier Chaumon, M.-E., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le Travail Humain*, 72(4), 355–382. <https://doi.org/10.3917/th.724.0355>

Brangier, E., Hammes-Adelé, S., & Bastien, J. M. C. (2010). Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilisabilité à la symbiose humain-technologie-organisation. *Revue Europeene de Psychologie Appliquee*, 60(2), 129–146. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2009.11.002>

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.

Davis, F. D., Bagozzi, R., & Warshaw, P. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1002. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>

Direction Générale des Entreprises. (2016). *Technologies clés 2020 : Préparer l'industrie du futur*. En ligne <https://www.entreprises.gouv.fr/politique-et-enjeux/etude-technologies-cles-2020>

Legris, P., Ingham, J., & Collerette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191–204. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00143-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00143-4)

Sagnier, C., Loup-Escande, E., & Valléry, G. (2019). Acceptabilité de la réalité virtuelle : une revue de la littérature. *Le Travail Humain*, 82(3), 183–212. <http://doi.org/10.3917/th.823.0183>.

Sagnier, C., Loup-Escande, E., & Valléry, G. (2020). User acceptance of virtual reality: an extended technology acceptance model. *International Journal of Human-Computer Interaction*. <http://doi.org/10.1080/10447318.2019.1708612>

Yousafzai, S. Y., Foxall, G. R., & Pallister, J. G. (2007). Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1. *Journal of Modelling in Management*, 2(3), 251–280. <https://doi.org/10.1108/17465660710834453>

INDEX

Mots-clés : ergonomie, technologie, réalité virtuelle, acceptabilité, acceptation, industrie

AUTEURS

CAMILLE SAGNIER

Université de Picardie Jules Verne. École Doctorale en Sciences Humaines et Sociales (n° 586) -
Centre de Recherche en Psychologie : Cognition, Psychisme et Organisation (EA 7273)
camille.sagnier@u-picardie.fr