



Examen de l'impact de la division du travail sur la performance et de sa pertinence en contexte de vidéosurveillance

Mémoire

Geneviève Rousseau

Maîtrise en psychologie - avec mémoire
Maître ès arts (M.A.)

Québec, Canada

**Examen de l'impact de la division du travail sur la performance
et de sa pertinence en contexte de vidéosurveillance**

Mémoire

Geneviève Rousseau

Sous la direction de :

Sébastien Tremblay, directeur de recherche

Résumé

Le travail d'équipe est un sujet d'intérêt grandissant et la réalité d'aujourd'hui fait en sorte que le travail d'équipe est omniprésent dans une variété de domaines. Le domaine de la sécurité publique n'en fait pas exception à la règle. Des événements comme les attentats de la Rambla à Barcelone ou du World Trade Center à New York ont prouvé que la surveillance vidéo est un atout majeur dans le rôle des intervenants en sécurité publique et qu'il est critique d'en comprendre les mécanismes. La réalité sur le terrain est que les pratiques de division des tâches et de travail d'équipe ne sont pas harmonisées en salle de contrôle. Grâce à une tâche de vidéosurveillance simulée en laboratoire à l'aide du micromonde *Cognitive Solution to Security Surveillance* (CSSS), la présente étude visait dans un premier temps à vérifier si, lorsque comparé au travail individuel, le travail d'équipe a un impact les performances dans un contexte de vidéosurveillance. Dans un deuxième temps, la présente étude visait à comparer l'impact sur la performance de deux stratégies de division des tâches, soit de manière spatiale où chaque surveillant est en charge d'un nombre limité de caméras, soit en prenant en compte les objectifs, où chaque surveillant détient au préalable des objectifs précis de recherche. Les résultats ont révélé que pour une tâche de surveillance donnée, les équipes ont rapporté plus d'incidents que les participants qui ont réalisé la tâche individuellement, mais c'est la stratégie de division des tâches par objectifs qui a rapporté une charge mentale inférieure. Somme toute, l'utilisation de stratégies de division des tâches plus sophistiquées que la division spatiale des secteurs ou des écrans, comme la division des tâches par objectifs, devrait être considérée dans les salles de contrôle afin de répartir la charge de travail de manière plus structurée et ergonomique.

Abstract

Teamwork is a topic of growing interest and is ubiquitous in a variety of fields in today's reality. Public safety is no exception to the rule. Events such as the Rambla attacks in Barcelona or the World Trade Center in New York have shown that video surveillance is a major asset in the role of responders and that it is critical to further understand human surveillance performance. In relation to teamwork in control rooms, operational procedures and the division of labor are not harmonized. Using a laboratory-simulated video surveillance task within the Cognitive Solution to Security Surveillance (CSSS) microworld, the present study first aimed to verify whether, when compared to individual work, teamwork has an impact on performance. Secondly, the present study aimed to compare the impact of two strategies of division of tasks on performance: Task allocation was either based on the spatial dimension, each operator being in charge of a specific set of cameras, or goal-oriented, each operator receiving specific research objectives beforehand. Results showed that for a given supervisory task, teams detected more incidents than participants who completed the task individually, however, goal-oriented teams reported the lowest mental workload. Overall, the use of more sophisticated strategies than the spatial division of screens, such as goal-oriented strategies, should be considered in control rooms in order to distribute the workload in a more structured and ergonomic way.

Table des matières

Résumé	iii
Abstract	iv
Table des matières	v
Liste des figures	vii
Liste des tableaux	viii
Liste des équations	ix
Introduction	1
1. Facteurs de performance en surveillance	5
1.1 Détection d'incidents	5
1.2 Charge mentale	6
1.3 Conscience de la situation.....	7
2. Stratégies de surveillance	9
2.1 Division spatiale	10
2.2 Division par objectifs.....	11
2.3 Objectifs et approche méthodologique	12
3. Méthode	16
3.1 Participants.....	16
3.2 Le micromonde CSSS.....	16
3.3 Stimuli.....	18
3.4 Procédure	19
3.5 Mesures	21
3.5.1 <i>Détection d'incidents</i>	21
3.5.2 <i>Charge mentale</i>	23
3.5.3 <i>Conscience de la situation</i>	24
4. Résultats	26
4.1 Devis et analyses.....	26
4.2 Détection d'incidents	26
4.2.1 <i>Nombre de détections correctes</i>	27
4.2.2 <i>Fausses alarmes</i>	27
4.2.3 <i>Temps de détection</i>	29
4.3 Charge mentale	29
4.3.1 <i>Autoévaluation de la charge mentale</i>	30
4.3.2 <i>Score de similarité</i>	32
4.4 Conscience de la situation.....	35
4.4.1 <i>Taux de bonnes réponses</i>	36
4.4.2 <i>Certitude</i>	37
4.4.3 <i>Calibration</i>	37
5. Discussion	38
5.1 Contributions théoriques et pratiques	39

5.1.1 <i>Avantage de l'équipe</i>	39
5.1.2 <i>Division des tâches</i>	42
5.2 Retombées, limites et pistes futures.....	46
Conclusion	51
Bibliographie	52
Annexe A : Liste des incidents à détecter	66
Annexe B : Formulaire de consentement	87
Annexe C : Questionnaire NASA-TLX	90
Annexe D : Questionnaire QUASA	94

Liste des figures

1. Conditions à l'étude.....	13
2. Interface du logiciel de gestion de crise	17
3. Postes de travail et mur-écran du CSSS	18
4. Étapes de l'expérimentation	21
5. Scores obtenus (sur 10) au NASA-TLX autorapporté pour chaque condition en fonction de la dimension.....	31
6. Scores de similarité (sur 1) entre les évaluations des deux coéquipiers au NASA-TLX pour chaque condition en fonction de la dimension	34
7. Nuage de points illustrant les scores de calibration au QUASA	36

Liste des tableaux

1. Exemple de combinaison du nombre de détections correctes au sein d'une équipe	22
2. Table de vérité d'une disjonction	24
3. Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées au nombre de détections correctes selon la condition expérimentale.....	27
4. Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées nombre de fausses alarmes selon la condition expérimentale	28
5. Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées au temps de détection moyen (en secondes) selon la condition expérimentale.....	29
6. Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées aux scores autorapportés au NASA-TLX selon la condition expérimentale et la dimension de la charge mentale.....	30
7. Résultats du test de comparaisons multiples appariées de l'effet principal de la condition sur le score obtenu au NASA-TLX	33
8. Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées aux scores de similarité selon la condition expérimentale.....	33
9. Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées trois mesures de la conscience de la situation en fonction de la condition expérimentale.....	35

Liste des équations

1. Score de similarité	23
------------------------------	----

Introduction

Le travail d'équipe et ses multiples composantes est un sujet d'intérêt grandissant autant au sein d'entreprises que d'organisations scolaires et scientifiques. Une équipe diffère d'un groupe au sens où un groupe n'est pas appelé à interagir afin d'atteindre un objectif commun. Une équipe agit plutôt de manière conjointe, dynamique et adaptative afin d'atteindre un objectif commun, et où chaque membre détient un rôle et des responsabilités désignées (Cannon-Bowers, Salas, & Converse, 1993). La réalité d'aujourd'hui fait en sorte que le travail d'équipe est omniprésent dans une variété de domaines (Arnold, Cuddy, Hathaway, Quaintance, & Kanter, 2018; Larson et al., 2019; O'Neill & Salas, 2018) et qu'il est critique d'en comprendre les mécanismes (Cohen & Bailey, 1997; Fiore & Salas, 2006).

L'un des domaines où un travail d'équipe efficace pourrait contribuer à améliorer les performances est celui de la vidéosurveillance. Depuis quelques années, l'importance de la protection de la sécurité publique se fait sentir plus que jamais. Des événements tels que les attentats de la Rambla à Barcelone en 2017, du Bataclan à Paris en 2015, du marathon de Boston de 2013, ou encore du World Trade Center à New York en 2001 en sont de bons exemples. La surveillance vidéo est un atout majeur dans le rôle des intervenants (Gill & Spriggs, 2005; Piza, Welsh & Farrington, 2019) et grâce à l'évolution de la technologie, les systèmes à la disposition des intervenants sont de plus en plus complexes et de plus en plus omniprésents dans notre société d'aujourd'hui (Deisman et al., 2009; Norris, McCahill & Wood, 2004). En 2007, on estimait à plus de quatre millions le nombre de caméras de surveillance en Grande-Bretagne (Farrington, Gill, Waples & Argomaniz, 2007), ce qui constitue une quantité immensurable de données et d'information à traiter pour les opérateurs en surveillance.

De plus, la surveillance vidéo ne se limite pas uniquement à la vigilance de foules. Elle s'étend à une variété de domaines et de contextes, comme la prévention de la criminalité, la surveillance d'infrastructures, le suivi de l'activité de systèmes informatiques en prévention de cyberattaques, le contrôle de la circulation de véhicules terrestres, marins ou aériens, pour n'en nommer que quelques exemples. On peut recenser deux types de

surveillance vidéo, soit statique ou dynamique. Le type statique se caractérise entre autres par le fait que les images à surveiller évoluent peu ou pas du tout dans le temps. Le dépistage d'objets illicites dans les valises à l'aéroport ou dans les colis aux centres de tri du courrier est un bon exemple de surveillance statique. Lorsque la situation est en constante évolution, comme c'est le cas lors de la vigilance de foules, l'identification d'individus recherchés, la détection d'objets laissés sans surveillance, etc., on parle plutôt d'une surveillance de type dynamique. L'opérateur est alors appelé à détecter une cible parfois connue, parfois inconnue, dans un environnement qui évolue souvent très rapidement. Dans ce contexte, les opérateurs peuvent être appelés à identifier des comportements étranges, à mettre en relation plusieurs éléments et à prédire l'évolution de la situation dans le but de prévenir de potentielles menaces. C'est de ce dernier type de surveillance dont il sera question dans la présente étude.

Le travail de surveillance se réalise principalement en salle de contrôle, où sont installés plusieurs postes de travail et intervenants ainsi qu'un mur des connaissances, également appelé mur-écran, composé de plusieurs écrans affichant différents flux vidéo à surveiller. L'étude du travail de surveillance doit prendre en considération trois éléments principaux, soit la tâche, le système technologique ainsi que l'opérateur. Bien que la recherche et l'innovation tendent à aborder les problèmes technologiques et certains problèmes liés à la tâche, beaucoup laissent de côté l'aspect humain du travail de surveillance (Hodgetts, Vachon, Chamberland & Tremblay, 2017).

Justement, pour pallier ce manque, Hodgetts et ses collaborateurs (2017) ainsi que Donald (2019) relèvent plusieurs défis cognitifs au travail de surveillance qui posent un détriment sur la performance. Par exemple, un problème fréquemment relevé dans les études en surveillance est un ratio de caméras par opérateur élevé, avec parfois plus de 50 flux vidéo à surveiller en même temps (Gill et al., 2005; Troscianko et al., 2004). Cette charge élevée d'information à traiter provenant des flux vidéo, combinée aux appels, interruptions et autres flux d'information, excède souvent les capacités humaines et a un impact direct sur la charge cognitive de l'opérateur et, conséquemment, sur sa performance. Les distractions et les interruptions sont également des éléments soulevés par les auteurs quant à leur effet sur les performances. En ce sens, il a été montré qu'une distraction auditive a pour effet de rediriger

les ressources attentionnelles vers cette distraction (Hughes, Vachon & Jones, 2007), causant ensuite un effort supplémentaire et un certain délai pour revenir à la tâche principale (Altmann & Trafton, 2002). Les opérateurs en surveillance sont particulièrement vulnérables à ce phénomène puisque les bruits de conversations entre collègues, de téléphones qui sonnent, d'appels radio de la police, etc., ainsi que les interruptions de tâche, comme l'action de changer l'affichage des caméras et de les manipuler ou encore de communiquer avec un agent sur le terrain, sont plutôt fréquents en salle de surveillance (Gill et al., 2005; Keval & Sasse, 2008). De plus, les quarts de travail souvent longs et la nature monotone de la tâche de surveillance proactive peuvent causer la fatigue et l'ennui. Une baisse de vigilance et une surcharge cognitive peuvent, par exemple, mener à des erreurs de détection causées par le phénomène de cécité attentionnelle (Mack & Rock, 1998) ou encore introduire des biais personnels dans la prise de décision (Stainer, Scott-Brown & Tatler, 2017).

Dans le but de réduire la charge portée sur l'humain et d'améliorer les performances, de nombreux systèmes d'automatisation ont vu le jour dans le domaine de la surveillance. Pour ce faire, des modèles de comportements ou d'attributs d'objets doivent être construits et emmagasinés afin d'être comparés aux flux vidéo en temps réel et ainsi en permettre l'analyse automatisée. D'un point de vue conceptuel, Valera et Velastin (2005) ont identifié cinq processus clés des systèmes automatisés de surveillance : la détection, la reconnaissance, le suivi, l'analyse du comportement et de l'activité, alors que le tout doit être supporté par une base de données d'attributs et de comportements en constante évolution. Chaque processus clé a fait l'objet de nombreuses études, mais les études récentes tendent surtout à évaluer des aspects techniques et technologiques de l'innovation dans le domaine en laissant de côté l'impact de ces technologies sur la cognition humaine. De plus, les avancements technologiques sont souvent limités à la base de données et au contexte utilisés lors de la création et de l'évaluation (Dadashi, Stedmon & Pridmore, 2013). Par exemple, un système de détection de comportement violent dans un ascenseur a montré des résultats de précision satisfaisants avec un à deux passagers, mais demeurent toujours insatisfaisants lorsque l'image devient plus complexe avec plus de passagers (Zhu & Wang, 2016) et il va sans dire que cette technologie est difficilement applicable dans un contexte hors de l'ascenseur. Des taux de succès de détection et de reconnaissance d'objets supérieurs à 70%

sont fréquemment rapportés (Viola & Jones, 2004) et certains algorithmes de suivi d'objets peuvent efficacement suivre un ensemble de pixels sur quelques minutes (Pound, Naeem, French & Pridmore, 2007), mais bien que ces résultats semblent prometteurs dans les écrits scientifiques, il en est souvent autrement lorsqu'ils doivent être appliqués en temps réel, sur de longues périodes et avec des images aussi variées et complexes que l'est le monde réel (Dadashi et al., 2013).

L'arrivée de l'intelligence artificielle et l'apprentissage profond (*deep learning*) constitue un terrain fertile à l'amélioration de ces technologies (Nguyen, Truong, Tran & Chien, 2020). Les auteurs rapportent des applications pratiques de l'intelligence artificielle qui existent déjà dans plusieurs domaines, tels que la sécurité résidentielle (Bai, Shen, & Li, 2010; Cucchiara, Prati & Vezzani, 2007), la détection d'intrusions (Castillo, Fernandez-Caballero & Lopez, 2017), la sécurité en transport en commun comme les ports, aéroports, stations de train et d'autobus, etc. (Porikli, Ivanov & Haga, 2008), la vigilance de collèges, campus, édifices gouvernementaux et de trafic routier (Chen, Wu, Huang & Fan, 2010), la gestion et l'analyse de foules (Junior, Musse & Jung 2010), les véhicules autonomes (Enzwiler & Gavrilu, 2008) et même la surveillance militaire, la vigilance de frontières ou de périmètres, comme pour les centrales électriques.

Cependant, à la lecture de ces articles, des limites importantes demeurent quant à la modélisation des bases de données, à la généralisation des résultats et aux coûts monétaires liés à ces avancées. Il est toujours impossible de dire à ce jour que ces technologies permettent de remplacer complètement l'humain (Billings, 2018; Muslim & Itoh, 2019), sans compter la perception et l'intuition qui lui sont typiques (Dee & Velastin, 2007; Gowsikhaa, Abirami & Baskaran, 2014) et les retombées économiques, éthiques et juridiques liées à un tel remplacement (Herrmann, Brenner & Stadler, 2018; Macnish, 2012). Les solutions technologiques actuelles sont plutôt efficaces dans leur collaboration avec l'humain en lui offrant un support à la détection et à la compréhension des scènes visuelles (Javed & Shah, 2008) et la recherche pointe dans la direction d'une meilleure collaboration entre l'humain et la machine, plutôt qu'à chercher à remplacer l'humain (Janssen, Donker, Brumby & Kun, 2019). Il est donc toujours d'actualité et essentiel de prendre en compte les limites cognitives de l'humain dans l'étude du travail de surveillance.

1. Facteurs de performance en surveillance

La performance en équipe a déjà fait l'objet de nombreuses études dans divers domaines. Malgré les résultats variés, une tendance se dessine quant à l'amélioration de la performance dans un contexte collaboratif lorsque comparé à un contexte individuel. Dans un effort d'identifier les facteurs qui influencent la performance d'équipe, DeChurch et Mesmer-Magnus (2010) ont trouvé grâce à leur méta-analyse que la cognition en équipe explique à elle seule 6,8% de la variance liée à la performance d'équipe. La cognition en équipe demeure toutefois très mal définie dans la littérature scientifique, même que les auteurs ont recensé pas moins de 54 termes différents référant à ce construit, ce qui pose également problème pour le quantifier. Cependant, à la lumière des concepts relevés plus tôt et à la lecture de l'étude de Berggren, Prytz, Johansson et Nählinder (2011) et d'autres études en surveillance (Donald, 2010; Hodgetts et al., 2017; Keval & Sasse, 2008), trois facteurs importants émergent quant à leur effet sur la performance autant en équipe qu'au niveau individuel, soit la détection d'incidents, la charge de travail et la conscience de la situation.

1.1 Détection d'incidents

La détection d'incidents constitue un élément central aux objectifs et à la tâche d'un opérateur en surveillance. Pour ce faire, l'opérateur doit analyser et comprendre des scènes visuelles complexes. Dans le domaine de la recherche visuelle, Treisman et Souther (1985) se sont intéressés aux processus cognitifs régissant la détection d'une cible dans une tâche nécessitant une attention soutenue, similairement à la situation des opérateurs en surveillance. L'un des résultats observés par les auteurs est que le temps de réponse augmente en fonction du nombre de distracteurs présents. Il est possible d'interpréter ces résultats à l'aide du modèle d'intégration des attributs de Treisman et Gelade (1980), selon lequel un observateur, lors d'une tâche de recherche visuelle d'une cible, doit décomposer mentalement toutes les formes perçues en caractéristiques distinctes pour ensuite les comparer à la cible déjà emmagasinée en mémoire. Puisque ce processus de comparaison est sériel, un nombre élevé et hétérogène de distracteurs entraîne effectivement un temps de traitement plus long et des temps de réponse plus lents (Treisman & Gelade, 1980). Dans un contexte de

surveillance vidéo, un nombre élevé de caméras à surveiller pourrait donc avoir une incidence sur le temps de détection. Le travail d'équipe pourrait potentiellement contribuer à accélérer le processus en se divisant les zones de recherche. En ce sens, Brennan, Chen, Dickinson, Neider et Zelinsky (2008) ont effectivement observé que les équipes étaient plus rapides que les individus à détecter une cible lors d'une tâche de recherche visuelle.

De plus, lors de la recherche visuelle, il est possible qu'un surveillant détecte correctement un incident, mais également qu'il rapporte un incident qui n'était pas réellement présent. Cette action, classifiée comme étant une fausse alarme, s'inscrit au sein de la théorie de détection du signal (Tanner & Swets, 1954). En recherche visuelle, il a été observé notamment que le nombre de fausses alarmes augmente en fonction de la quantité de stimuli (Green & Swets, 1966). Ainsi, plus il y a d'information à traiter, plus il y a de chances qu'un stimulus déclenche le critère décisionnel chez l'observateur alors qu'en réalité, la cible était absente. Dans un contexte de vidéosurveillance où les opérateurs doivent traiter simultanément un nombre élevé d'écrans, il serait attendu selon cette théorie que le nombre de fausses alarmes soit élevé et que, conséquemment, une réduction du nombre d'écrans à surveiller par opérateur provoquerait un nombre de fausses alarmes inférieur.

1.2 Charge mentale

L'un des facteurs grandement connus dans les écrits scientifiques pour influencer la performance en contexte de surveillance est la charge mentale ou la charge cognitive. Elle peut être définie comme étant l'effort cognitif déployé par un individu lors de l'accomplissement d'une tâche (Moray, 1979). Cette charge émerge entre autres des exigences liées à la tâche, les circonstances dans lesquelles elle est conduite, les habiletés, les comportements ainsi que les perceptions d'un opérateur (Wickens, 1992). Ainsi, plus une tâche est considérée comme difficile, plus la demande portée sur les ressources cognitives de l'individu sera élevée, et donc la charge mentale sera élevée. En vidéosurveillance, les auteurs s'entendent sur le fait que la tâche de surveillance est une tâche exigeante d'un point de vue cognitif et qu'une charge mentale élevée a pour effet de réduire la performance (Hodgetts et al., 2017; Keval & Sasse, 2008; Stearman & Durso, 2016).

Du point de vue de l'équipe, le scénario est similaire : une charge mentale trop élevée au sein de l'équipe entraîne un déclin de la performance (Stearman & Durso, 2016), même qu'elle pourrait influencer négativement le travail d'équipe en soi et l'établissement d'une bonne conscience de la situation (Berggren et al., 2011). Toutefois, de nouveaux facteurs entrent en compte lorsqu'il s'agit de mesurer la charge mentale en équipe, comparativement à celle d'un individu seul. Il a été démontré que la charge mentale en équipe ne correspond pas à la simple somme des charges mentales individuelles des membres de l'équipe. Selon Bowers et Jentsch (2005), il existerait également un coût cognitif lié au travail d'équipe, supplémentaire au coût relié à la tâche. Par exemple, le simple fait de communiquer en équipe pourrait potentiellement augmenter la charge mentale et influencer la performance de l'équipe (Brennan et al., 2008). Cependant, une communication efficace et une fréquence de communication similaire entre les deux membres d'une équipe peuvent avoir comme effet de répartir équitablement la charge cognitive sur les deux membres, apportant ainsi un bénéfice à la performance (Brennan & Enns, 2015). Ceci montre l'importance de la cognition qui se forme au niveau de l'équipe et la nécessité d'utiliser des mesures qui reflètent réellement la charge mentale de l'équipe, au-delà de la simple agrégation des charges mentales individuelles.

1.3 Conscience de la situation

En plus de la détection d'incidents et de la charge mentale, il est nécessaire de prendre en considération la conscience de la situation acquise par les opérateurs. Celle-ci, telle que définie par Endsley (1988, 1995a), se divise en trois niveaux. Le premier niveau, soit le niveau de perception, permet à l'opérateur de percevoir dans l'environnement un élément (p. ex. une voiture, une personne) en plus de ses caractéristiques de base (taille, couleur, vitesse, etc.). Ce n'est qu'au deuxième niveau, soit le niveau de la compréhension, que l'opérateur peut comprendre la signification de cet élément et le mettre en relation dans un contexte et ses objectifs personnels. Ce niveau lui permettra, par exemple, de comprendre qu'une voiture stationnée à un endroit précis constitue une infraction routière. Enfin, le troisième niveau, soit le niveau de la projection, permet à l'opérateur de projeter dans le futur et prévoir certains scénarios. Ce niveau est également essentiel à la prise de décision. C'est à cette étape, par exemple, que l'opérateur décidera de contacter un agent de stationnement

pour tenter de dégager la voiture de la zone interdite avant qu'il se produise un incident. L'effort cognitif requis pour traiter des informations afin d'établir une conscience de la situation varie selon le niveau de traitement. L'atteinte du troisième niveau, qui mène à la prise de décision, nécessite un traitement plus profond et provoque une charge mentale plus élevée que le premier niveau (Fracker, 1987; Wickens, 1984).

Pour mesurer la conscience de la situation individuelle, le *QUantitative Analysis of Situation Awareness* (QUASA; Edgar, Edgar & Curry, 2003) est l'une des méthodes les plus fréquemment utilisées dans la littérature scientifique. Cette méthode, basée sur la théorie de détection du signal, a été ajustée par McGuinness (2004; 2007) afin de combiner une mesure objective et subjective de la conscience de la situation. Elle consiste, durant la tâche à l'étude, à insérer des questions objectives binaires (vrai / faux) sur des éléments liés aux objectifs de la tâche. Ainsi, on pourrait théoriquement en déduire qu'un participant ayant obtenu un score élevé de bonnes réponses détient une bonne conscience de la situation. Cependant, une mesure subjective est également jointe à chaque question, demandant au participant de noter son niveau de certitude par rapport à sa réponse. Cette mesure indique le niveau de confiance du participant envers sa propre conscience de la situation (Lee, 1999). Ainsi, afin de mieux interpréter les résultats, cette méthode permet de tracer une courbe de calibration, selon laquelle il est possible d'identifier des tendances de surestimation et de sous-estimation de la confiance du participant dans une tâche donnée.

Au niveau de l'équipe, il a été rapporté que la collaboration entre les membres d'une équipe contribue à l'établissement d'une bonne conscience de la situation et, conséquemment, à la performance (Kiekel, Gorman, & Cooke, 2004; Letsky, Warner, Fiore & Smith, 2016). Dans la littérature scientifique, on parle également d'une conscience de la situation partagée. Elle se définit comme étant les perceptions et les actions coordonnées d'une équipe (Gorman, Cooke & Winner, 2006), ou plus précisément, le niveau de conscience de la situation atteint par chaque membre de l'équipe pour atteindre ses objectifs (Endsley, 1995b). Ces définitions mettent bien en évidence la dimension individuelle de la conscience de la situation partagée, mais également le chevauchement de celles-ci (Salas, Prince, Baker & Shrestha, 1995). Plusieurs études considèrent comme mesure d'équipe un index de similarité (Sætrevik & Eid, 2014; Wildman, Salas & Scott, 2014), qui dans le cas

de la conscience de la situation, viserait à établir le degré auquel les membres de l'équipe ont une représentation mentale de la situation similaire. Il est important de préciser que ce type de mesure représente la perception de la similarité de la représentation mentale entre les coéquipiers, et non une mesure en soi de la conscience partagée de la situation. Toutefois, il est fréquent que tous les membres de l'équipe n'aient pas besoin de traiter la même information pour parvenir à leurs objectifs ou qu'ils aient des objectifs similaires (Endsley, 1995b; Jones & Endsley, 2002). Un index de similarité de la conscience de la situation est donc uniquement pertinent lorsque les exigences et les objectifs liés à la tâche sont similaires entre les coéquipiers (Saner, Bolstad, Gonzalez & Cuevas, 2009) et ne s'appliquerait pas dans un contexte où les membres d'une équipe détiennent des objectifs ou sous-objectifs différents.

2. Stratégies de surveillance

Dans la pratique sur le terrain, dans la plupart des cas, même si les opérateurs en vidéosurveillance partagent un même objectif ultime, c'est-à-dire détecter et anticiper les situations potentiellement dangereuses (Keval & Sasse, 2008), la réalité est que les pratiques de travail d'équipe et de division des tâches ne sont pas du tout harmonisées (Gill & Spriggs, 2005). Gill et ses collaborateurs (2005) ont observé dans certaines salles de contrôle différentes stratégies de division des tâches. Certaines salles procédaient à une division selon le niveau de risque associé à certains secteurs, alors que d'autres divisaient les tâches selon les objectifs de détection. Étant donné que plusieurs salles ne montraient aucune stratégie définie de travail d'équipe et que celles qui en adoptaient une n'ont pas montré de performance supérieure significative, les auteurs ont conclu que le travail d'équipe et la division des tâches en salle de contrôle ne font pas partie d'une pratique harmonisée.

À la lecture des observations sur le terrain de Keval et Sasse (2008) et des différentes stratégies collaboratives de recherche visuelle (Brennan et al., 2008; Chen, 2007; Niehorster, Cornelissen, Holmqvist & Hooge, 2019), deux stratégies de division des tâches ont été relevées et seront donc approfondies dans cette étude : la division spatiale et la division par objectifs.

2.1 Division spatiale

De prime abord, plusieurs études en vidéosurveillance avancent que le grand nombre d'écrans imposés aux opérateurs est l'un des principaux facteurs réduisant leur efficacité (Gill & Spriggs, 2005; Hodgetts et al., 2017; Keval & Sasse, 2008; Troscianko et al., 2004). Dans un ensemble de 13 salles de contrôles étudiées au Royaume-Uni, Gill et ses collaborateurs (2005) rapportent que la probabilité de détecter un incident était inférieure dans les salles où les ratios de caméras par opérateur et de caméras par moniteur étaient élevés. Afin de se diviser les tâches au sein des équipes d'opérateurs, les auteurs ont également observé que certaines salles de contrôle utilisaient les limites d'un territoire comme stratégie. Des écrans spécifiques étaient donc assignés à chaque opérateur et cette stratégie peut se résumer comme étant une division spatiale des tâches.

Ce type de division permettrait entre autres de réduire la quantité d'écrans à surveiller pour chaque opérateur. Bien que les auteurs n'aient pas pu quantifier une meilleure performance dans les salles utilisant cette stratégie, d'autres études ont pu observer une performance accrue lors d'une tâche fondamentale de recherche visuelle en équipe lorsqu'elles se divisaient les tâches de manière spatiale (Brennan et al., 2008; Niehorster et al., 2019; Wahn, Kingstone & König, 2017). De plus, sans instruction préalable, la division spatiale était le choix préféré par les participants (Brennan et al., 2008; Wahn et al., 2017). Puisque la recherche visuelle constitue un élément important de la tâche de vidéosurveillance, il serait donc logique de s'attendre à ce que la performance soit supérieure lors du travail d'équipe que lors du travail individuel.

Cependant, puisque la performance en surveillance vidéo est influencée par plusieurs facteurs humains, il est possible que le fait de travailler en équipe affecte directement certains de ces facteurs. Dans un scénario où chaque membre d'une équipe se verrait assigné à la surveillance de caméras distinctes, comme c'est le cas avec la division spatiale, la charge de travail serait alors répartie entre les membres de l'équipe. On pourrait donc s'attendre à ce que cette stratégie ait une influence positive sur la charge mentale, tout comme l'avancent

les auteurs Brennan et Ens (2015). Concernant la conscience de la situation, sachant que l'accès à l'information essentielle à l'atteinte des objectifs est critique à sa construction et qu'elle joue un rôle sur la performance de détection (Endsley, 2015; Endsley & Jones, 2012), il est possible qu'une division spatiale limite l'accès à l'information et influence négativement la performance. Dans ce scénario, il est possible qu'un opérateur n'ait pas accès à un morceau d'information critique à la complétion de sa tâche puisqu'elle aurait été attribuée à son coéquipier. Une division spatiale pourrait donc provoquer à l'équipe une difficulté supplémentaire à établir une bonne conscience générale de la situation.

2.2 Division par objectifs

Dans l'étude de Gill et ses collaborateurs (2005), une autre stratégie de division des tâches observée par les auteurs consistait à se diviser les recherches en fonction du type d'activité. Dans l'étude de Brennan et ses collaborateurs (2008) qui suggère que la division spatiale était préférée par les équipes, on présentait aux participants un nuage de points circulaires noirs dont l'un d'entre eux était légèrement déformé et constituait la cible de la recherche visuelle. Le seul critère de discrimination possible pour diviser les tâches était donc leur emplacement spatial. Justement, en réponse à cette étude, Chen (2007) suggère que les résultats observés quant à la préférence pour la division spatiale étaient peut-être le résultat de l'absence de caractéristiques plus significatives pour se diviser les tâches. En effet, la recherche visuelle conduite par les opérateurs en vidéosurveillance est composée d'une variation infinie de formes, de couleurs, de vitesses de déplacement, de tailles, et même de comportements. Les opérateurs ont alors à leur disposition une multitude de caractéristiques plus complexes que la position pour diviser les tâches.

Une avenue possible pour prendre en considération ces caractéristiques plus complexes dans le contexte de la vidéosurveillance serait de diviser les tâches en prenant en compte les objectifs de la recherche visuelle. Par exemple, un opérateur pourrait être assigné à une liste d'incidents attendus, comme les objets laissés sans surveillance près d'un établissement important ou les actes de violence (p. ex. bagarres) près des sorties de bars, alors que son coéquipier pourrait être chargé de détecter d'autres types d'incidents, comme des personnes ou suspects recherchés par la police ou des rassemblements interdits. Une

division des tâches par objectifs plutôt que spatiale pourrait peut-être s'avérer avantageuse puisqu'elle active préalablement en mémoire plusieurs caractéristiques de la cible à fois et s'apparente au phénomène de « savoir quoi chercher ». Ceci démontre bien le rôle des processus *top-down* dans la recherche visuelle, alors qu'il a déjà été observé dans l'étude de Chen & Zelinsky (2006) un temps de détection plus rapide lorsque la cible était déjà activée en mémoire. De plus, contrairement à la division spatiale, cette stratégie permettrait à tous les opérateurs d'avoir accès à l'ensemble de l'information et ainsi établir une meilleure conscience de la situation comme l'avancent Endsley et Jones (2012). Cependant, cette stratégie ne limite pas nécessairement le nombre de caméras à surveiller ni la quantité d'information à traiter par chaque opérateur, ce qui pourrait potentiellement causer une charge de travail aussi élevée que lors du travail individuel.

2.3 Objectifs et approche méthodologique

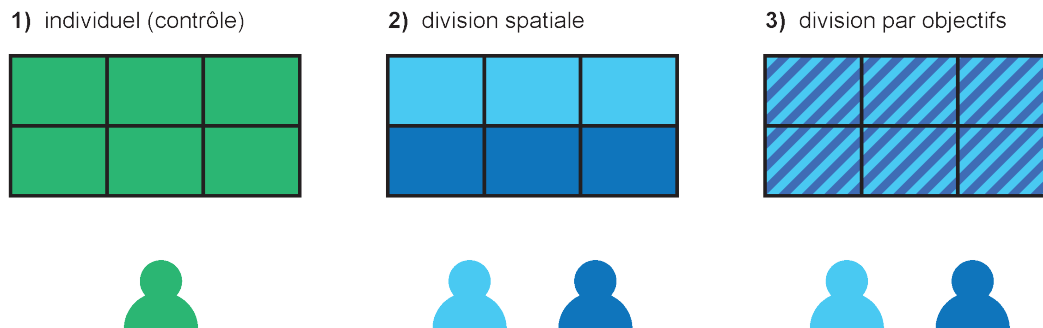
La tâche de surveillance est exigeante au niveau cognitif et il est essentiel d'élaborer des stratégies afin d'améliorer l'efficacité des opérateurs en salle de surveillance, tout en prenant en compte les limites cognitives de l'humain. Les écrits révèlent d'une part que le travail d'équipe, malgré son coût cognitif relié, présente un avantage sur les performances d'une équipe. Cependant, il a été observé dans plusieurs salles de contrôle que le travail d'équipe n'est pas une pratique harmonisée et que les performances varient d'une salle à l'autre, ce qui mérite une attention plus pointue sur le sujet. L'objectif de cette étude est donc d'examiner l'impact du travail d'équipe sur la performance en contexte de vidéosurveillance.

Pour ce faire, deux stratégies de division des tâches seront à l'étude et comparées à une condition de travail individuel (voir Figure 1). La première stratégie consiste à se diviser les tâches de manière spatiale, c'est-à-dire que chaque participant sera affecté à la surveillance de caméras distinctes et aura comme instruction de les afficher dans des cases précises. Ainsi, chaque participant verra sa charge réduite de moitié, ce qui pourrait améliorer les performances tel que proposé par Brennan et ses collaborateurs (2008). La deuxième stratégie à l'étude consiste, quant à elle, à se diviser les tâches en attribuant des objectifs différents à chaque coéquipier. De cette façon, les coéquipiers pourront utiliser des

caractéristiques plus significatives que la position pour guider leur recherche visuelle, tel que proposé par Chen (2007).

Figure 1

Conditions à l'étude



La comparaison dans un premier temps du travail individuel au travail d'équipe permettra de vérifier si le travail d'équipe est avantageux dans le contexte de vidéosurveillance. Pour la première hypothèse, il est attendu que l'avantage observé dans plusieurs domaines de la performance en équipe sur le travail individuel (Brennan et al., 2008; DeChurch & Mesmer-Magnus, 2010) se reproduise dans le contexte de la tâche de surveillance et qu'ainsi, la performance soit généralement supérieure en équipe. Plus précisément, il est attendu qu'un nombre supérieur d'incidents soit détecté en équipe et que, considérant la théorie de Green et Swets (1966), un nombre inférieur de fausses alarmes soit relevé pour les équipes considérant que le ratio de caméras par opérateurs sera inférieur. De plus, tout comme l'avancent Brennan et Ens (2015) et Niehorster et al. (2019), un temps de détection plus rapide est attendu pour les équipes que pour les surveillants réalisant la tâche individuellement, alors que la conscience de la situation des membres de l'équipe se verrait améliorée dans un contexte collaboratif tel qu'observé par Kiekel et ses collaborateurs (2004). Enfin, tel qu'avancé par Tremblay, Vachon, Lafond et Kramer (2012) ainsi que par Brennan et Ens (2015), il est attendu que le bénéfice de l'équipe soit observé également sur le plan de la charge mentale, celle des équipes étant inférieure à celle des surveillants ayant réalisé la tâche individuellement.

Dans un deuxième temps, la comparaison de deux stratégies de division des tâches, soit la division spatiale et la division par objectifs, permettra d'évaluer si l'une ou l'autre des stratégies est plus avantageuse que l'autre quant à la performance et permettra alors de poser certaines recommandations quant à la pratique en salle de contrôle. Pour la deuxième hypothèse, il est attendu que la stratégie de division spatiale soit plus avantageuse que la division par objectifs sur le taux de détection, car elle permettrait de réduire le nombre de caméras à surveiller par opérateur, un problème fréquemment relevé en contexte de vidéosurveillance (Donald, 2010; Gill et al., 2005; Hodgetts et al., 2017; Keval & Sasse, 2008). Plus précisément, ce bénéfice lié à un ratio inférieur de caméras par opérateurs de la division spatiale pourrait réduire le temps de détection comme l'avancent Rousselet, Thorpe et Fabre-Thorpe (2004) ainsi que Stainer et ses collaborateurs (2017), de même que le nombre de fausses alarmes comme le suggèrent Green & Swets (1966) avec la théorie de détection du signal, tout en augmentant le taux de détection pour la tâche. De plus, contrairement à une division par objectifs, une division spatiale permettrait de répartir équitablement la quantité d'information à traiter entre les coéquipiers, réduisant potentiellement la charge mentale portée sur chacun tel qu'avancé par Brennan et Ens (2015). Toutefois, considérant que l'accès à l'information pertinente contribue à l'établissement d'une bonne conscience de la situation et, conséquemment, à la performance globale d'un opérateur (Endsley & Jones, 2012; Endsley, 2015), il est attendu que la division par objectifs permette l'établissement d'une meilleure conscience de la situation que la division spatiale.

Afin de vérifier les hypothèses, une tâche de surveillance sera simulée en laboratoire en équipe de deux surveillants à l'aide du micromonde *Cognitive Solution to Security Surveillance* (CSSS) (Vachon, Vallières, Suss, Thériault & Tremblay, 2016). L'environnement typique des opérateurs en vidéosurveillance est souvent bien complexe, au sens où de nombreuses variables peuvent être difficiles à contrôler sur le terrain (interruptions, distractions, interactions, etc.). Une étude sur le terrain risquerait de compromettre les conclusions tirées des résultats en raison de cette complexité non contrôlée. En revanche, les études en laboratoire permettent de contrôler certaines variables, mais manquent souvent de complexité afin de pouvoir en généraliser les résultats. Une manière reconnue dans la littérature scientifique de reproduire un système complexe dans un

environnement contrôlé est d'utiliser un micromonde (Brehmer & Dörner, 1993). Les micromondes permettent de simuler avec précision un environnement complexe composé de plusieurs variables qu'il est possible de contrôler et de mesurer, tout en offrant au participant un degré d'immersion lui permettant d'agir et d'interagir avec le système. Ils sont créés afin de prendre en compte (1) la malléabilité, c'est-à-dire le degré de contrôle permis par le chercheur, (2) la similarité de reproduction des systèmes complexes, c'est-à-dire le niveau de ressemblance avec le système réel, et (3) le niveau d'engagement qu'elle procure, c'est-à-dire le degré auquel le participant est impliqué et engagé dans sa tâche (Gray, 2002). Ces dimensions prennent donc en compte à la fois les perspectives du chercheur, de la tâche et du participant et offrent ainsi un compromis entre la validité interne et externe en permettant à la fois de placer le participant dans un environnement complexe et engageant, mais également d'en reproduire et d'en généraliser les résultats (Schiflett, Elliot, Salas & Coover, 2017).

3. Méthode

3.1 Participants

Au total, 195 participants adultes, dont 97 femmes et 98 hommes âgés de 18 à 65 ans ($M = 27,01$ ans, $ÉT = 9,47$) ont été recrutés sur le campus de l'Université Laval pour participer à cette expérience en échange d'une compensation monétaire de 20\$. Toute personne souffrant d'une atteinte organique ou fonctionnelle du système nerveux central ou sous l'influence de médicaments psychotropes (antidépresseur, anxiolytique, neuroleptique) ainsi que les individus ayant des atteintes visuelles non corrigées ont été exclus de cette expérience. Les participants dont les données sont manquantes ont également été retirés de l'échantillon. L'échantillon final est donc composé de 183 adultes âgés de 18 à 65 ans (89 femmes et 94 hommes, $M = 26.25$ ans, $ÉT = 8.17$). Le groupe se divisant les tâches de manière spatiale est composé de 28 participants (14 équipes) et le groupe se divisant les tâches par objectifs est composé de 26 participants (13 équipes), alors que 129 participants¹ composent le groupe ayant complété la tâche de manière individuelle.

3.2 Le micromonde CSSS

L'expérience se déroule au sein du micromonde CSSS. Le micromonde a été conçu de manière à simuler une tâche de surveillance et a été aménagé en laboratoire de sorte à répliquer une salle de contrôle typique. L'environnement de simulation est doté de plusieurs postes de travail ainsi que d'un mur-écran affichant différents flux vidéo, contrôlés par les postes de travail. Durant sa tâche, le surveillant est invité à manipuler l'affichage des caméras et à détecter et rapporter des incidents critiques tout en collaborant avec son coéquipier.

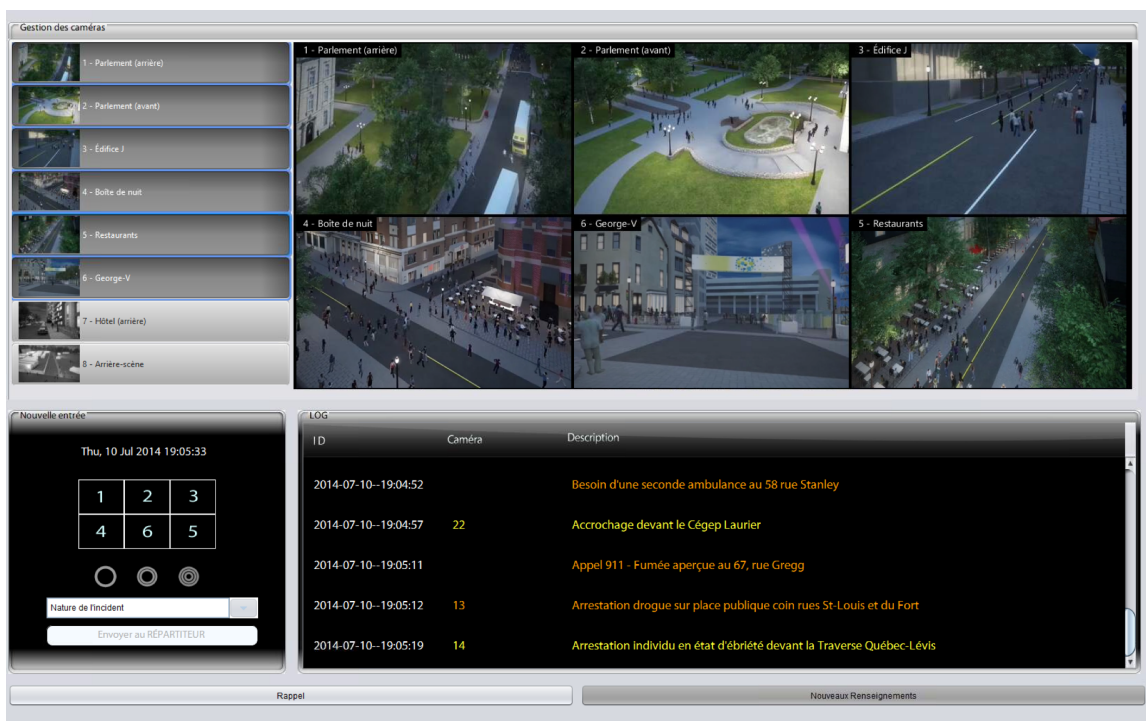
Le logiciel de gestion de crise SYnRGY (Thales Canada) muni d'une extension développée au laboratoire Co-DOT permet de lancer la simulation et est manipulable par le

¹ Les participants du groupe ayant réalisé la tâche individuellement ont été recrutés dans le cadre d'une expérience antérieure et font partie d'une base de données existante, expliquant la répartition inégale entre les conditions de travail individuel et de travail en équipe. Cette inégalité a été prise en compte dans l'analyse des résultats.

participant. Elle est composée de quatre sections distinctes permettant l’affichage des caméras, l’envoi d’un rapport d’incident, la consultation d’un registre (*log*) ainsi que le rappel d’évènements particuliers à surveiller (voir Figure 2). La zone d’affichage des caméras sur les postes de travail est reproduite sur le mur-écran et partagée entre les postes de travail, incitant alors les participants à collaborer verbalement afin d’en gérer l’affichage. À noter qu’en raison des règles sanitaires gouvernementales de la COVID-19, un écran de plexiglas a été installé entre les postes afin d’assurer la sécurité des participants. Ils étaient toutefois en mesure de bien se voir et de s’entendre parfaitement malgré le plexiglas. Un tutoriel de familiarisation interactif est présenté au début de l’expérience afin de présenter les différentes fonctionnalités du logiciel aux participants.

Figure 2

Interface du logiciel de gestion de crise



La salle est dotée de plusieurs postes de travail, chacun composé de deux écrans ACL positionnés de manière à reproduire le poste de travail d'un opérateur en surveillance urbaine. Un mur-écran mesurant $4,08 \times 1,22$ mètre doté du système d'affichage *Christie MicroTiles* est installé à l'avant des postes de travail et est contrôlé à partir des postes de travail des participants. Le mur-écran est constitué d'un total de 40 tuiles (disposées à dix tuiles de largeur et quatre de hauteur) et affiche une mosaïque composée de huit zones : six d'entre elles affichent des images vidéo captées par des caméras de surveillance, l'une présente une carte géographique interactive de la ville de Québec, alors que la dernière affiche un flux de nouvelles télévisées simulées en continu, sans audio (voir Figure 3).

Figure 3

Postes de travail et mur-écran du CSSS



3.3 Stimuli

Le matériel vidéo présenté pendant la simulation est fictif mais réaliste, et a été créé sur mesure pour l'environnement CSSS par Graph Synergie (www.graphsynergie.com). Les flux vidéo représentent huit différents points de vue de caméras de surveillance fictives surplombant un quartier occupé de la ville de Québec dans le cadre d'un événement public. Un total de quatre scénarios d'une durée de huit minutes chacun ont été créés, au cours desquels sont dispersés différents types d'incidents sur les différentes caméras. Trois types

d'incidents représentatifs de la réalité du travail de surveillance peuvent être détectés pendant l'expérience : 1) *lieu connu, nature connue*, où le participant connaît préalablement la nature de l'incident à détecter ainsi que la caméra dans laquelle il se produira; 2) *lieu inconnu, nature connue*, où le participant connaît préalablement la nature de l'incident à détecter mais ne sait pas dans quelle caméra il se produira et; 3) *lieu inconnu, nature inconnue*, où le participant ne connaît ni la nature de l'incident, ni la caméra dans laquelle il se produira. Une liste complète des incidents à détecter se trouve en Annexe A.

Afin de diviser les tâches dans la condition spatiale, chaque participant se voit assigner un groupe de caméras (caméras 1 à 4 ou caméras 5 à 8) et reçoit l'instruction de les afficher dans les cases du haut ou du bas. Dans la condition de division des tâches par objectif, l'un des deux participants reçoit l'instruction de porter une attention particulière aux incidents *lieu inconnu, nature connue*, listés sous l'onglet Renseignements de l'interface, alors que son coéquipier reçoit l'instruction de surveiller les incidents *lieu inconnu, nature inconnue*. Les incidents *lieu connu, nature connue*, listés sous l'onglet Rappels de l'interface, sont assignés aux deux participants autant dans la condition de division spatiale que par objectifs. Cette dernière catégorie d'incident, où le lieu de l'incident est connu, n'a pas été divisé entre les coéquipiers puisqu'il relève d'une stratégie similaire à la division spatiale en identifiant certaines caméras où les participants s'attendent à observer un incident, ce qui aurait pu biaiser les données du groupe de division par objectifs. Dans le groupe contrôle, le participant ne reçoit aucune instruction supplémentaire quant au type d'incident à rechercher et assume seul l'ensemble de la tâche de surveillance.

3.4 Procédure

Les différentes étapes de l'expérimentation sont illustrées dans la Figure 4. Après avoir été recrutés, les participants sont jumelés en équipe de deux. Chaque participant est installé à un poste de travail composé de 2 écrans ACL, d'un clavier et d'une souris. Chaque participant donne son consentement libre et éclairé (Annexe B) avant de débiter l'expérience. Un tutoriel interactif d'une durée d'environ 30 minutes permet de familiariser les participants à l'interface et de transmettre les informations nécessaires à la complétion de la tâche de surveillance. Des exercices sont ensuite complétés afin de vérifier leur compréhension avant

le début de la simulation. À la fin du tutoriel, une vidéo de mise en contexte est présentée afin d'augmenter l'engagement des participants envers la tâche de surveillance. Cette mise en contexte d'une durée d'une minute et 48 secondes montre un officier fictif du Service de police de la ville de Québec expliquant la mission, le contexte, ainsi que différents d'incidents précis à surveiller.

Dans les conditions en équipe, des instructions précises sur la division des tâches sont d'abord distribuées aux participants. Dans la condition spatiale, un participant se voit affecté à la surveillance des caméras 1 à 4, qu'il peut afficher dans les cases du haut. Son coéquipier est alors affecté aux caméras 5 à 8, qu'il peut afficher dans les cases du bas. Les caméras, les cases ainsi que la position du participant sont contrebalancées entre les équipes afin d'éviter tout biais. Dans la condition de division des tâches selon les objectifs, un participant reçoit l'instruction de porter une attention particulière aux incidents mentionnés sous l'onglet Renseignements, alors que l'autre participant reçoit l'instruction de surveiller tout autre incident non mentionné qu'il juge critique. Dans les deux conditions, les deux participants sont chargés de détecter les incidents mentionnés dans la capsule de mise en contexte, répétés sous l'onglet Rappel. La communication est également encouragée par l'expérimentateur dès le tutoriel et lors des instructions de division des tâches. Les participants sont en mesure de se voir et de s'entendre². Dans la condition contrôle, le participant assume seul l'ensemble de la tâche de surveillance. L'interface de surveillance est ensuite rendue disponible sur les postes des participants et la simulation peut débuter.

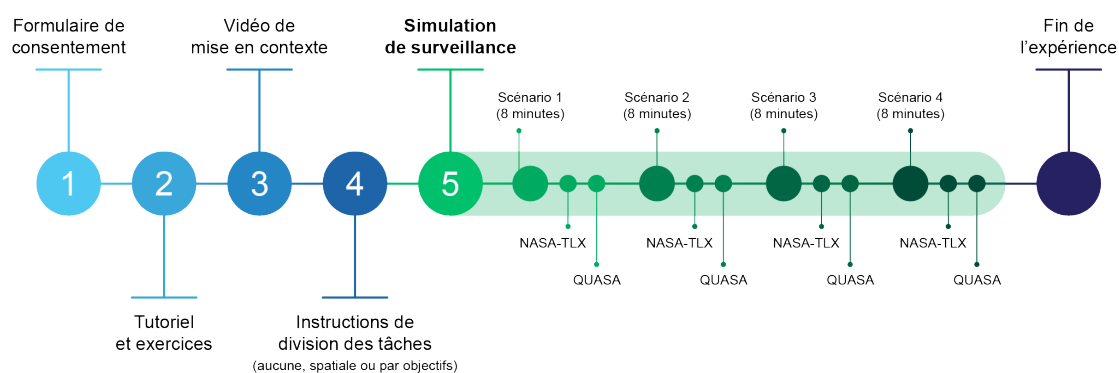
La simulation se découpe en quatre scénarios de huit minutes chacun. Durant un scénario, les participants effectuent un balayage visuel des caméras disponibles afin de repérer tout incident critique qui pourrait poser problème pour la sécurité. Un total de huit caméras sont disponibles pour l'affichage, cependant seulement six caméras peuvent être affichées à la fois. Les participants doivent donc alterner l'affichage des caméras en sélectionnant ou en désélectionnant le flux vidéo désiré dans la liste des caméras. Lorsqu'un incident est détecté, le participant doit, dans la zone de rapport d'incident, sélectionner la

² Un écran plexiglas a dû être placé entre les participants adjacents pour des raisons sanitaires dues à la COVID19. Toutefois, l'écran n'empêchait aucunement la communication entre les participants.

caméra dans laquelle il a observé ledit incident. Une échelle de sévérité de 1 à 3 sera ensuite rendue disponible, où le participant doit sélectionner le niveau de sévérité jugé de l'incident observé. Enfin, un menu déroulant sera rendu disponible afin que le participant catégorise la nature de l'incident observé, avant d'accéder au bouton « Envoyer au répartiteur ». À la fin du scénario, deux questionnaires sont présentés aux participants avant le début du scénario suivant. Un total de quatre scénarios sont complétés par les participants avant la fin de la simulation et sont contrebalancés entre les équipes afin d'éviter tout biais dû à la fatigue ou à l'apprentissage.

Figure 4

Étapes de l'expérimentation



3.5 Mesures

3.5.1 Détection d'incidents

Nombre de détections correctes. Cette mesure de performance est obtenue en comptant le nombre total d'incidents rapportés correctement par les participants. Un total de 21 incidents ont été présentés durant l'étude. Pour qu'un incident correctement détecté soit considéré comme tel, il faut que la caméra sur laquelle il se produit soit affichée, que la bonne catégorie d'incident ait été sélectionnée et que le bouton « Envoyer au répartiteur » ait été cliqué. Dans les conditions de division spatiale et par objectifs, le nombre de détections

correctes des deux coéquipiers a été combiné pour obtenir un score d'équipe. Ainsi, le score de l'équipe correspond à la somme des taux individuels des deux coéquipiers. Un exemple de combinaison des détections est présenté dans le Tableau 1. Dans le cas où les deux participants d'une même équipe auraient rapporté le même incident, un seul des deux rapports est comptabilisé.

Tableau 1

Exemple de combinaison du nombre de détections correctes au sein d'une équipe

Membre de l'équipe	Numéro d'incident								
	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	*	*				*		*	
2			*				*	*	
Total de détections comptabilisées	1	1	1	0	0	1	1	1	0

* = Détection correcte

Temps de détection. Le temps de détection moyen est obtenu en calculant le temps écoulé entre le début de l'incident sur les caméras et la sélection correcte de la caméra dans le rapport d'incident. Un jeu de cinq secondes suivant la fin de l'incident est ajouté au critère de détection correcte afin de prendre en compte le temps de sélectionner la bonne caméra dans le rapport d'incident et ainsi permettre une détection tardive. Dans les conditions de division spatiale et par objectifs, le temps de détection moyen de l'équipe correspond à la moyenne des temps de détection individuels des deux coéquipiers. Dans le cas où les deux participants d'une même équipe auraient rapporté le même incident, un seul rapport, le plus rapide, est conservé.

Fausses alarmes. Les fausses alarmes correspondent aux détections incorrectes et sont considérées comme telles lorsqu'un participant rapporte un incident qui n'a pas été scénarisé. Par exemple, un incident qui a été classé dans la mauvaise catégorie ou qui a été rapporté plus de cinq secondes suivant la fin de celui-ci est considéré comme une fausse alarme. Dans les conditions de division spatiale et par objectifs, la somme des fausses alarmes de chaque coéquipier au sein d'une équipe a été comptabilisée comme score d'équipe.

3.5.2 Charge mentale

Afin d'évaluer l'impact au niveau cognitif de la tâche, une version traduite et validée (Cegarra & Morgado, 2009) du questionnaire NASA-TLX (Hart & Staveland, 1988) visant à mesurer le niveau autorapporté de la charge mentale perçue est administrée à la fin de chaque scénario. L'outil de mesure NASA-TLX permet d'estimer la charge mentale selon six dimensions : l'exigence mentale, l'exigence physique, l'exigence temporelle, l'effort, la performance ainsi que la frustration (voir Annexe C). Dans les conditions de division spatiale et par objectifs, la charge mentale de l'équipe correspond à la moyenne des scores de chaque coéquipier. De plus, une version modifiée du questionnaire NASA-TLX a été administrée visant à évaluer la charge mentale perçue de son coéquipier. Ainsi, chaque participant devait estimer le niveau de charge mentale vécue par son coéquipier durant la tâche, et ce, selon les mêmes six dimensions que pour la version d'autoévaluation. Pour chaque équipe, le score de similarité correspond au score absolu de différence entre le score autorapporté et le score perçu par le coéquipier afin de déterminer un degré d'accord entre les membres de l'équipe. Afin de faciliter l'interprétation des résultats, ce score a ensuite été divisé par l'écart maximal possible entre les participants afin d'en connaître la proportion, puis inversé afin qu'un score de similarité de zéro (0) corresponde à un désaccord total et qu'un score de similarité de un (1) corresponde à un accord total entre les deux coéquipiers. L'Équation 1 illustre le calcul employé pour le score de similarité.

$$\text{Score de similarité} = 1 - \left(\frac{|\text{Score autorapporté} - \text{Score perçu par le coéquipier}|}{\text{Écart maximal possible}} \right) \quad (1)$$

Toutefois, concernant l'analyse des dimensions du questionnaire NASA-TLX, il a été relevé par Helton, Funke et Knott (2014) que malgré la pratique courante d'effectuer la moyenne de chaque dimension pour obtenir un score global, des problèmes demeurent quant aux dimensions de performance et de frustration. En effet, dans le cas de la dimension de la performance, la mesure tend plutôt à évaluer une perception de succès, ce qui diffère de l'évaluation de l'effort cognitif (Bailey & Thompson, 2001). Il a été montré par Fischhoff, Slovic et Lichtenstein (1977) que l'estimation du succès peut être influencée par la difficulté

de la tâche, les participants ayant tendance à surestimer leurs performances lors de tâches difficiles et à sous-estimer leurs performances lors de tâches plus faciles. Ceci suggère que cette estimation ne correspond pas nécessairement à l'estimation de l'effort cognitif, comme c'est le cas pour les dimensions de l'exigence mentale, l'exigence physique, l'exigence temporelle et l'effort du questionnaire NASA-TLX. Similairement, pour la dimension de la frustration, la mesure évalue quant à elle une émotion vécue au courant de la tâche et il est avancé que cette dimension s'apparente davantage à une mesure subjective de stress que de charge mentale (Helton, Matthews & Warm, 2009; Helton et al., 2004; Helton, Shaw, Warm, Matthews & Hancock, 2008). Pour ces raisons, les dimensions de performance et de frustration ont donc été retirées des analyses de la charge mentale.

3.5.3 Conscience de la situation

Afin de mesurer le niveau de conscience de la situation, chaque participant remplit un questionnaire QUASA (Edgar et al, 2003) à la fin de chaque scénario. Ce questionnaire informatisé est composé de quatre questions à réponse binaire (vrai / faux), portant sur des détails que le participant aurait pu observer lors de l'expérience, visant ainsi à évaluer l'exactitude de sa représentation mentale de la situation. Puisque chaque participant complète au final quatre scénarios, un total de 16 questions sont compilées et le taux de bonnes réponses est calculé en divisant le nombre de bonnes réponses obtenues par le nombre total de questions. Pour les conditions d'équipe, le score d'équipe est calculé en combinant les bonnes réponses des deux coéquipiers selon une logique de disjonction non exclusive. Le Tableau 2 illustre la table de vérité d'une disjonction telle qu'utilisée pour le calcul du taux de bonnes réponses obtenues au QUASA.

Tableau 2

Table de vérité d'une disjonction

1	2	1 ∨ 2
vrai	vrai	vrai
vrai	faux	vrai
faux	vrai	vrai
faux	faux	faux

De plus, chaque question est accompagnée d'une échelle allant de 0 à 4 de type Likert où le participant doit estimer son niveau de certitude envers la réponse donnée. Cette donnée, divisée par le plus haut score possible sur l'échelle (4), permet d'obtenir une proportion de la certitude. Pour les conditions d'équipe, la moyenne des données obtenues par les deux participants a été calculée afin d'obtenir un score d'équipe. Enfin, le taux de bonnes réponses soustrait à la proportion de la certitude permet également d'obtenir un score de calibration. Ce score donne un indice sur la capacité à estimer sa propre conscience de la situation. Une version non informatisée du questionnaire QUASA se trouve en Annexe D.

4. Résultats

Dans le but d'examiner l'impact du travail d'équipe et de la division des tâches sur le travail de surveillance, les trois facteurs de performance relevés ont été analysés : la détection d'incidents, la charge mentale et la conscience de la situation. Les trois conditions expérimentales à l'étude sont nommées dans cette section comme les conditions Seul (aucun travail d'équipe), Spatiale (division des tâches de manière spatiale) et Objectifs (division des tâches par objectifs).

4.1 Devis et analyses

Pour chaque facteur de performance, une analyse de variance (ANOVA) à plan simple a été conduite afin de déterminer si la performance varie en fonction de la condition (Seul, Spatiale ou Objectifs). Cependant, pour répondre plus spécifiquement à la première question de recherche qui vise à déterminer si la performance varie entre le travail individuel et le travail d'équipe et ce, peu importe la stratégie de division des tâches, les données des conditions Spatiale et Objectifs ont été combinées en une seule condition (Équipe), pour être ensuite comparées à la condition Seul à l'aide d'un test t pour échantillons indépendants. Cette méthode a été employée pour toutes les analyses, à l'exception de l'analyse de la charge mentale. Considérant que la mesure de la charge mentale se divise en quatre dimensions (exigence mentale, exigence physique, exigence temporelle, effort), l'ANOVA à plan simple a été remplacée par une ANOVA à plan mixte spécifiquement pour cette mesure afin d'éviter l'amplification de l'erreur alpha. Le seuil de signification a été fixé à 0.05 pour l'ensemble des analyses et elles ont été réalisées à l'aide du logiciel de traitement statistique R. Les tests de Levene conduits pour chaque analyse ont révélé que le postulat d'homogénéité des variances est respecté dans tous les cas, $p > .077$.

4.2 Détection d'incidents

La détection d'incidents se décline en trois mesures, soit le nombre de détections correctes, le nombre de fausses alarmes et le temps de détection moyen.

4.2.1 Nombre de détections correctes

Les statistiques descriptives du nombre de détections correctes sont présentées dans le Tableau 3. L'ANOVA effectuée sur le nombre de détections correctes n'a révélé aucune différence significative entre les conditions Seul, Spatiale et Objectifs, mais l'analyse se situe tout près du seuil de signification, $F(2, 153) = 2.99$, $p = .053$, $\eta_p^2 = .038$. Toutefois, les résultats du test t sur le nombre de détections correctes entre les conditions Seul et Équipe indiquent que la condition Équipe a obtenu un taux de détection significativement supérieur à la condition Seul, $t(154) = -2.45$, $p = .015$, $d = 0.519$. En effet, les équipes ont rapporté plus d'incidents (en moyenne 25.97% des incidents présentés) que les participants qui ont réalisé la tâche individuellement (en moyenne 20.41% des incidents présentés).

Tableau 3

Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées au nombre de détections correctes selon la condition expérimentale

Condition	n	M	ES
Seul	129	4.287	0.193
Équipe	27	5.444	0.463
Spatiale	14	5.500	0.653
Objectifs	13	5.385	0.684

Note. La condition Équipe correspond à la combinaison des données des conditions Spatiale et Objectifs.

4.2.2 Fausses alarmes

Les statistiques descriptives du nombre de fausses alarmes en fonction de la condition expérimentale sont présentées dans le Tableau 4. L'ANOVA effectuée sur le nombre de fausses alarmes n'a pas révélé de différence significative entre les conditions Seul, Spatiale et Objectifs, $F(2, 153) = 0.36$, $p = .701$, $\eta_p^2 = .005$. Les résultats du test t sur le nombre de fausses alarmes entre les conditions Seul et Équipe n'indiquent aucune différence significative entre les groupes, $t(154) = -0.79$, $p = .431$, $d = 0.167$. En moyenne, 43.40% des rapports envoyés par les participants de la condition Seul étaient des fausses alarmes, alors

que les équipes ont généré 41.90% de fausses alarmes, la condition Spatiale 42.96%, et la condition Objectifs 40.68%.

Cependant, un regard plus poussé sur les rapports de fausses alarmes a révélé que 25,28% des fausses alarmes rapportés par les participants, toutes conditions confondues, correspondaient à un rapport de flânage. Au total, 49 différents types d'incidents pouvaient être envoyés par les participants, le flânage en étant qu'un seul parmi ceux-ci. En effet, puisque les flux vidéo ont été réalisés dans un environnement numérique en trois dimensions, les comportements des personnages à l'écran ne répliquent pas parfaitement les mouvements humains et il est possible qu'ils aient été perçus comme étant en train de flâner alors qu'en réalité, il s'agit d'une limite de l'animation vidéo. Il est plus probable que la forte proportion de rapports de flânage indique un biais dû au design de l'expérience plutôt qu'à un effet réel.

Le flânage n'étant lié à aucune détection correcte, de nouvelles analyses sur les nombres de fausses alarmes ont été réalisées en excluant tous les rapports de flânage. Les résultats sont similaires, c'est-à-dire qu'aucune différence significative n'a été détectée grâce à l'ANOVA, $F(2, 153) = 0.75, p = .477, \eta_p^2 = .010$, ni entre les conditions Seul et Équipe grâce au test $t, t(154) = -1.22, p = .223, d = 0.259$.

Tableau 4

Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées nombre de fausses alarmes selon la condition expérimentale

Condition	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>ES</i>
Tous les rapports			
Seul	129	3.287	0.310
Équipe	27	3.926	0.971
Spatiale	14	4.143	1.637
Objectifs	13	3.692	1.052
Rapports de flânage exclus			
Seul	129	2.411	0.236
Équipe	27	3.148	0.683
Spatiale	14	3.143	0.971
Objectifs	13	3.154	0.999

Note. La condition Équipe correspond à la combinaison des données des conditions Spatiale et Objectifs.

4.2.3 Temps de détection

Les statistiques descriptives associées au temps de détection en fonction des conditions expérimentales sont présentées dans le Tableau 5. L'ANOVA effectuée sur le temps de détection moyen n'a pas relevé de différence significative entre les conditions Seul, Spatiale et Objectifs, $F(2, 153) = 0.004$, $p = .996$, $\eta_p^2 < .001$. Les résultats du test t sur le temps de détection moyen n'indiquent également aucune différence significative entre les conditions Seul et Équipe, $t(154) = -0.08$, $p = .934$, $d = 0.018$.

Tableau 5

Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées au temps de détection moyen (en secondes) selon la condition expérimentale

Condition	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>ES</i>
Seul	129	35.560	1.167
Équipe	27	35.784	1.937
Spatiale	14	35.889	2.895
Objectifs	13	35.672	2.665

Note. La condition Équipe correspond à la combinaison des données des conditions Spatiale et Objectifs.

4.3 Charge mentale

La charge mentale s'est déclinée en deux mesures, soit le score obtenu à la portion « autoévaluation » du questionnaire NASA-TLX et le score de similarité, c'est-à-dire la différence entre le score obtenu à la portion « autoévaluation » et le score attribué par le coéquipier à la portion « évaluation du coéquipier » du questionnaire. Pour chaque mesure, une ANOVA à plan mixte a été conduite afin de déterminer si les groupes ont rapporté des scores différents en fonction des quatre dimensions de la charge mentale à l'étude, soit l'exigence mentale, l'exigence physique, l'exigence temporelle et l'effort. De plus, afin de répondre plus spécifiquement à la première hypothèse, un test t pour échantillons indépendants a été effectué entre les conditions Seul et Équipe pour la mesure d'autoévaluation de la charge mentale.

4.3.1 Autoévaluation de la charge mentale

Les statistiques descriptives sont rapportées dans le Tableau 6 et les résultats de l'analyse de l'autoévaluation de la charge mentale sont illustrés dans la Figure 5.

Tableau 6

Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées aux scores autorapportés au NASA-TLX selon la condition expérimentale et la dimension de la charge mentale

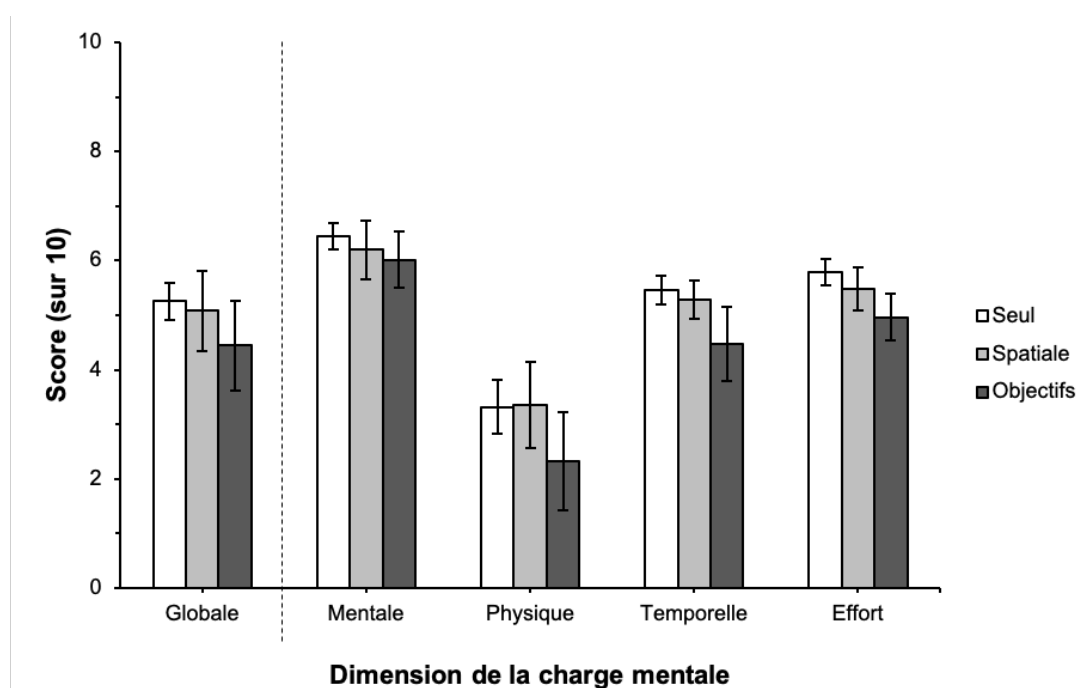
Condition	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>ES</i>
Score global			
Seul	129	5.256	0.123
Équipe	27	4.773	0.220
Spatiale	28	5.080	0.255
Objectifs	26	4.442	0.285
Exigence mentale			
Seul	129	6.446	0.142
Équipe	27	6.106	0.239
Spatiale	28	6.196	0.268
Objectifs	26	6.010	0.340
Exigence physique			
Seul	129	3.317	0.188
Équipe	27	2.861	0.284
Spatiale	28	3.357	0.365
Objectifs	26	2.327	0.381
Exigence temporelle			
Seul	129	5.466	0.160
Équipe	27	4.894	0.271
Spatiale	28	5.286	0.292
Objectifs	26	4.471	0.336
Effort			
Seul	129	5.795	0.143
Équipe	27	5.231	0.237
Spatiale	28	5.482	0.277
Objectifs	26	4.962	0.320

Note. La condition Équipe correspond à la combinaison des données des conditions Spatiale et Objectifs.

Une ANOVA à plan mixte 3 (conditions) × 4 (dimensions) a été effectuée afin de déterminer si les groupes ont rapporté des scores différents en fonction des quatre dimensions de la charge mentale à l'étude, soit l'exigence mentale, l'exigence physique, l'exigence temporelle et l'effort. Un test de sphéricité de Mauchly a révélé que le postulat de sphéricité de la matrice de variance et de covariance n'est pas respecté, $p < .001$. La correction Greenhouse-Geisser a donc été utilisée pour cette analyse. Les résultats montrent la présence d'un effet principal de la condition, $F(2, 180) = 3.67, p = .027, \eta_p^2 = .039$, ainsi qu'un effet principal de la dimension, $F(3, 540) = 130.651, p < .001, \eta_p^2 = .421$. L'interaction entre la condition et la dimension n'est pas significative, $F(6, 540) = 0.717, p = .636, \eta_p^2 = .008$.

Figure 5

Scores obtenus (sur 10) au NASA-TLX autorapporté pour chaque condition en fonction de la dimension



Note. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95% intra-groupe avec la méthode de Cousineau-Morey (Cousineau, 2017).

Afin d'analyser l'effet principal de la condition, un test de Tukey (HSD) a révélé que les participants de la condition Objectifs ont rapporté un score global de la charge mentale significativement inférieur à celui rapporté par les participants de la condition Seul ($p = .020$). Aucune différence avec la condition Spatiale n'a été détectée pour la condition Seul ($p = .819$) ni pour la condition Objectifs ($p = .218$). Afin de répondre plus spécifiquement à la première hypothèse, un test t pour échantillons indépendants a été effectué sur le score global entre la condition Seul et Équipe. Le test a révélé que les participants ayant réalisé la tâche individuellement ont fait l'expérience d'une charge mentale significativement plus élevée que les équipes, $t(44.696) = 2.04$, $p = .047$, $d = 0.374$. Cependant, considérant les résultats de l'ANOVA, on observe que la différence détectée par le test t est principalement due à la différence se situant entre les conditions Seul et Objectifs et que l'interprétation de la charge mentale entre les conditions Seul et Équipe doit donc être nuancée. L'effet principal observé sur la dimension n'a pas été approfondi davantage puisqu'il suggère une analyse des différences au sein de l'instrument de mesure en comparant les dimensions entre elles, ce qui va au-delà des questions de recherche ciblées par cette étude.

Bien que l'interaction ne soit pas significative, un test de comparaisons multiples appariées avec correction de Holm a été effectué à des fins exploratoires et les résultats sont rapportés dans le Tableau 7. Les différences significatives détectées indiquent que la charge mentale rapportée était inférieure pour la condition Objectifs lorsque comparée à la condition Seul sur la dimension de l'exigence physique ($p = .028$), de l'exigence temporelle ($p = .009$) et de l'effort ($p = .016$).

4.3.2 Score de similarité

Les statistiques descriptives du score de similarité sont rapportées dans le Tableau 8 et les résultats sont illustrés dans la Figure 6.

Tableau 7

Résultats du test de comparaisons multiples appariées de l'effet principal de la condition sur le score obtenu au NASA-TLX

Comparaison		<i>p</i>
Exigence mentale		
Seul	Spatiale	.455
Seul	Objectif	.206
Spatiale	Objectif	.668
Exigence physique		
Seul	Spatiale	.927
Seul	Objectif	.028 *
Spatiale	Objectif	.071
Exigence temporelle		
Seul	Spatiale	.623
Seul	Objectif	.009 *
Spatiale	Objectif	.091
Effort		
Seul	Spatiale	.350
Seul	Objectif	.016 *
Spatiale	Objectif	.234

* $p < .05$

Tableau 8

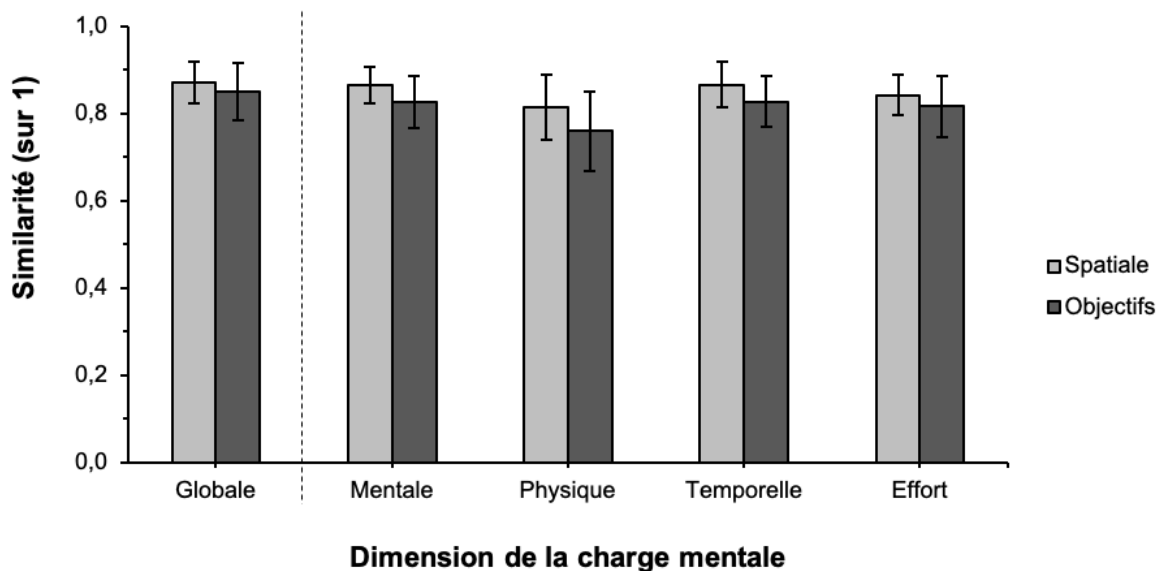
Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées aux scores de similarité selon la condition expérimentale

Condition	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>ES</i>
Score global			
Spatiale	28	0.871	0.016
Objectifs	26	0.851	0.023
Exigence mentale			
Spatiale	28	0.864	0.019
Objectifs	26	0.827	0.019
Exigence physique			
Spatiale	28	0.815	0.024
Objectifs	26	0.760	0.035
Exigence temporelle			
Spatiale	28	0.866	0.023
Objectifs	26	0.828	0.027
Effort			
Spatiale	28	0.843	0.021
Objectifs	26	0.816	0.027

Une ANOVA à plan mixte 2 (conditions) × 4 (dimensions) a été conduite sur le score de similarité entre les conditions Spatiale et Objectifs en fonction des quatre dimensions du NASA-TLX à l'étude. Le test de sphéricité de Mauchly a révélé que le postulat de sphéricité de la matrice de variance et de covariance n'est pas respecté, $p < .001$. La correction Greenhouse-Geisser a donc été utilisée pour cette analyse. Les résultats de l'ANOVA ont montré l'absence d'un effet principal de la condition, $F(1, 52) = 2.92$, $p = .093$, $\eta_p^2 = .053$ et une interaction entre la condition et la dimension non significative, $F(3, 156) = 0.15$, $p = .881$, $\eta_p^2 = .003$. Un effet principal de la dimension a été observé, $F(3, 156) = 3.31$, $p = .034$, $\eta_p^2 = .060$, mais cet effet ne sera pas approfondi davantage puisqu'il suggère l'analyse des différences entre les dimensions de la mesure, ce qui va au-delà des questions de recherche qui ont été ciblées pour cette étude.

Figure 6

Scores de similarité (sur 1) entre les évaluations des deux coéquipiers au NASA-TLX pour chaque condition en fonction de la dimension



Note. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95% intra-groupe avec la méthode de Cousineau-Morey (Cousineau, 2017).

4.4 Conscience de la situation

La conscience de la situation se décline quant à elle en trois mesures, soit le taux de bonnes réponses, la certitude et la calibration. Les statistiques descriptives quant aux trois mesures sont présentées dans le Tableau 9. Un nuage de point représentant la proportion de certitude et le taux de bonnes réponses en fonction des conditions expérimentales est illustré dans la Figure 7, où la ligne diagonale représente une calibration parfaite, c'est-à-dire que le niveau de certitude rapporté correspond exactement à la performance du participant. Les scores qui se trouvent au-dessus de cette diagonale indiquent une sous-estimation de la performance, alors que les scores qui se trouvent sous la diagonale indiquent une surestimation de la performance.

Tableau 9

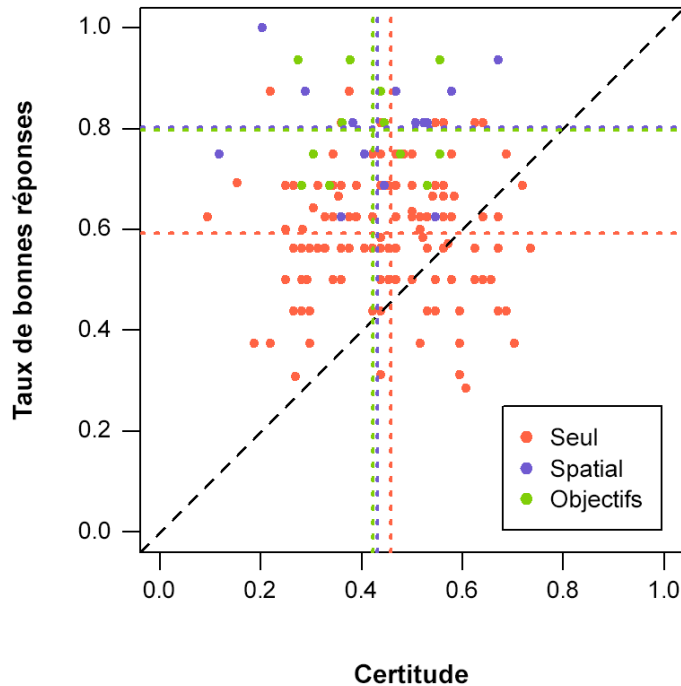
Statistiques descriptives (nombre de participants, moyennes et erreurs standard) associées trois mesures de la conscience de la situation en fonction de la condition expérimentale

Condition	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>ES</i>
Taux de bonnes réponses			
Seul	129	0.593	0.011
Équipe	27	0.801	0.019
Spatiale	14	0.804	0.029
Objectifs	13	0.798	0.027
Certitude			
Seul	129	0.458	0.012
Équipe	27	0.427	0.025
Spatiale	14	0.431	0.040
Objectifs	13	0.422	0.030
Calibration			
Seul	129	-0.135	0.016
Équipe	27	-0.374	0.032
Spatiale	14	-0.373	0.050
Objectifs	13	-0.376	0.041

Note. La condition Équipe correspond à la combinaison des données des conditions Spatiale et Objectifs.

Figure 7

Nuage de points illustrant les scores de calibration au QUASA



Note. Les lignes pointillées verticales et horizontales représentent les moyennes et la ligne pointillée diagonale représente une calibration parfaite.

4.4.1 Taux de bonnes réponses

L'ANOVA effectuée sur le taux de bonnes réponses obtenu au questionnaire QUASA entre les conditions Seul, Spatiale et Objectifs a révélé la présence d'au moins une différence significative, $F(2, 151) = 31.79$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .296$. En effet, un test de comparaisons multiples appariées a révélé que les participants qui ont réalisé la tâche individuellement ont obtenu un score significativement inférieur aux participants de la condition Spatiale et aux participants de la conditions Objectifs, $p < .001$ et $p < .001$, respectivement. Aucune différence n'a été relevée entre les conditions Spatiale et Objectifs, $p = .908$. Les résultats du test t sur le taux de bonnes réponses entre la condition Seul et la condition Équipe a révélé la présence d'une différence significative, $t(152) = -8.00$, $p < .001$, $d = 1.695$, les équipes ayant obtenu un score supérieur.

4.4.2 Certitude

L'ANOVA effectuée sur la proportion de certitude n'a révélé aucune différence significative entre les conditions Seul, Spatiale et Objectifs, $F(2, 151) = 0.62$, $p = .541$, $\eta_p^2 = .008$. Similairement, le test t effectué sur la proportion de certitude entre la condition Seul et la condition Équipe est non significatif, $t(152) = 1.10$, $p = .272$, $d = 0.234$.

4.4.3 Calibration

Au moins une différence significative a été détectée par l'ANOVA quant au score de calibration entre les conditions Seul, Spatiale et Objectifs, $F(2, 151) = 19.39$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .204$. Un test de comparaisons multiples appariées a révélé que les participants des conditions Spatiale et Objectifs avaient tendance à sous-estimer davantage leur conscience de la situation que les participants ayant réalisé la tâche individuellement, $p < .001$ et $p < .001$, respectivement. Aucune différence n'a été observée entre les conditions Spatiale et Objectifs, $p = .965$. Dans le même sens, le test t effectué entre les conditions Seul et Équipe a révélé que les équipes sous-estimaient davantage leurs performances que les participants ayant réalisé la tâche individuellement, $t(152) = 6.25$, $p < .001$, $d = 1.324$.

5. Discussion

Bien que le travail d'équipe fasse partie intégrante de la réalité d'aujourd'hui dans une variété de domaines, il a été relevé que le travail d'équipe n'est pas pratiqué de façon systématique et structurée en contexte de vidéosurveillance (Gill et al., 2005). Pourtant, le travail de surveillance vidéo joue un rôle important en sécurité publique (Gill & Spriggs, 2005; Piza et al, 2019). Considérant les bénéfices sur la performance qu'apporte le travail d'équipe dans une variété de domaines, la présente étude visait dans un premier temps à évaluer l'impact du travail d'équipe sur la performance dans un contexte de vidéosurveillance. Dans un deuxième temps, la présente étude visait à comparer deux stratégies de division des tâches au sein d'équipes de deux coéquipiers afin de déterminer si l'une ou l'autre offre un avantage quant à la performance. Pour ce faire, une étude expérimentale a été conduite au sein du micromonde CSSS (Vachon et al., 2016) qui vise à simuler un environnement réaliste de salle de contrôle. Les participants étaient appelés à compléter une tâche de vidéosurveillance au cours de laquelle ils devaient détecter des incidents qui pouvaient mettre en danger la sécurité du public. Trois facteurs de performance ont été considérés pour cette étude, soit la détection d'incidents, la charge mentale ainsi que la conscience de la situation.

La présente étude a permis d'appuyer partiellement la première hypothèse, selon laquelle les équipes sont plus performantes que les surveillants seuls dans le cadre d'une tâche de vidéosurveillance. En effet, lorsque comparées aux participants ayant réalisé la tâche individuellement, les équipes ont détecté un nombre d'incidents supérieur, ont réussi à construire une meilleure conscience de la situation et ont fait l'expérience générale d'une charge mentale allégée. Toutefois, l'interprétation de ce dernier résultat doit être nuancé en fonction de la deuxième hypothèse. Enfin, les résultats de la présente étude n'arrivent pas à appuyer la première hypothèse quant à un temps de détection plus rapide et à un nombre de fausses alarmes inférieur chez les équipes.

La présente étude n'a cependant pas été en mesure de vérifier la deuxième hypothèse, selon laquelle une stratégie de division des tâches de manière spatiale serait plus efficace

qu'une division des tâches par objectifs quant à la performance. Toutefois, lorsque comparée aux participants ayant réalisé la tâche individuellement, c'est la stratégie de division des tâches par objectifs qui a rapporté la charge mentale la moins élevée.

5.1 Contributions théoriques et pratiques

5.1.1 Avantage de l'équipe

La première hypothèse visait à déterminer si les équipes ont pu démontrer une performance supérieure aux surveillants ayant réalisé la tâche individuellement. Sur le plan de la détection d'incidents, les résultats ont révélé que les équipes de la présente étude ont effectivement rapporté un nombre supérieur d'incidents (25.97%) que les participants ayant réalisé la tâche de manière individuelle (20.41%), ce qui appuie partiellement la première hypothèse ainsi que le bénéfice du travail d'équipe rapporté par DeChurch et Mesmer-Magnus (2010). De plus, l'avantage des équipes observé dans cette étude est soutenu par les conclusions de Brennan et ses collaborateurs (2008) ainsi que Niehorster et ses collaborateurs (2019) qui ont également conduit leurs expériences dans le cadre de tâches de recherche visuelle. Considérant que la présente étude a été réalisée grâce à un micromonde dans un contexte plus écologique et réaliste que les tâches de recherche visuelle de Brennan et Niehorster et leurs collaborateurs, il est possible d'avancer que le bénéfice de l'équipe quant au taux de détection s'étend également au contexte de vidéosurveillance.

Toujours sur le plan de la détection d'incidents, il était attendu que le nombre de fausses alarmes soit inférieur dans un contexte collaboratif lorsque comparé à un contexte individuel, tout comme le soutient la théorie de Green et Swets (1966) basée sur la théorie de détection du signal. Les résultats de la présente étude ont montré que le nombre de fausses alarmes était similaire entre les équipes et les participants seuls, ce qui n'arrive pas à appuyer la première hypothèse. Bien que le travail d'équipe n'ait pas apporté de réduction du nombre de fausses alarmes, le fait qu'elles aient été similaires demeure un résultat intéressant. Une hypothèse alternative quant au nombre de fausses alarmes avance qu'il existe un lien entre le taux de détection correcte et le nombre de fausses alarmes rapporté, tous deux suivant un patron similaire (Marois, Hodgetts, Chamberland, Williot & Tremblay, 2020; Tanner &

Swets, 1954). Selon cette théorie, un nombre supérieur de détections correctes pourrait présager un nombre supérieur de fausses alarmes supérieur. Ainsi, le fait qu'elles n'aient pas augmenté pour les équipes malgré un taux de détection supérieur suggère un potentiel avantage des équipes. De la recherche supplémentaire à ce sujet serait nécessaire afin d'approfondir l'impact du travail d'équipe sur le nombre de fausses alarmes et leur relation avec le nombre de détections correctes.

Enfin, le temps de réponse est également un aspect de la détection d'incident qui est étroitement lié à la performance lors de la recherche visuelle et du travail de surveillance. Considérant l'avantage des équipes observé dans les études en recherche visuelle de Brennan et Ens (2015) et de Niehorster et ses collaborateurs (2019), il était attendu que le temps de détection en équipe soit plus rapide. Cet effet n'a pas été observé dans cette étude puisque les équipes et les participants seuls ont rapporté des temps de détection similaires. Néanmoins, il est possible que le temps de détection fût plus rapide en équipe qu'en travail individuel comme l'avancent les écrits scientifiques, mais que cet effet n'a pas été détecté en raison d'une confirmation entre les coéquipiers et d'échanges communicationnels avant de procéder au rapport. Dans cette étude, le critère du temps de détection était basé sur le premier clic de souris correspondant à l'envoi du rapport d'incident, ce qui introduit nécessairement un délai entre le moment réel où l'incident a été détecté et le moment où le rapport a été débuté. Ainsi, il est possible qu'en équipe, un participant ait voulu confirmer avec son coéquipier qu'il s'agit bien d'un incident et que le déplacement conjoint de l'attention des deux coéquipiers sur cet incident jumelé aux communications liées à cette confirmation ait provoqué un délai supplémentaire avant le début du rapport d'incident. Une analyse des échanges communicationnels permettrait de vérifier s'il y a effectivement eu une confirmation au sein de l'équipe avant de procéder au rapport, alors que l'étude des mouvements oculaires procurerait un indice plus précis quant au moment réel où l'incident a été détecté, ainsi que la durée du délai potentiellement causé par un déplacement conjoint de l'attention.

Concernant la charge mentale vécue par les équipes, il était attendu qu'elle soit inférieure lorsque comparée aux participants ayant complété la tâche individuellement, tel qu'observé par Brennan et Ens (2015). Selon ces derniers, la charge mentale dans un contexte

collaboratif serait répartie équitablement entre les coéquipiers, causant ainsi une charge mentale individuelle inférieure. De plus, Tremblay et ses collaborateurs (2012) avancent que les équipes sont moins vulnérables aux interruptions, ce qui pourrait potentiellement contribuer à une réduction de la charge mentale en équipe. Les analyses effectuées dans la présente permettent d'appuyer cette hypothèse, mais un regard plus approfondi quant aux différentes stratégies de division des tâches grâce à la deuxième hypothèse a permis d'observer un apport différent des équipes selon la stratégie. Dans l'analyse de la première hypothèse, les deux stratégies de division des tâches sont combinées et moyennées sous une même condition, soit celle d'équipe. Considérant que les deux stratégies de division des tâches à l'étude ont eu un impact différent sur la charge mentale lorsque comparée au travail individuel, il est possible que la combinaison des deux conditions pour créer la condition d'équipe ait atténué l'effet réel. Il serait donc plus juste d'avancer que le travail d'équipe offre un avantage sur la charge mentale considérant une stratégie de division des tâches efficace.

Enfin, le dernier facteur de performance à l'étude pour la première hypothèse consistait à vérifier si les équipes étaient en mesure d'établir une meilleure conscience de la situation que les participants ayant réalisé la tâche individuellement. En accord avec Kiekel et ses collaborateurs (2004), il était attendu que les équipes fassent preuve d'une meilleure conscience de la situation. Les résultats ont montré que les équipes avaient effectivement eu un taux de bonnes réponses au questionnaire QUASA supérieur à celui des participants ayant réalisé la tâche individuellement. Toutefois, il faut considérer que le questionnaire QUASA est de nature individuelle et qu'il a été rempli individuellement par chaque coéquipier. Or, le score calculé pour les équipes consistait à combiner les bonnes réponses des deux coéquipiers selon une logique de disjonction non exclusive pour obtenir un taux de bonnes réponses pour une même tâche. Selon cette logique, les équipes avaient trois chances sur quatre d'obtenir une bonne réponse, alors que les participants seuls avaient seulement une chance sur deux d'obtenir une bonne réponse. Il est donc possible que la combinaison des résultats de la mesure individuelle du QUASA pour le score d'équipe ait gonflé l'effet observé dans cette étude. En ce qui concerne l'étude de la conscience de la situation au niveau de l'équipe, l'agrégation des résultats individuels est une pratique courante (Cooke, Salas Cannon-

Bowers & Stout, 2000; DeChurch & Mesmer-Magnus, 2010), mais il est également avancé qu'au-delà de cette simple agrégation, un outil de mesure efficace demeure toujours à développer (Funke, Knott, Salas, Pavlas, & Strang, 2012; Wildman et al., 2014). Avec du recul, une meilleure manière d'obtenir une donnée d'équipe pour le questionnaire QUASA aurait été de permettre aux coéquipiers de collaborer pour répondre au questionnaire. Ainsi, en plus de la conscience de la situation individuelle de chaque coéquipier, il aurait peut-être été possible de mieux isoler l'avantage lié à la conscience de la situation partagée telle que rapportée par Endsley (2015), alors que les données de la présente étude rapportent plutôt une donnée individuelle de la conscience de la situation. Cette méthode aurait également permis d'obtenir une donnée de certitude d'équipe plus précise que la moyenne des résultats individuels.

5.1.2 Division des tâches

La deuxième hypothèse visait à vérifier si une stratégie de division des tâches, parmi une division spatiale ou une division par objectifs, permettait une performance supérieure à l'autre. Concernant la détection d'incidents, il était attendu que les participants qui ont divisé les tâches de manière spatiale détecteraient plus d'incidents et rapporteraient moins de fausses alarmes, en accord avec la théorie de Green & Swets (1966). Il n'a pas été possible d'observer ces effets dans cette étude puisque le taux de détection et le nombre de fausses alarmes rapportées fût similaire entre les deux stratégies de division des tâches. Cependant, la petite taille d'échantillon des équipes ainsi qu'un potentiel manque de puissance des analyses ne nous permettent pas de conclure qu'il n'y avait réellement aucune différence entre les conditions. Des recherches supplémentaires avec un échantillon plus grand permettraient de mieux aborder la comparaison des deux stratégies de division des tâches.

D'autre part, l'un des arguments évoqués en introduction quant à l'avantage de la division spatiale sur la division par objectifs était que la division spatiale offre un ratio de caméras par opérateur inférieur à la division par objectifs. Tickner et Poulton (1973), dans une étude de surveillance de caméras de prison, ont observé que la précision de détection était inférieure lorsque le nombre de caméras à surveiller était élevé. Toutefois, cet effet était notable lorsque le nombre de caméras augmentait de quatre à seize caméras, mais l'effet n'a

pas pu être observé lorsque le nombre de caméras augmentait de quatre à neuf caméras. Puisque la présente expérience offrait un total de huit caméras à surveiller et que la division spatiale permettait de réduire le nombre de caméras par opérateur à quatre, il est possible que cette réduction n'ait pas été assez grande pour générer un effet.

Dans le même ordre d'idées, il était également attendu que les équipes qui ont divisé les tâches de manière spatiale détectent les incidents plus rapidement que les équipes qui ont divisé les tâches par objectifs, tout comme l'ont observé Rousselet et ses collaborateurs (2004) ainsi que Stainer et ses collaborateurs (2017). Les résultats ont montré que les deux stratégies de division des tâches ont rapporté des temps de détection similaires. Tout comme pour le taux de détection, il est possible que la différence des ratios de caméras par opérateurs des deux stratégies n'était pas suffisamment grande pour provoquer des temps de détection différents entre les deux stratégies (Tickner & Poulton, 1973). Le fait qu'aucune différence n'ait été observée pourrait également suggérer que le temps de détection est moins fortement lié au nombre de caméras qu'il ne l'est au contenu de la scène visuelle. En effet, il est connu que le nombre de distracteurs est fortement corrélé au temps de réponse dans le cadre de tâches de recherche visuelle (Wolfe, 1998) et que le temps de détection d'un changement dans une scène visuelle augmente en fonction du nombre d'items dans la scène visuelle (Bravo & Farid, 2004; Rensink, 2000; Wilken & Ma, 2004; Wright, Green & Baker, 2000). Ce phénomène a également été relevé avec des scènes visuelles naturelles, c'est-à-dire des scènes représentant des objets réels (Beck, Levin & Angelone, 2007; Zelinsky, 2001) ainsi qu'avec des scènes visuelles réalistes de la complexité du monde réel (Asher, Tolhurst, Troscianko & Gilchrist, 2013; Neider & Zelinsky, 2008, 2010; Rosenholtz, Li & Nakano, 2007). Ainsi, puisque la quantité d'information à traiter dans chaque caméra était similaire dans les deux groupes, il est possible que la réduction du nombre de caméras à surveiller par opérateur offerte par la division spatiale n'ait pas eu d'impact sur la rapidité de détection.

En revanche, concernant la charge mentale autorapportée, les résultats semblent suggérer qu'elle ait été vécue différemment selon la stratégie de division des tâches. Il était attendu qu'une stratégie de division spatiale des tâches provoque une charge mentale inférieure lorsque comparée à la stratégie de division des tâches par objectifs. Cette hypothèse était basée sur l'étude de Brennan et Ens (2015), qui suggère qu'une répartition

équitable de la quantité d'information à traiter permettrait de répartir également la charge mentale entre les coéquipiers. Ainsi, la stratégie de division spatiale, permettant un ratio de caméras par opérateurs de quatre comparativement à un ratio de caméras par opérateur de huit dans le cas de la division par objectifs, présageait une charge mentale inférieure. Toutefois, les résultats montrent que c'est la stratégie de division des tâches par objectifs qui a provoqué la charge mentale la plus basse, en étant significativement différente de la charge mentale rapportée par les participants ayant réalisé la tâche seule. Bien qu'aucune différence significative n'ait été détectée entre les stratégies de division spatiale et de division par objectifs, la Figure 5 présentée plus tôt illustre bien que la charge mentale vécue par les participants de la condition Spatiale s'apparente davantage à celle vécue par les participants de la condition Seul que par celle vécue par les participants de la condition Objectifs.

Ces résultats sont surprenants puisqu'ils vont à l'encontre de ce qui était attendu pour la deuxième hypothèse. Toutefois, ces résultats pourraient possiblement être expliqués par le rôle que jouent la communication et la collaboration sur la charge mentale. En ce sens, il est possible qu'une division des tâches de manière spatiale ait provoqué un contexte où chaque coéquipier est individuellement responsable de la surveillance de la moitié des caméras et que ce contexte n'ait pas autant permis l'échange d'informations et la collaboration entre les coéquipiers que le contexte de division des tâches par objectifs. À ce sujet, il a été observé que la communication verbale au sein d'une équipe est essentielle pour surpasser les performances individuelles (Bahrami et al., 2010). Cependant, il est également avancé qu'une mauvaise communication peut avoir l'effet contraire et provoquer une charge mentale plus élevée (Brennan et al., 2008; Butchibabu, Sparano-Huiban, Sonenberg & Sarah, 2016); MacMillan, Entin & Serfaty, 2004). Le type de communication est donc important pour l'avantage des équipes sur le travail individuel et le type qui contribue le plus à une meilleure performance d'équipe est celui qui prend en compte les objectifs plutôt que les faits (Harbers, Jonker & Van Riemsdijk, 2012). En effet, la communication délibérée, c'est-à-dire celle qui vise à transmettre des informations relatives aux objectifs, est plus efficace sur la performance et la réduction de la charge mentale que la communication réactive, c'est-à-dire celle qui concerne l'état de la situation et qui est souvent provoquée à la suite d'un changement (Butchibabu et al., 2016). Dans la présente étude, il est possible que la division

des tâches par objectifs ait davantage permis les communications en lien avec les objectifs, expliquant ainsi une charge mentale inférieure lorsque comparée aux participants ayant réalisé la tâche individuellement, mais expliquant également une charge mentale similaire entre les participants ayant réalisé la tâche individuellement et les participants ayant divisé les tâches de manière spatiale. Une autre hypothèse quant à ces résultats serait qu'à l'inverse, la condition spatiale ait engendré un nombre supérieur de communications et ait nécessité une plus grande coordination entre les coéquipiers. Une surcharge communicationnelle entre coéquipiers peut également surpasser les bénéfices du travail d'équipe, provoquant ainsi une charge mentale supérieure, tout comme le suggèrent MacMillan et ses collaborateurs (2004) ainsi que Tremblay et ses collaborateurs (2012).

Outre les échanges communicationnels, il est possible que la stratégie de division des tâches ait également influencé les stratégies de recherche visuelle. Dans la condition Spatiale, considérant que les objectifs de recherche n'étaient pas explicitement assignés à l'un ou l'autre des coéquipiers, il est possible que les participants aient effectué une surveillance plus réactive, engageant ainsi davantage les processus de traitement dirigé par les données (*bottom-up*). À l'inverse, dans la condition Objectifs, les objectifs de recherche étant explicitement assignés à l'un ou l'autre des coéquipiers, il est possible que les participants aient favorisé une recherche proactive, sollicitant davantage le traitement de l'information dirigé par les concepts (*top-down*). Or, l'utilisation des processus *top-down* sur la recherche visuelle a déjà montré un avantage quant au temps de réaction et à la détection d'incidents (Chen & Zelinsky, 2006). Il est possible que cet avantage s'étende également à la charge mentale, suggérant ainsi que la surveillance proactive soit possiblement moins exigeante sur le plan cognitif que ne l'est la surveillance réactive (Wickens & McCarley, 2008). Toutefois, il serait pertinent d'analyser davantage cet effet autant au niveau de l'équipe qu'au niveau du travail individuel avant de pouvoir tirer des conclusions sur le rôle des processus *top-down* et *bottom-up* sur la charge mentale dans un contexte de vidéosurveillance.

Somme toute, les résultats quant à la charge mentale suggèrent que la stratégie de division spatiale des tâches n'est pas nécessairement la stratégie la plus performante sur le plan de la charge mentale et les résultats appuient davantage l'hypothèse avancée par Chen (2007), malgré le fait que la division spatiale soit le choix naturel de division des tâches tel

que rapporté par Brennan et ses collaborateurs (2008) ainsi que Wahn et ses collaborateurs (2017). Il est donc pertinent de considérer des stratégies de division des tâches plus complexes que la division spatiale dans le cadre de la surveillance en salle de contrôle. Ceci permettrait potentiellement de réduire la charge mentale élevée vécue par les opérateurs tel que rapporté par de nombreux auteurs (Gill et al., 2005; Hodgetts et al., 2017; Keval & Sasse, 2008). Dans tous les cas, une analyse des communications est nécessaire afin d'approfondir davantage cet effet et de mieux préciser les facteurs qui influencent la charge mentale vécue par les équipes.

Pour terminer, concernant la conscience de la situation, il était attendu que la stratégie de division des tâches par objectifs permette l'établissement d'une meilleure conscience de la situation puisque les participants auraient accès à toute l'information (Endsley, 2015; Endsley & Jones, 2012), contrairement à la stratégie de division spatiale où chaque participant était limité à traiter uniquement la moitié de l'information présentée. Les résultats ne permettent pas d'observer des différences entre les deux stratégies de division des tâches, toutes deux ayant rapporté des résultats similaires. Tel qu'avancé pour la première hypothèse, il est possible que l'aspect individuel de la mesure n'ait pas permis de refléter l'avantage lié à l'équipe et qu'une complétion du questionnaire QUASA en équipe aurait davantage permis d'observer le bénéfice lié à une conscience de la situation partagée. Pour cette raison, il est difficile de déterminer s'il n'existe réellement aucune différence entre les stratégies de division des tâches sur le plan de la conscience de la situation. De plus, la mesure du QUASA dans la présente étude suppose d'autres limites qui pourraient expliquer l'absence de différences et ces limites seront davantage discutées dans la section suivante.

5.2 Retombées, limites et pistes futures

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude montrent que le travail d'équipe joue effectivement un rôle sur la performance en contexte de surveillance. Les résultats permettent de soutenir l'importance de structurer et d'encourager la collaboration au sein d'équipes d'opérateurs, d'autant plus considérant que les pratiques de travail d'équipe ne sont pas harmonisées, tel qu'observé lors de visites récentes dans des centres de surveillance locaux similaires à ceux rapportés dans les écrits scientifiques, ainsi que rapporté par Gill et ses

collaborateurs (2005). Les bénéfices du travail d'équipe rapportés dans cette étude sur le taux de détection, la conscience de la situation ainsi que la charge mentale ont été observés dans un contexte expérimental écologique, c'est-à-dire dans un environnement complexe et similaire à la réalité des opérateurs en salle de surveillance. L'implémentation sur le terrain de stratégies de travail d'équipe structurées et sophistiquées permettrait non seulement d'améliorer potentiellement les performances, mais également de réduire la charge cognitive portée sur les opérateurs qui est déjà très élevée (Donald, 2019; Hodgetts et al., 2017; Keval & Sasse, 2008). Cependant, cette étude ne permet pas d'affirmer qu'une stratégie de division des tâches, entre la division spatiale et la division par objectifs, est meilleure que l'autre. Il est possible que les stratégies à l'étude n'aient pas suffisamment encouragé la collaboration et les communications pour permettre aux coéquipiers d'établir une bonne cohésion et une confiance envers l'un l'autre, éléments essentiels à une bonne performance d'équipe (Adams & Sartori, 2006; Liang, Moreland & Argote, 1995). En ce sens, il est possible que les rôles et objectifs étaient trop similaires pour générer des différences de contribution observables entre les coéquipiers (Saner et al., 2009).

Concernant l'analyse de la conscience de la situation, une première limite a déjà été relevée quant à l'individualité de la mesure et à son interprétation pour les équipes. En outre, deux autres limites concernant la mesure peuvent être discutées. La première concerne le nombre de questions administrées dans le cadre du questionnaire QUASA. Dans la présente étude, seulement quatre questions sont administrées après chaque scénario, pour un total de seize questions pour l'ensemble de l'expérience. D'un côté, il est possible d'avancer que les quatre scénarios se déroulent dans une même scène et qu'un total de seize questions est suffisant pour bien capturer la conscience de la situation du répondant. D'un autre côté, il n'en demeure pas moins que les événements qui évoluent au sein de chaque scénario différent d'un scénario à l'autre, ce qui nécessite tout de même une certaine reconstruction de la conscience de la situation en début de chaque scénario. Par ailleurs, Edgar et ses collaborateurs (2018) affirment qu'un minimum de 20 questions par scénario sont nécessaires afin de bien mesurer la conscience de la situation et il est avancé que le fait d'utiliser moins de 20 questions pourrait introduire un biais important dans l'interprétation des données (Edgar & Edgar, 2007; Catherwood et al., 2014; Catherwood, Edgar, Sallis,

Medley & Brookes, 2012). Ces suggestions tiennent toutefois pour acquis que les questions évaluent réellement la conscience de la situation. La qualité des questions constitue une deuxième limite de la mesure, dans le sens où il est possible que les questions présentées ne couvrent pas nécessairement les informations critiques à l'établissement d'une bonne conscience de la situation. Edgar et ses collaborateurs (2018) insistent justement sur l'importance d'utiliser des questions de qualité et qui évaluent réellement la conscience de la situation. Or, il est possible que les questions présentées dans le cadre de cette étude aient été, par exemple, trop faciles ou trop difficiles et que les résultats observés n'illustrent pas tout à fait la conscience de la situation. Bien qu'elles aient été construites avec soin dans le but de représenter au mieux possible les éléments critiques à l'établissement d'une bonne conscience de la situation, il serait nécessaire d'étudier le lien entre ces questions et ce qu'elles évaluent, afin de s'assurer de la validité de la mesure dans le cadre précis de cette expérience.

Dans un autre ordre d'idées, il a été relevé dans les sections précédentes que la communication entre les coéquipiers joue potentiellement un rôle important sur le bénéfice lié au travail d'équipe. Il serait intéressant d'approfondir davantage l'impact des communications entre les coéquipiers dans ce contexte. En effet, il est avancé dans la littérature scientifique que les interactions entre coéquipiers constituent un bon prédicteur de la performance d'équipe (Cooke & Gorman, 2009), en plus d'y contribuer (Bahrami et al., 2010; Foushee, 1984). Le simple calcul de la fréquence des échanges communicationnels pourrait fournir un indice sur la performance (MacMillan et al., 2004) et permettre d'appuyer certaines explications avancées dans la présente étude. Toutefois, considérant que le type de communication joue également un rôle sur l'efficacité des équipes (Butchibabu et al., 2016; Harbers et al., 2012), il est nécessaire d'analyser non seulement la fréquence, mais également le contenu de ces échanges afin de bien comprendre les mécanismes du travail d'équipe qui ont un impact sur la performance. L'analyse des communications entre coéquipiers permettrait également de structurer le travail d'équipe en encourageant les échanges qui sont bénéfiques et en limitant ceux qui détériorent la performance.

Une autre piste pertinente à explorer dans le cadre de cette étude et de la recherche en contexte de vidéosurveillance serait l'analyse des mouvements oculaires. Wildman et ses

collaborateurs (2014) suggèrent que l'étude des mouvements oculaires dans un contexte collaboratif contribuerait à mieux comprendre les mécanismes cognitifs qui régissent le travail d'équipe. L'analyse des mouvements oculaires conjoints permettrait notamment d'observer les patrons de chevauchement de certaines zones et permettrait de mieux comprendre l'information qui est traitée et partagée au niveau de l'équipe, au-delà de la recherche individuelle. Justement, Hauland (2008) évoque l'idée que les mouvements oculaires pourraient être liés à la conscience de la situation partagée et qu'il est possible de le mesurer grâce à la similarité des patrons de mouvements oculaires. De même, il est également avancé que les mouvements oculaires peuvent mesurer indirectement un changement dans l'état de la charge mentale d'un participant (Just, Carpenter & Miyake, 2003; Unsworth & Robison, 2018), une dilatation de la pupille indiquant généralement une augmentation de la charge de travail (Marois & Vachon, 2018; Van der Wel & Van Steenbergen, 2018). Bien qu'elle constitue une mesure indirecte de la charge mentale, elle n'en demeure pas moins une mesure objective et intéressante lorsque combinée à des mesures subjectives comme le questionnaire NASA-TLX.

Il est également important d'aborder le rôle de l'expérience et de l'entraînement dans un contexte de vidéosurveillance. La présente étude a été conduite sur des sujets non experts en accord avec l'étude de Troscianko et ses collaborateurs (2004) qui soutient que la prise de décision et la recherche visuelle mettent en œuvre des processus cognitifs automatiques et identiques à tous, c'est-à-dire qui ne sont pas modifiés par l'expérience. Justement, les auteurs n'ont observé aucune différence entre les novices et les experts pour ce qui est de prédire la suite des événements et de prendre une décision de jugement. Cependant, cette prémisse peut être vraie dans un cadre individuel, mais il est possible qu'il en soit autrement dans un cadre collaboratif. En effet, l'expérience joue un rôle plus important sur la cohésion d'une équipe (Liang et al., 1995) qui, à son tour, a un impact sur la performance d'équipe (Adams & Sartori, 2008). Pour en citer un exemple au sein des équipes médicales, il a été observé que pour être efficaces, les membres doivent avoir un œil sur les actions de leurs coéquipiers et connaître les rôles et responsabilités de chacun afin de prévoir les actions et les besoins de tous, tout en étant engagés dans leur propre tâche (Baker, Day & Salas, 2006; Sarcevic, Marsic, Lesk & Burd, 2008). En ce sens, les équipes performantes sont

généralement celles où les membres se connaissent bien, ont de l'expérience à collaborer et à travailler ensemble, et ont une vision claire des divisions des tâches (Kramer, 2019). De plus, bien que la coordination naisse naturellement au sein de nouvelles équipes, il s'agit d'une habileté qui peut être améliorée par l'entraînement (Riethmüller, Castelao, Eberhardt, Timmermann & Boos, 2012), améliorant ainsi les performances d'équipe (Gorman, Cooke & Amazeen, 2010). La pertinence de l'entraînement devient alors évidente dans le cadre de la vidéosurveillance et de l'implémentation de stratégies de division des tâches au sein des équipes de surveillants.

Enfin, d'un point de vue plus global sur le travail de vidéosurveillance, il est important de prendre en considération l'évolution des technologies dans les futures études liées à ce contexte. Les études qui font état de la situation en salle de contrôle datent de quelques années déjà et considérant l'évolution rapide de la technologie, il serait nécessaire d'établir un nouveau portrait de la situation afin de modéliser la réalité des surveillants en considérant la technologie d'aujourd'hui. Par exemple, l'outil *Scantracker*, tel que développé par la compagnie Thales suite aux travaux de recherche de Tremblay, Lafond, Chamberland, Hodgetts et Vachon (2018), est un outil d'aide à la surveillance qui permet de mettre en évidence les zones ou les caméras qui sont négligées lors de la surveillance ainsi que les zones qui sont trop longtemps fixées afin d'éviter le phénomène de tunnelisation. Cette technologie utilise en temps réel les mouvements oculaires de l'opérateur afin de lui venir en aide et de favoriser une stratégie de surveillance plus efficace. Cet exemple montre bien la direction actuelle de la recherche en vidéosurveillance, qui tend plutôt à considérer le travail d'équipe comme une collaboration humain-machine (Janssen et al., 2019), plutôt que l'étude de la collaboration entièrement humain-humain. Une considération plus fondamentale du rôle du travail d'équipe en considérant la collaboration humain-machine est nécessaire afin de bien orienter la recherche vers l'amélioration des performances en contexte de vidéosurveillance.

Conclusion

En résumé, il a été démontré que la vidéosurveillance joue un rôle important sur la sécurité publique et que la prise en considération des facteurs cognitifs et humains en jeu dans ce contexte est importante pour l'amélioration des performances. Il a également été observé dans plusieurs domaines que le travail d'équipe apporte un bénéfice sur la performance, mais qu'en contexte de vidéosurveillance, les pratiques de division des tâches et de collaboration ne sont pas structurées et harmonisées. La présente étude visait donc dans un premier temps à évaluer l'impact du travail d'équipe sur la performance en comparant le travail individuel au travail d'équipe lors d'une tâche de vidéosurveillance afin de déterminer si les bénéfices rapportés dans les autres domaines s'appliquent également au domaine de la vidéosurveillance. Dans un deuxième temps, la présente étude visait à comparer l'impact sur la performance de deux stratégies de division des tâches, soit une division tâches de manière spatiale ainsi qu'une division des tâches en prenant en compte les objectifs.

La présente étude a permis d'observer que les équipes ont détecté un nombre supérieur d'incidents et ont réussi à établir une meilleure conscience de la situation que les surveillants qui effectuaient leurs tâches de manière individuelle. De plus, il a été observé qu'une stratégie de division des tâches par objectifs a permis de réduire la charge mentale portée sur les membres de l'équipe. Cette étude appuie donc l'idée que le travail d'équipe est bénéfique à la performance dans un contexte de vidéosurveillance et qu'il doit être encouragé sur le terrain. Il est également avancé dans cette étude que le choix de la stratégie de division des tâches peut possiblement avoir un impact sur la performance et qu'il faut considérer d'autres stratégies de division des tâches plus complexes que la division spatiale, malgré sa propension observée dans les écrits scientifiques et sur le terrain. Toutefois, des recherches plus approfondies sur le sujet sont nécessaires afin de bien guider les pratiques de travail d'équipe en salle de contrôle.

Bibliographie

- Adams, B. D., & Sartori, J. A. (2006). *Validating the trust in teams and trust in leaders scales*. Humansystems Inc., Guelph, ON.
- Altmann, E. M., & Trafton, J. G. (2002). Memory for goals: An activation-based model. *Cognitive Science*, 26(1), 39-83. doi: 10.1016/S0364-0213(01)00058-1
- Arnold, L., Cuddy, P. G., Hathaway, S. B., Quaintance, J. L., & Kanter, S. L. (2018). Medical School Factors That Prepare Students to Become Leaders in Medicine. *Academic Medicine*, 93(2), 274-282.
- Asher, M. F., Tolhurst, D. J., Troscianko, T., & Gilchrist, I. D. (2013). Regional effects of clutter on human target detection performance. *Journal of Vision*, 13(25), 1-15. doi: 10.1167/13.5.25
- Atrey, P. K., El Saddik, A., & Kankanhalli, M. S. (2011). Effective Multimedia Surveillance Using a Human-Centric Approach. *Multimedia Tools and Applications*, 51(2), 697-721. doi: 10.1007/s11042-010-0649-1
- Bahrami, B., Olsen, K., Latham, P. E., Roepstorff, A., Rees, G., & Frith, C. D. (2010). Optimally Interacting Minds. *Science*, 329(5995), 1081-1085. doi: 10.1126/science.1185718
- Bai, Y. W., Shen, L. S., & Li, Z. H. (2010). Design implementation of an embedded home surveillance system by use of multiple ultrasonic sensors. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 56(1), 119-124. doi: 10.1109/TCE.2010.5439134
- Bailey, L. L., & Thompson, R. C. (2001). The TLX: One or more constructs. *Proceedings of the 11th International Symposium of Aviation Psychology*, 1-4.
- Baker, D. P., Day, R., & Salas, E. (2006). Teamwork as an essential component of high-reliability organizations. *Health Services Research*, 41(4p2), 1576-1598. doi: 10.1111/j.1475-6773.2006.00566.x
- Beck, M. R., Levin, D. T., & Angelone, B. (2007). Change blindness blindness: Beliefs about the roles of intention and scene complexity in change detection. *Consciousness and Cognition*, 16(1), 31-51. doi: 10.1016/j.concog.2006.01.003

- Berggren, P., Prytz, E., Johansson, B., & Nählinder, S. (2011). The relationship between Workload, Teamwork, Situation Awareness, and Performance in Teams: A microworld study. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 55th Annual Meeting*, 55(1), 851-855. doi: 10.1177/1071181311551177
- Billings, C. E. (2018). *Aviation Automation: The Search for a Human-Centered Approach*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Bowers, C. A., & Jentsch, F. (2005) Team workload. Dans N. Stanton, A. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas, & H. Hendrick (Eds.), *Handbook of human factors and ergonomic methods*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Bravo, M. J., & Farid, H. (2004). Search for a category target in clutter. *Perception*, 33(6), 643-652. doi: 10.1068/p5244
- Brehmer, B. & Dörner, D. (1993). Experiments with Computer-Simulated Microworlds: Escaping both the Narrow Straits of the Laboratory and the Deep Blue Sea of the Field Study. *Computers in Human Behavior*, 9(2-3), 171-184. doi: 425397925
- Brennan, A., & Enns, J. (2015). When two heads are better than one: Interactive versus independent benefits of collaborative cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(4), pp. 1076-1082. doi:10.3758/s13423-014-0765-4
- Brennan, S. E., Chen, X., Dickinson, C. A., Neider, M. B., & Zelinsky, G. J. (2008). Coordinating Cognition: The Costs and Benefits of Shared Gaze during Collaborative Search. *Cognition*, 106(3), 1465-1477. doi:10.1016/j.cognition.2007.05.012
- Butchibabu, A., Sparano-Huiban, C., Sonenberg, L., & Sarah, J. (2016). Implicit Coordination Strategies for Effective Team Communication. *Human Factors*, 58(4), 595-610. doi: 10.1177/0018720816639712
- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Converse, S. A. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In N. J. Castellan, Jr. (Ed.), *Individual and group decision making: Current issues* (pp. 221–246). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Castillo, J. C., Fernandez-Caballero, A., Lopez, M. T. (2017). A review on intelligent monitoring and activity interpretation. *Inteligencia Artificial. Revista*

Iberoamericana de Inteligencia Artificial, 20(59), 53-69. doi:
10.4114/intartif.vol20iss59pp53-69

- Catherwood, D., Edgar, G. K., Nikolla, D., Alford, C., Brookes, D., Baker, S., & White, S. (2014). Mapping Brain Activity During Loss of Situation Awareness: An EEG Investigation of a Basis for Top-Down Influence on Perception. *Human Factors*, 56(8), 1428-1452. doi: 10.1177/0018720814537070
- Catherwood, D., Edgar, G. K., Sallis, G., Medley, A., & Brookes, D. (2012). Fire Alarm or False Alarm?! Situation Awareness and decision-making 'Bias' of Firefighters in Training Exercises. *International Journal of Emergency Services*, 1(2), 135-158. doi: 10.1108/20470891211275920
- Cegarra, J., & Morgado, N. (2009). Étude des propriétés de la version francophone du NASA-TLX. *Actes du 5ème colloque de psychologie ergonomique (EPIQUE'2009)* (pp. 233-239). Paris, France: ParisTech. Récupéré sur http://www.researchgate.net/profile/Julien_Cegarra/publication/281036900_Etude_des_proprietes_de_la_version_francophone_du_NASA-TLX/links/577399ea08aeb9427e23dd56.pdf
- Chen, C.-F., Wu, B.-F., Huang, H.-Y., Fan, C.-J. (2010). A real-time vision system for nighttime vehicle detection and traffic surveillance. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(5), 2030-2044. doi: 10.1109/TIE.2010.2055771
- Chen, X. (2007). *Collaborative Visual Search* (Thèse de doctorat non publiée). Stony Brook University. New York, États-Unis.
- Chen, X., & Zelinsky, G. J. (2006). Real-world visual search is dominated by top-down guidance. *Vision Research*, 46(24), 4118-4133. doi: 10.1016/j.visres.2006.08.008
- Cohen, S. G., & Bailey, D. E. (1997). What makes teams work: Group effectiveness research from the shop floor to the executive suite. *Journal of Management*, 23(3), 239-290.
- Cooke, N. J., Salas, E., Cannon-Bowers, J. A., & Stout, R. J. (2000). Measuring Team Knowledge. *Human Factors*, 42(1), 151-173. doi: 10.1518/001872000779656561

- Cooke, N. J., & Gorman, J. C. (2009). Interaction-Based Measures of Cognitive Systems. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 3(1), 27-46. doi: 10.1518/155534309X433302
- Cousineau, D. (2017). Varieties of Confidence Intervals. *Advances in Cognitive Psychology*, 13(2), 140-155. doi: 10.5709/acp-0214-z
- Cucchiara, R., Prati, A., & Vezzani, R. (2007). A multi-camera vision system for fall detection and alarm generation. *Expert Systems*, 24(5), 334-345. doi: 10.1111/j.1468-0394.2007.00438.x
- Dadashi, N., Stedmon, A. W., & Pridmore, T. P. (2013). Semi-automated CCTV surveillance: The effects of system confidence, system accuracy and task complexity on operator vigilance, reliance and workload. *Applied Ergonomics*, 44(5), 730-738. doi:10.1016/j.apergo.2012.04.012
- DeChurch, L. A., & Mesmer-Magnus, J. R. (2010). The Cognitive Underpinnings of Effective Teamwork: A Meta-Analysis. *Journal of Applied Psychology*, 95(1), 32-53. doi:10.1037/a0017328
- Dee, H. M., & Velastin, S. (2007). How close are we to solving the problem of automated visual surveillance? *Machine Vision and Applications*, 19(5-6), 329-343. doi: 10.1007/s00138-007-007
- Deisman, W., Derby, P., Doyle, A., Leman-Langlois, S., Lippert, R., Lyon, D., Pridmore, J., Smith, E., Walby, K., & Whitson, J. (2009). A Report on Camera Surveillance in Canada: Part One. *Surveillance Project: Surveillance Camera Awareness Network (SCAN)*. Repéré à : <http://hdl.handle.net/1974/1906>
- Donald, F. M. (2010). A model of CCTV surveillance operator performance. *Ergonomics SA*, 22(2), 2-13. doi: 10520/EJC33295
- Donald, F. M. (2019). Information processing challenges and research directions in CCTV surveillance. *Cognition, Technology & Work*, 21, 487-496. doi: 10.1007/s10111-018-0535-6
- Edgar, G. K., Catherwood, D., Baker, S., Sallis, G., Bertels, M., Edgar, H. E., Nikolla, D., Buckle, S. Goodwin, C., & Whelan, A. (2018). Quantitative Analysis of Situation

Awareness (QASA): modelling and measuring situation awareness using signal detection theory. *Ergonomics*, 61(6), doi: 10.1080/

Edgar, G. K., & Edgar, H. E. (2007). Using Signal Detection Theory to Measure Situation Awareness: The Technique, the Tool (QUASA), the TEST, the Way Forward. Dans J. Noyes, M. Cook, & Y. Masakowshi (Eds), *Decision Making in Complex Environments*, Alshershot: Ashgate.

Edgar, G. K., Edgar, H. E., & Curry, M. B. (2003). Using signal detection theory to measure situation awareness in command and control. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 47(18), 2019-2023. doi:10.1177/154193120304701815

Endsley, M. R. (1988). Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 32th Annual Meeting*, 32(2), pp. 97-101. doi:10.1177/154193128803200221

Endsley, M. R. (1995a). Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 65-84. doi:10.1518/001872095779049499

Endsley, M. R. (1995b). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 32-64. doi: 10.1518/001872095779049543

Endsley, M. R. (2015). Situation awareness: operationally necessary and scientifically grounded. *Cognition, Technology and Work*, 17(2), 163-167. doi: 10.1007/s10111-015-0323-5

Endsley, M. R., & Jones, D. G. (2012). *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*. Boca Raton, FL : CRC Press.

Enzwiler, M., & Gavrilu, D. M. (2008). Monocular pedestrian detection: Survey and experiments. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 31(12), 2179-2195. doi: 10.1109/TPAMI.2008.260

Farrington, D. P., Gill, M., Waples, S. J., & Argomaniz, J. (2007). The effects of closed-circuit television on crime: Meta-analysis of an English national quasi-experimental multi-site evaluation. *Journal of Experimental Criminology*, 3(1), 21-38. doi: 10.1007/s11292-007-9024-2

- Fiore, S. M., & Salas, E. (2006). Team cognition and expert teams: Developing insights from cross -disciplinary analysis of exceptional teams. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4(4), 369-375. doi: 10.1080/1612197X.2006.9671803
- Fischhoff, B., Slovic, P., & Lichtenstein, S. (1977). Knowing With Certainty: The Appropriateness of Extreme Confidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3(4), 552-564. doi: 10.1037/0096-1523.3.4.552
- Foushee, H. C. (1984). Dyads and triads at 35,000 feet: Factors affecting group process and aircrew performance. *American Psychologist*, 39(8), 885-893. doi: 10.1037/0003-066X.39.8.885
- Fracker, M. L. (1987). *Situation awareness: A decision model*. Non publié.
- Funke, G. J., Knott, B. A., Salas, E., Pavlas, D., & Strang, A. J. (2012). Conceptualization and Measurement of Team Workload: A Critical Need. *Human Factors*, 54(1), 36-51. doi: 10.1177/0018720811427901
- Gill, M., & Spriggs, A. (2005). *Assessing the Impact of CCTV*. London: Home Office Research, Development and Statistics Directorate.
- Gill, M., Spriggs, A., Allen, J., Hemming, M., Jessiman, P., Kara, D., Kilworth, J., Little, R., & Swain, D. (2005). Control room operation: findings from control room observations. (Rapport 14/05). Royaume-Uni : Home Office.
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Amazeen, P. G. (2010). Training Adaptive Teams. *Human Factors*, 52(2), 295-307. doi: 10.1177/0018720810371689
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Winner, J. L. (2006). Measuring team situation awareness in decentralized command and control environments. *Ergonomics*, 49, 1312-1325.
- Gowsikhaa, D., Abirami, S., & Baskaran, R. (2014). Automated human behavior analysis from surveillance videos: a survey. *Artificial Intelligence Review*, 42(4), 747-765. doi: 10.1007/s10462-012-9341-3

- Gray, W. D. (2002). Simulated Task Environments: The Role of High-Fidelity Simulations, Scaled Worlds, Synthetic Environments, and Laboratory Tasks in Basic and Applied Cognitive Research. *Cognitive Science Quarterly*, 2(2), 205-227.
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. New York: Wiley.
- Harbers, M., Jonker, C., & Van Riemsdijk, B. (2012). Enhancing team performance through effective communication. Dans *Proceedings of the 4th Annual Human-Agent-Robot Teamwork Workshop*, 1-2.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. 1988. Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research. Dans P. A. Hancock, & N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload*, 5–39. New York: Elsevier.
- Hauland, G. (2008). Measuring individual and team situation awareness during planning tasks in training of en route air traffic control. *International Journal of Aviation Psychology*, 18(3), 290-304. doi: 10.1080/10508410802073333
- Helton, W. S., Funke, G. J., & Knott, B. A. (2014). Measuring Workload in Collaborative Contexts: Trait Versus State Perspectives. *Human Factors*, 56(2), 322-332. doi: 10.1177/0018720813490727
- Helton, W. S., Matthews, G., & Warm, J. S. (2009). Stress state mediation between environmental variables and performance: The case of noise and vigilance. *Acta Psychologica*, 130, 204-213. doi: 10.1016/j.actpsy.2008.12.006
- Helton, W. S., Shaw, T. H., Warm, J. S., Matthews, G., Dember, W. N., & Hancock, P. A. (2004). Workload Transitions: Effects on vigilance performance, and stress. Dans D. A. Vincenzi, M. Mouloua, & P. A. Hancock (Eds.), *Human Performance, Situation Awareness and Automatin: Research and Trends*, (pp 258-262). Daytona Beach: Psychology Press.
- Helton, W. S., Shaw, T. H., Warm, J. S., Matthews, G., & Hancock, P. A. (2008). Effects of warned and unwarned demand transitions on vigilance performance and stress. *Anxiety, Stress and Coping*, 21, 173-184. doi: 10.1080/10615800801911305
- Herrmann, A., Brenner, W., & Stadler, R. (2018). *Autonomous Driving: How the Driverless Revolution Will Change the World*. Bingley, UK: Emerald Publishing.

- Hodgetts, H., Vachon, F., Chamberland, C., & Tremblay, S. (2017). See No Evil: Cognitive Challenges of Security Surveillance and Monitoring. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(3), 230-243. doi:10.1016/j.jarmac.2017.05.001
- Hughes, R. W., Vachon, F., & Jones, D. M. (2007). Disruption of Short-Term Memory by Changing and Deviant Sounds: Support for a Duplex-Mechanism Account of Auditory Distraction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 33(6), 1050-1061. doi: 10.1037/0278*7393.33.6.1050
- Janssen, C. P., Donker, S. F., Brumby, D. P., & Kun, A. L. (2019). History and future of human-automation interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*. 131, 99-107. doi: 10.1016/j.ijhcs.2019.05.006
- Javed, O., & Shah, M. (2008). *Automated multi-camera surveillance: algorithms and practice*. New York: Springer. doi: 10.1007/978-0-387-78881-4
- Jones, D. G., & Endsley, M. R. (2002). *Measurement of shared SA in teams: Initial investigation* (No. SATech-02-05). Marietta, GA: Sa Technologies.
- Junior, J. C. S. J., Musse, S. R., & Jung, C. R. (2010). Crowd analysis using computer vision techniques. *IEEE Signal Processing Magazine*, 27(5), 66-77. doi: 10.1109/MSP.2010.937394
- Just, M. A., Carpenter, P. A., & Miyake, A. (2003). Neuroindices of cognitive workload: Neuroimaging, pupillometric and event-related potential studies of brain work. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 4(1-2), 56-88. doi: 10.1080/14639220210159735
- Keval, H., & Sasse, M. A. (2008). "Not the Usual Suspects": A study of factors reducing the effectiveness of CCTV. *Security Journal*, 23(2), 134. doi:10.1057/palgrave.sj.8350092
- Kiekel, P. A., Gorman, J. C., & Cooke, N. J. (2004). Measuring Speech Flow of Co-located and Distributed Command and Control Teams During a Communication Channel Glitch. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 48(3), 683-687. doi: 10.1177/154193120404800387
- Kramer, C. E. (2019). *The Role of Adaptive Team Coordination during Cardiopulmonary Resuscitation* (Thèse de doctorat non publiée). Université Laval, Québec, Canada.

- Larson, L., Wojcik, H., Gokhman, I., DeChurch, L., Bell, S., & Contractor, N. (2019). Team performance in space crews: Houston, we have a teamwork problem. *Acta Astronautica*, *161*, 108-114. doi: 10.1016/j.actaastro.2019.04.052
- Lee, J. D. (1999). Measuring driver adaptation to in-vehicle information systems: disassociation of subjective and objective situation awareness measures. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *43*(18), 992-996. doi: 10.1177/154193129904301810
- Letsky, M. P., Warner, N. W., Fiore, S. M., & Smith, C. A. P. (2016). *Macro cognition in Teams: Theories and Methodologies*. New York : Routledge.
- Liang, D. W., Moreland, R., & Argote, L. (1995). Group Versus Individual Training and Group Performance: The Mediating Role of Transactive Memory. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *21*(4), 384-393. doi: 10.1177/0146167295214009
- Mack, A., & Rock, I. (1998). *Inattentional Blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- MacMillan, J., Entin, E. E., & Serfaty, D. (2004). Communication overhead: The hidden cost of team cognition. Dans E. Salas & S. M. Fiore (Eds.), *Team cognition: Understanding the factors that drive process and performance* (pp 61-82). Récupéré sur <https://psycnet-apa-org.acces.bibl.ulaval.ca/doi/10.1037/10690-000>
- Macnish, K. (2012). Unblinking eyes: the ethics of automating surveillance. *Ethics and Information Technology*, *14*(2), 151-167. doi: 10.1007/s10676-012-9291-0
- Marois, A., Hodgets, H., Chamberland, C., Williot, A., & Tremblay, S. (sous presse). Who Can Best Find Waldo? Individual Characteristics and Cognitive Abilities Predict Performance in a High-Realistic Security Surveillance Microworld [Document soumis pour publication]. *Applied Cognitive Psychology*.
- Marois, A., & Vachon, F. (2018). Can pupillometry index auditory attentional capture in contexts of active visual processing?. *Journal of Cognitive Psychology*, *30*(4), 282-502. doi: 10.1080/20445911.2018.1470518
- McGuinness, B. (2004). Quantitative Analysis of Situational Awareness (QUASA): Applying signal detection theory to true/false probes and self-ratings. *2004 command and control research and technology symposium*.

- McGuinness, B. (2007). Signal detection theory and the assessment of situation awareness. Dans M. Cook, J. Noyes & Y. Masakowski (Eds.) *Decision making in complex environments*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd., 299-310.
- Moray, N. (1979). *Mental Workload: Its theory and measurement*. New York: Plenum.
- Muslim, H., & Itoh, M. (2019). A theoretical framework for designing human-centered automotive automation systems. *Cognition, Technology & Work, 21*, 685-697. doi: 10.1007/s10111-018-0509-8
- Neider, M. B., & Zelinsky, G. J. (2008). Exploring set size effects in scenes: Identifying the objects of search. *Visual Cognition, 16*(1), 1-10. doi: 10.1080/13506280701381691
- Neider, M. B., & Zelinsky, G. J. (2010). Exploring the perceptual causes of search set-size effects in complex scenes. *Perception, 39*(6), 780-794. doi: 10.1068/p6428
- Niehorster, D. C., Cornelissen, T., Holmqvist, K., & Hooge, I. (2019). Searching with and against each other: Spatiotemporal coordination of visual search behavior in collaborative and competitive settings. *Attention, Perception, & Psychophysics, 81*, 666-683. doi:10.3758/s13414-018-01640-0
- Nguyen, M. T., Truong, L. H., Tran, T. T., & Chien, C. (2020). Artificial intelligence based data processing algorithm for video surveillance to empower industry 3.5. *Computers & Industrial Engineering, 148*. doi: 10.1016/j.cie.2020.106671
- Norris, C., McCahill, M., & Wood, D. (2004). The Growth of CCTV: a global perspective on the international diffusion of video surveillance in publicly accessible space. *Surveillance & Society, 2*(2/3), 110-135. doi: 10.24908/ss.v2i2/3.3369
- O'Neill, T. A., & Salas, E. (2018). Creating High Performance Teamwork in Organizations. *Human Resource Management Review, 28*, 325-331. doi: 10.1016/j.hrmr.2017.09.001
- Piza, E. L., Welsh, B. C., Farrington, D. P., & Thomas, A. L. (2019). CCTV surveillance for crime prevention: A 40-year systematic review with meta-analysis. *Criminology & Public Policy, 18*(1), 135-159. doi: 10.1111/1745-9133.12419

- Porikli, F., Ivanov, Y., & Haga, T. (2008). Robust abandoned object detection using dual foregrounds. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2008(1), 30. doi: 10.1155/2008/197875
- Pound, M., Naeem, A., French, A., & Pridmore, T. (2007). Quantitative and qualitative evaluation of visual tracking algorithms using statistical tests. *IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance (PETS)*, 2007.
- Rensink, R. A. (2000). Seeing, sensing, and scrutinizing. *Vision Research*, 40(10), 1469-1487. doi: 10.1016/S0042-6989(00)00003-1
- Riethmüller, M., Castelao, E., Eberhardt, I., Timmermann, A., & Boos, M. (2012). Adaptive coordination development in students anaesthesia teams: a longitudinal study. *Ergonomics*, 55(1), 55-68. doi: 10.1080/00140139.2011.636455
- Rosenholtz, R., Li, Y., & Nakano, L. (2007). Measuring Visual Clutter. *Journal of Vision*, 7(2), 17-17. doi: 10.1167/7.2.17
- Rousselet, G. A., Thorpe, S. J., & Fabre-Thorpe, M. (2004). Processing of one, two or four natural scenes in humans: the limits of parallelism. *Vision Research*, 44(9), 877-894. doi: 10.1016/j.visres.2003.11.014
- Sætrevik, B., & Eid, J. (2014). The “Similarity Index” as an Indicator of Shared Mental Models and Situation Awareness in Field Studies. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 8(2), 119-136. doi: 10.1177/1555343413514585
- Salas, E., Prince, C., Baker, D. P., Shrestha, L. (1995). Situation Awareness in Team Performance: Implications for Measurement and Training. *Human Factors*, 37(1), 123-136. doi: 10.1518/001872095779049525
- Saner, L. D., Bolstad, C. A., Gonzalez, C., & Cuevas, H. M. (2009). Measuring and Predicting Shared Situation Awareness in Teams. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 3(3), 280-308. doi: 10.1518/155534309X474497
- Sarcevic, A., Marsic, I., Lesk, M. E., & Burd, R. S. (2008). Transactive Memory in Trauma Resuscitation. Dans *CSCW* (pp. 215-224).

- Schiflett, S. G., Elliott, L. R., Salas, E., & Covert, M. D. (2017). *Scaled Worlds: Development, Validation and Applications*, London : Routledge. doi: 10.4324/978131524
- Stainer, M. J., Scott-Brown, K. C., & Tatler, B. W. (2017). On the Factors Causing Processing Difficulty of Multiple-Scene Displays. *i-Perception*, April 2017, 1-26. doi: 10.1177/2041669516689572
- Stearman, E. J., & Durso, F. T. (2016). Vigilance in a Dynamic Environment. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 22(1), 107-123. doi: 10.1037/xap0000075
- Tanner, W. P., & Swets, J. A. (1954). A Decision-Making Theory of Visual Detection. *Psychological Review*, 61(6), 401-409.
- Tickner, A. H., & Poulton, E. C. (1973). Monitoring up to 15 Synthetic Television Pictures Showing a Great Deal of Movement. *Ergonomics*, 16(4), 381-401. doi: 10.1080/00140137308924529
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A Feature-integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136. doi:10.1016/0010-0285(80)90005-5
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search Asymmetry: A Diagnostic for Preattentive Processing of Separable Features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(3), 285-310. doi:10.1037/0096-3445.114.3.285
- Tremblay, S., Lafond, D., Chamberland, C., Hodgetts, H. M., & Vachon, F. (2018). Gaze-Aware Cognitive Assistant for Multiscreen Surveillance. Dans W. Karwowski, T. Ahram (Eds), *Intelligent Human Systems Integration* (pp 237-241). doi: 10.1007/978-3-319-73888-8_36
- Tremblay, S., Vachon, F., Lafond, D., & Kramer, C. (2012). Dealing With Task Interruptions in Complex Dynamic Environments: Are Two Heads Better Than One? *Human Factors*, 54(1), 70-83. doi: 10.1177/0018720811424896
- Troscianko, T., Holmes, A., Stillman, J., Mirmehdi, M., Wright, D., & Wilson, A. (2004). What Happens Next? The Predictability of Natural Behaviour Viewed through CCTV Cameras. *Perception*, 33(1), 87-101. doi:10.1068/p3402

- Unsworth, N., & Robison, M. K. (2018). Tracking working memory maintenance with pupillometry. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 80(2), 461-484. doi: 10.3758/s13414-017-1455-x
- Vachon, F., Vallières, B. R., Suss, J., Thériault, J.-D., & Tremblay, S. (2016). The CSSS Microworld: A Gateway to Understanding and Improving CCTV Security Surveillance. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2016 Annual Meeting*, 60(1), 265-269. doi:10.1177/1541931213601061
- Valera, M., & Velastin, S. A. (2005). Intelligent distributed surveillance systems: a review. *IEE Proceedings on Vision, Image and Signal Processing*, 152(2), 192-204. doi: 10.1049/ip-vis:20041147
- Van der Wel, P., & Van Steenbergen, H. (2018). Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(6), 2005-2015. doi: 10.3758/s13423-018-1432-y
- Viola, P., & Jones, M. J. (2004). Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*, 57(2), 137-154. doi: 10.1023/B:VISI.0000013087.49260.fb
- Wahn, B., Kingstone, A., & König, P. (2017). Two Trackers Are Better than One : Information about the Co-actor's Actions and Performance Scores Contribute to the Collective Benefit in a Joint Visuospatial Task. *Frontiers in Psychology*, 8, 669. doi:10.3389/fpsyg.2017.00669
- Wickens, C. D. (1984). *Engineering Psychology and Human Performance*. Columbus, Toronto : C.E. Merrill.
- Wickens, C. D. (1992). *Engineering Psychology and Human Performance*. New York : Harper Collins.
- Wickens, C. D., & McCarley, J. S. (2008). *Applied Attention Theory*. Boca Raton: CRC Press.
- Wildman, J. L., Salas, E., & Scott, C. P. R. (2014). Measuring Cognition in Teams: A Cross-Domain Review. *Human Factors*, 56(5), 911-941. doi: 10.1177/0018720813515907

- Wilken, P., & Ma, W. J. (2004). A detection theory account of change detection. *Journal of Vision*, 4(11), 1120-1135. doi: 10.1167/4.12.11
- Wolfe, J. M. (1998). What can 1 million trials tell us about visual search? *Psychological Science*, 9(1), 33-39. doi: 10.1111/1467-9280.00006
- Wright, M., Green, A., & Baker, S. (2000). Limitations for Change Detection in Multiple Gabor Targets. *Visual Cognition*, 7(1-3), 237-252. doi: 10.1080/135062800394784
- Zelinsky, G. J. (2001). Eye movements during change detection: Implications for search constraints, memory limitations, and scanning strategies. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 63(2), 209-225. doi: 10.3758/BF03194463
- Zhu, Y., & Wang, Z. (2016). Real-Time Abnormal Behavior Detection in Elevator. Dans Z. Zhang, & K. Huang (Eds.) *Intelligent Visual Surveillance. Communications in Computer and Information Science*, 664, 154-161. doi: 10.1007/978-981-10-3476-3_19

Annexe A : Liste des incidents à détecter

EVENT SET 01

Évènement	Recherché : Petite fille perdue			#22
Heure du log	19:01:02 à 19:02:11 19:09:02 à 19:10:11 19:17:02 à 19:18:11 19:25:02 à 19:26:11	Durée	69 secondes	
Caméra	# 4 Boîte de nuit	Type	ST/NSS	
Diamètre	19 px	Déplacement spatial	Oui	
Classifications	Personne recherchée > Individu(s) / enfant(s) perdu Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police			



Évènement		Graffiti		#23
Heure du log	19:01:43 à 19:02:54 19:09:43 à 19:10:54 19:17:43 à 19:18:54 19:25:43 à 19:26:54	Durée	71 secondes	
Caméra	# 4 Boîte de nuit	Type	NST/NSS	
Diamètre	20 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Crime > Graffiti/Vandalisme Désordre civil > Désordre civil			



Évènement		Trouble-fête (bloc de béton)		#24
Heure du log	19:02:00 à 19:03:00 19:10:00 à 19:11:00 19:18:00 à 19:19:00 19:26:00 à 19:27:00	Durée	60 secondes	
Caméra	# 6 George-V	Type	ST/NSS	
Diamètre	49 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police Intrusions > Blocs de béton/Portail Intrusions > Escalade urbaine Comportement suspect > Comportement étrange/problèmes mentaux			



Évènement		Recherché : gang de rue (groupe de 3)		#25
Heure du log	19:03:40 à 19:05:10 19:11:40 à 19:13:10 19:19:40 à 19:21:10 19:27:40 à 19:29:10	Durée	90 secondes	
Caméra	# 3 Édifice J	Type	ST/NSS	
Diamètre	195 px	Déplacement spatial	Oui	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police			



Évènement		Colis suspect		#26
Heure du log	19:05:13 à 19:05:58 19:13:13 à 19:13:58 19:21:13 à 19:21:58 19:29:13 à 19:29:58	Durée	45 secondes	
Caméra	# 2 Parlement (avant)	Type	NST/NSS	
Diamètre	10 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Objets suspects > Colis suspect			



Évènement			Intrusion au parlement	#27
Heure du log	19:06:51 à 19:07:12 19:14:51 à 19:15:12 19:22:51 à 19:23:12 19:30:51 à 19:31:12	Durée	21 secondes	
Caméra	# 1 Parlement (arrière)	Type	ST/SS	
Diamètre	32 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Intrusions > Parlement Intrusions > Fontaine du parlement			



EVENT SET 02

Évènement	Manifestation devant le parlement		#28
Heure du log	19:01:23 à 19:02:37 19:09:23 à 19:10:37 19:17:23 à 19:18:37 19:25:23 à 19:26:37	Durée	74 secondes
Caméra	# 2 Parlement (avant)	Type	ST/SS
Diamètre	42 px	Déplacement spatial	Non
Classifications	Désordre civil > Manifestation Désordre civil > Démonstration		



Évènement		Recherché : regroupement anarchiste (groupe de 6)		#29
Heure du log	19:03:29 à 19:05:16 19:11:29 à 19:13:16 19:19:29 à 19:21:16 19:27:29 à 19:29:16	Durée	107 secondes	
Caméra	# 3 Édifice J	Type	ST/NSS	
Diamètre	57 px	Déplacement spatial	Oui	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police			



Anarchistes:

- Gang de rue
- 5 ou 6 individus (hommes et femmes)
- Vêtements rouges
- Font des « signes de gang » avec leurs mains



Évènement		Bagarre (hôtel)		#30
Heure du log	19:05:29 à 19:05:59 19:13:29 à 19:13:59 19:21:29 à 19:21:59 19:29:29 à 19:29:59	Durée	30 secondes	
Caméra	# 7 Hôtel (arrière)	Type	NST/NSS	
Diamètre	37 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Agression > Bagarre Désordre civil > Désordre civil Désordre civil > Bousculade Agression > Agression			



Évènement		Suspect recherché : Trouble-fête (bloc de béton)		#31
Heure du log	19:05:59 à 19:06:59 19:13:59 à 19:14:59 19:21:59 à 19:22:59 19:29:59 à 19:30:59	Durée	60 secondes	
Caméra	# 6 George-V		Type	ST/NSS
Diamètre	49 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police Intrusions > Blocs de béton/Portail Intrusions > Escalade urbaine Comportement suspect > Comportement étrange/problèmes mentaux			



Suspect:

- Individu trouble-fête
- Caucasien
- T-shirt rouge avec motif blanc
- Jeans pâles
- Cheveux courts

Évènement		Bagarre (Restaurants)		#32
Heure du log	19:07:01 à 19:07:31 19:15:01 à 19:15:31 19:23:01 à 19:23:31 19:31:01 à 19:31:31	Durée	30 secondes	
Caméra	# 5 Restaurants	Type	NST/NSS	
Diamètre	23 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Agression > Bagarre Désordre civil > Désordre civil Désordre civil > Bousculade Agression > Agression			



EVENT SET 03

Évènement	Lancer de roches sur le parlement (vandalisme)		#33
Heure du log	19:01:03 à 19:01:26 19:09:03 à 19:09:26 19:17:03 à 19:17:26 19:25:03 à 19:25:26	Durée	23 secondes
Caméra	# 2 Parlement (avant)	Type	NST/NSS
Diamètre	99 px	Déplacement spatial	Oui
Classifications	Crime > Graffiti/Vandalisme		



Évènement		Recherché : Pirate informatique		#34
Heure du log	19:01:41 à 19:02:11 19:09:41 à 19:10:11 19:17:41 à 19:18:11 19:25:41 à 19:26:11	Durée	30 secondes	
Caméra	# 7 Hôtel (arrière)	Type	ST/NSS	
Diamètre	40 px	Déplacement spatial	Oui	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police			



Suspect:

- Pirate informatique recherché
- Peau bronzée
- Cheveux noirs courts
- T-shirt rouge foncé
- Pantalons courts brun foncé



Évènement		Intrusion dans l'arrière-scène		#35
Heure du log	19:03:25 à 19:03:48 19:11:00 à 19:11:48 19:19:00 à 19:19:48 19:27:00 à 19:27:48	Durée	23 secondes	
Caméra	# 8 Arrière-scène	Type	ST/SS	
Diamètre	43 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Intrusions > Arrière-scène Intrusions > Escalade urbaine			



Évènement		Recherché : regroupement anarchiste (groupe de 5)		#36
Heure du log	19:05:08 à 19:05:58 19:13:08 à 19:13:58 19:21:08 à 19:21:58 19:29:08 à 19:29:58	Durée	50 secondes	
Caméra	# 5 Restaurants	Type	ST/NSS	
Diamètre	43 px	Déplacement spatial	Oui	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police			



Anarchistes:

- Gang de rue
- 5 ou 6 individus (hommes et femmes)
- vêtements rouges
- Font des « signes de gang » avec leurs mains



Évènement		Bagarre (bar)		#37
Heure du log	19:06:41 à 19:07:07 19:14:41 à 19:15:07 19:22:41 à 19:23:07 19:30:41 à 19:31:07	Durée	26 secondes	
Caméra	# 4 Boîte de nuit	Type	NST/NSS	
Diamètre	36 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Agression > Bagarre Désordre civil > Désordre civil Désordre civil > Bousculade Agression > Agression			



EVENT SET 04

Évènement		Marcheur sur le toit		#38
Heure du log	19:00:54 à 19:01:35 19:08:54 à 19:09:35 19:16:54 à 19:17:35 19:24:54 à 19:25:35	Durée	41 secondes	
Caméra	# 4 Boîte de nuit	Type	NST/NSS	
Diamètre	14 px	Déplacement spatial	Oui	
Classifications	Crimes > Tentative de suicide Intrusions > Escalade urbaine Intrusions > Appartements/Condos Comportement suspect > Comportement étrange/problèmes mentaux			



Évènement		Bouchon/rassemblement devant le Ashton		#39
Heure du log	19:02:21 à 19:04:11 19:10:21 à 19:12:11 19:18:21 à 19:20:11 19:26:21 à 19:28:11	Durée	110 secondes	
Caméra	# 5 Restaurants	Type	ST/SS	
Diamètre	94 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Circulation > Obstruction du trottoir Désordre civil > Désordre civil			



Évènement		Personne nécessitant une aide médicale		#40
Heure du log	19:04:15 à 19:05:39 19:12:15 à 19:13:39 19:20:15 à 19:21:39 19:28:15 à 19:29:39	Durée	84 secondes	
Caméra	# 6 George-V	Type	NST/NSS	
Diamètre	91 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Médical > Individu avec problème médical Comportement suspect > Comportement étrange/Problèmes mentaux Comportement suspect > Flânage Médical > Individu inconscient			

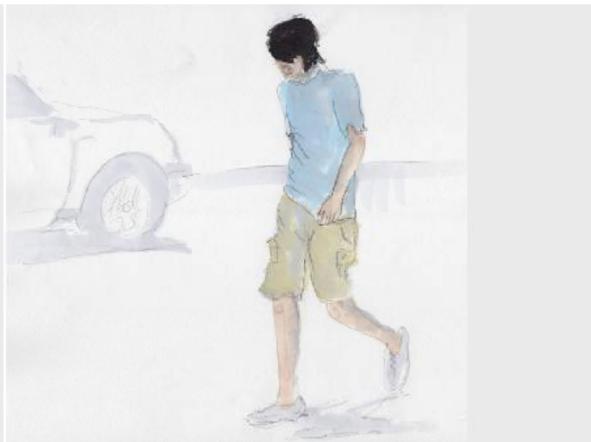


Évènement		Recherché : Criminel		#41
Heure du log	19:05:25 à 19:05:47 19:13:25 à 19:13:47 19:21:25 à 19:21:47 19:29:25 à 19:29:47	Durée	22 secondes	
Caméra	# 6 George-V	Type	ST/NSS	
Diamètre	78 px	Déplacement spatial	Non	
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police			



Suspect:

- Dangereux criminel
- Homme
- Peau bronzée
- Cheveux noirs
- Gilet bleu-gris
- Shorts beiges



Évènement			Recherché : Pirate informatique		#42
Heure du log	19:06:37 à 19:07:07 19:14:37 à 19:15:07 19:22:37 à 19:23:07 19:30:37 à 19:31:07	Durée	30 secondes		
Caméra	# 7 Hôtel (arrière)	Type	ST/NSS		
Diamètre	40 px	Déplacement spatial	Oui		
Classifications	Personne recherchée > Criminels ou surveillés par la police				



Suspect:

- Pirate informatique recherché
- Peau bronzée
- Cheveux noirs courts
- T-shirt rouge foncé
- Pantalons courts brun foncé



Annexe B : Formulaire de consentement



Formulaire de consentement – Participation en équipe

Modélisation des limites cognitives et biais émotionnels dans le travail de surveillance

Présentation du chercheur

Cette recherche est réalisée par le Dr. Sébastien Tremblay, professeur-chercheur à l'École de psychologie de l'Université Laval en collaboration avec le Dr. François Vachon, professeur à l'École de psychologie de l'Université Laval.

Nature de l'étude

L'objectif de l'étude est de tester la vulnérabilité des processus cognitifs inhérents au travail de surveillance et l'impact de la charge émotionnelle dans l'objectif de mieux comprendre les difficultés signalées par les opérateurs de surveillance afin d'optimiser le travail en sécurité publique.

Déroulement de la participation

L'expérimentation prend la forme d'une tâche de surveillance à partir de scènes virtuelles en 3D. La tâche consiste à détecter, en équipe, des incidents selon des instructions qui vous seront communiquées en début d'expérimentation. L'expérience nécessite que vous remplissiez un court questionnaire et inclut également une phase de test (incluant la réalisation d'une familiarisation et de 4 scénarios impliquant une tâche de surveillance similaire à celle d'opérateurs en sécurité publique). La durée totale de l'étude est de 90 à 140 minutes.

Lors de la phase de test, vous porterez potentiellement trois électrodes à usage unique au niveau des clavicules, une bande extensible au niveau de la poitrine, deux électrodes au niveau des doigts de la main gauche et des lunettes de suivi des mouvements oculaires. Ces appareils enregistreront respectivement le rythme cardiaque, le rythme respiratoire, la conductance de la peau et les mouvements oculaires. Ces données seront utilisées pour fins d'analyses. Aucun membre de notre équipe de recherche ne possède l'expertise nécessaire à la lecture des informations physiologiques à des fins cliniques ou diagnostiques. Une captation audio sera réalisée lors de l'expérience, mais celle-ci sera utilisée seulement à des fins d'analyse. Elle ne sera pas diffusée et sera détruite à la fin du projet.

Inconvénients, avantages et compensation

Il est possible que suite à l'expérience, vous ressentiez une certaine fatigue comparable à celle ressentie lors d'un effort mental soutenu. Votre participation à l'étude contribuera à l'avancement des connaissances dans le domaine de la psychologie cognitive appliquée et vous permettra d'établir un contact avec la recherche. Un montant de 20 \$ vous sera remis afin de compenser les frais encourus pour votre participation à l'étude.

Participation et droit de retrait

Vous êtes libre de participer à ce projet de recherche. En acceptant de participer, vous conservez tous vos droits. Vous pouvez aussi mettre fin à votre participation sans conséquence négative ou préjudice et sans avoir à justifier votre décision. Si vous décidez de mettre fin à votre participation, vous pouvez communiquer avec le chercheur principal, au numéro de téléphone indiqué ci-bas. Tous les renseignements personnels vous concernant seront alors détruits.

1/3

Ce projet est financé par le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies et a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Laval : No d'approbation 2018-280 A-2 / 17-12-2019.

Initiales :

Critères d'exclusion

Toute personne souffrant d'une atteinte organique ou fonctionnelle du système nerveux central ou sous l'influence de médicaments psychotropes est exclue de la possibilité de participer à l'expérience. Les individus sous l'influence de médicaments psychotropes (antidépresseur, anxiolytique, neuroleptique) sont également exclus, tout comme ceux ayant des atteintes visuelles non-corrigées.

Confidentialité

Toute information recueillie dans le cadre de cette étude demeurera strictement confidentielle. De même, la confidentialité des résultats est assurée grâce à un numéro qui est attribué à chaque participant de façon que l'identification à partir du numéro de participant soit impossible. Les données de cette expérience seront conservées sous verrous au laboratoire alors que les documents et le matériel seront détruits au plus tard en avril 2027 afin que les données qui seront utilisées dans le cadre d'autres recherches soient rendues anonymes sans possibilité absolue d'identifier les participants les ayant fournies. Seuls les étudiants diplômés du laboratoire de psychologie cognitive qui sont impliqués dans le projet (en tant qu'expérimentateur ou pour analyser les données) possèdent la clef pour ouvrir ce local et auront accès aux données collectées. Ces derniers doivent remplir une entente de confidentialité afin de garantir qu'ils ne divulguent aucune information sur le contenu filmé, vu ou entendu lors des périodes de prise de mesure.

Lors de la passation de l'expérience en équipe, vous serez jumelé aléatoirement à un autre participant, qui sera présent durant l'expérience. Il est possible que vous ayez accès à du contenu potentiellement sensible ou à des informations qui sont confidentielles, telles que la performance et l'identité de l'autre participant. Inversement, le participant avec lequel vous serez jumelé aura également accès à des données potentiellement sensibles, telles que votre performance et votre identité. En signant ce formulaire de consentement, vous vous engagez à assurer la confidentialité des données divulguées durant l'expérience, dont l'identité et la performance de tout autre participant ou tout autre donnée permettant l'identification.

Renseignements supplémentaires

Si vous avez des questions sur la recherche et sur les implications de votre participation, si vous voulez mettre fin à votre participation à la recherche, ou encore si vous souhaitez obtenir les résultats de cette étude veuillez communiquer avec Sébastien Tremblay, responsable de l'étude, au numéro de téléphone suivant : (418) 656-2131 poste 402886 ou à l'adresse courriel suivante : sebastien.tremblay@psy.ulaval.ca.

Votre collaboration est très précieuse pour nous et nous vous en remercions.

Signatures

Participant

Je soussigné(e) _____ consens librement à participer à la recherche intitulée : « Modélisation des limites cognitives et biais émotionnels dans le travail de surveillance ». J'ai pris connaissance du formulaire et je me déclare satisfait des explications, précisions et réponses que le chercheur m'a fournies quant à ma participation à ce projet. Je comprends que je peux mettre fin à ma participation en tout temps sans avoir à subir de conséquence négative ou de préjudice et sans devoir justifier ma décision.

Date : _____

Signature du participant, de la participante

2/3

Ce projet est financé par le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies et a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Laval : No d'approbation 2018-280 A-2 / 17-12-2019.

Initiales :

Expérimentateur

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet de recherche au participant, avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées et avoir fait l'appréciation de la compréhension du participant.

_____ Date : _____
Signature de l'expérimentateur

_____ Date : _____
Signature du chercheur

Plaintes ou critiques

Toute plainte ou critique sur ce projet de recherche pourra être adressée au Bureau de l'Ombudsman de l'Université Laval :

Pavillon Alphonse-Desjardins, bureau 3320
Université Laval
Québec (Québec), G1V 0A6
Renseignements :
Secrétariat : (418) 656-3081 Courriel : info@ombudsman.ulaval.ca

3/3

Ce projet est financé par le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies et a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Laval : No d'approbation 2018-280 A-2 / 17-12-2019.

Initiales :

Annexe C : Questionnaire NASA-TLX

Auto-évaluation

Exigence mentale

Dans quelle mesure des opérations mentales et perceptives vous ont-elles été requises?

(par ex. : penser, décider, calculer, se rappeler, regarder, chercher, etc.)

La tâche était-elle plutôt facile ou difficile, simple ou complexe, abordable ou exigeante?

Faible Fort

Exigence physique

Dans quelle mesure des opérations physiques vous ont-elles été requises?

(par ex. : pousser, tirer, tourner, superviser, activer, etc.)

Avez-vous trouvé la tâche plutôt facile ou difficile, lente ou rapide, lâche ou vigoureuse, reposante ou ardue?

Faible Fort

Exigence temporelle

Quelle quantité de pression liée au temps à cause du rythme ou de l'allure des tâches ou de l'apparition des éléments de la tâche avez-vous ressenti?

L'allure était-elle lente et tranquille ou rapide et frénétique?

Faible Fort

Effort

Quelle a été la difficulté d'accomplir (mentalement et physiquement) la tâche avec un niveau de performance tel que le vôtre?

Faible Fort

Performance

Quelle réussite vous attribuez-vous en ce qui concerne l'atteinte des buts de la tâche fixés par l'expérimentateur (ou par vous-même)? Dans quelle mesure êtes-vous satisfait de votre performance dans l'accomplissement de ces buts?

Bonne Faible

Frustration

Au cours de la tâche, quel sentiment d'être peu sûr de vous, découragé, irrité, stressé et agacé avez-vous ressenti, contrairement au fait d'être sûr de vous, satisfait, content, détendu et complaisant?

Faible Fort

Évaluation du coéquipier

Exigence mentale

Dans quelle mesure des opérations mentales et perceptives ont-elles été requises par votre partenaire? (par ex. : penser, décider, calculer, se rappeler, regarder, chercher, etc.)
La tâche était-elle plutôt facile ou difficile, simple ou complexe, abordable ou exigeante?

Faible Fort

Exigence physique

Dans quelle mesure des opérations physiques ont-elles été requises par votre partenaire?
(par ex. : pousser, tirer, tourner, superviser, activer, etc.)
La tâche était-elle plutôt facile ou difficile, lente ou rapide, lâche ou vigoureuse, reposante ou ardue?

Faible Fort

Exigence temporelle

Quelle quantité de pression liée au temps à cause du rythme ou de l'allure des tâches ou de l'apparition des éléments de la tâche croyez-vous que votre partenaire a ressenti?
L'allure était-elle lente et tranquille ou rapide et frénétique?

Faible Fort

Effort

Quelle a été la difficulté d'accomplir (mentalement et physiquement) la tâche avec un niveau de performance tel que celui de votre partenaire?

Faible Fort

Performance

Quelle réussite attribuez-vous à votre partenaire en ce qui concerne l'atteinte des buts de la tâche fixés par l'expérimentateur? Dans quelle mesure êtes-vous satisfait de sa performance dans l'accomplissement de ces buts?

Bonne Faible

Frustration

Au cours de la tâche, quel sentiment d'être peu sûr de lui, découragé, irrité, stressé et agacé votre partenaire a-t-il ressenti, contrairement au fait d'être sûr de lui, satisfait, content, détendu et complaisant?

Faible Fort

Annexe D : Questionnaire QUASA

Les réponses correctes ont été soulignées dans cette annexe.

Scénario 1

Question n° 1

Il y a trois lampadaires dans le secteur de l'arrière-scène.

Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 2

Il y a deux fenêtres visibles au rez-de-chaussée à l'arrière du parlement.

Vrai / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 3

Il y a des voitures stationnées devant l'édifice J.

Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 4

Il y a deux ambulances visibles sur la carte interactive.

Vrai / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Scénario 2

Question n° 1

Il y a un incendie qui a été affiché sur la carte interactive.

Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas

Bas

Moyen

Haut

Très haut

Question n° 2

Il y a des camions stationnés derrière le parlement

Vrai / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas

Bas

Moyen

Haut

Très haut

Question n° 3

Il y a des arbres des deux côtés de la rue devant l'édifice J.

Vrai / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas

Bas

Moyen

Haut

Très haut

Question n° 4

Il y a un individu appuyé contre un feu de circulation à l'intersection George-V.

Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas

Bas

Moyen

Haut

Très haut

Scénario 3

Question n° 1

Il y a des marches d'escalier autour de la fontaine devant le parlement. **Vrai** / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 2

Il y a deux voitures de police visibles sur la carte interactive. Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 3

Il y a des voitures stationnées à la boîte de nuit. Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 4

Il y a des voitures stationnées des deux côtés de la rue derrière l'hôtel. **Vrai** / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Scénario 4

Question n° 1

Il y a une bouche d'égout devant l'édifice J.

Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 2

Il y a une poubelle devant le parlement.

Vrai / **Faux**

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 3

Il y a eu un accident routier qui a été affiché sur la carte interactive.

Vrai / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Question n° 4

Il y a une borne fontaine à l'intersection George-V.

Vrai / Faux

Quel est votre niveau de certitude envers la réponse donnée?

Très bas	Bas	Moyen	Haut	Très haut
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>